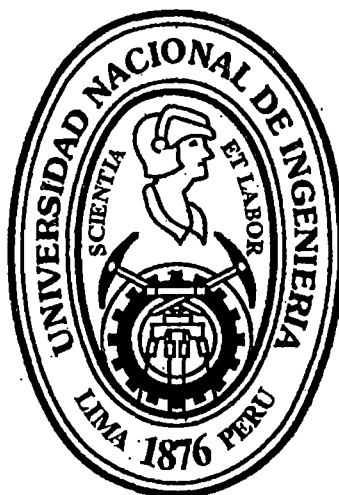


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



TESIS DE TITULACION PROFESIONAL

**DISEÑO ECONOMICO DE CONDUCTOS FORZADOS CON
VERIFICACION COMPUTARIZADA DE
SOBREPRESIONES Y CAMBIOS DE SECCION**

Asesor: ING. JULIO MALLAUPOMA REYES

Graduando: VICTOR RAUL ARZAPALO CALLUPE

LIMA - PERU

2000

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

INDICE

	<u>Página</u>
SUMARIO.....	1
CAPITULO I INTRODUCCION	
1.1 Generalidades	5
1.2 Objetivos.....	7
1.3 Características físicas del tubo de acero	8
1.3.1 Ductilidad y límite de fluencia	8
1.3.2 Esfuerzo y deformación	9
1.3.3 Deformaciones en el diseño	12
1.4 Características físicas del agua	13
CAPITULO II FUNDAMENTO TEORICO	
2.1 Generalidades	15
2.1.1 Definiciones básicas	16
2.1.2 Notación usada	17
2.2 Teoría de la Columna Rígida de agua	18
2.2.1 Cierre uniforme de la válvula de control	20
2.2.2 Tubería de longitud equivalente	23
2.2.3 Limitaciones de la teoría de la columna rígida	26
2.3 Teoría de la Columna Elástica de agua	27
2.3.1 La ecuación de equilibrio dinámico	27
2.3.2 La ecuación de continuidad	29
2.3.3 Ecuaciones fundamentales del golpe de ariete	35
2.3.4 Velocidad de la onda de presión	38
2.3.5 Estudio de las condiciones de frontera	40
CAPITULO III METODOS DE ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE	
3.1 Generalidades	46
3.2 Método de las Series de Allievi	48

3.2.1	Aplicación de las ecuaciones de Allievi	54
3.2.2	Cierre rápido de la válvula de control	54
3.2.3	Cierre lento de la válvula de control	58
3.2.4	Abertura de la válvula de control	61
3.3	El Método Gráfico	64
3.3.1	Cierre rápido de la válvula de control	64
3.3.2	Cierre lento de la válvula de control	70
3.4	Método general de las características	73
3.5	Método simple de las características	79
3.6	Estudio de las condiciones de frontera	83
3.7	Método Algebraico	85

CAPITULO IV CRITERIOS ECONOMICOS DE EVALUACION DE LA TUBERIA FORZADA

4.1	Generalidades	87
4.2	Criterios de dimensionamiento de tuberías forzadas	89
4.3	Evaluación económica de tuberías sin cambios de sección	91
4.3.1	Cálculo del espesor de la tubería	91
4.3.2	Costo de la tubería	93
4.3.3	Análisis de la energía perdida en un año	97
4.4	Diámetro económico	100
4.4.1	Fórmula aproximada del diámetro económico	103
4.4.2	Fórmula exacta del diámetro económico	104
4.5	Evaluación económica de tuberías con cambio de sección	105
4.5.1	Caso de tuberías de dos tramos con diámetros diferentes	106
4.5.2	Caso de tuberías de "N" tramos con diámetros diferentes	113
4.6	Pérdidas de carga por singularidad	116

CAPITULO V CÁLCULO DE LA TUBERIA FORZADA CON SECCION UNIFORME

5.1	Generalidades	118
5.2	Diseño computarizado de la tubería forzada con sección uniforme....	119
5.3	Diámetro económico	123
5.4	Cálculo de las presiones por efecto del golpe de ariete	130

5.5 Cálculo del espesor de la tubería	168
5.6 Costo de la tubería	169
5.7 Conclusiones	170

CAPITULO VI CALCULO DE LA TUBERIA FORZADA CON DOS TRAMOS CON CAMBIOS DE SECCION

6.1 Generalidades	171
6.2 Diseño computarizado de la tubería forzada con dos tramos	172
6.3 Diámetros económicos	175
6.4 Elección de la relación $L1/L$ más económica	177
6.5 Cálculo de las presiones por efecto del golpe de ariete	179
6.6 Cálculo de los espesores de los tramos de tubería	217
6.7 Costo de la tubería forzada	219
6.8 Conclusiones.....	220

CAPITULO VII CÁLCULO DE LA TUBERIA FORZADA CON N TRAMOS CON CAMBIOS DE SECCION

7.1 Generalidades	221
7.2 Diseño computarizado de la tubería forzada con N tramos	222
7.3 Análisis del caso $L1/L=L2/L=...=LN/L=1/N$	223
7.4 Diámetros económicos	224
7.5 Cálculo de las presiones por efecto del golpe de ariete	230
7.6 Cálculo de los espesores de los tramos de tubería	264
7.7 Costo de la tubería	266
7.8 Conclusiones	267

CAPITULO VIII DISEÑO DE ANCLAJES, APOYOS, BRIDAS Y JUNTAS DE DILATAACION

8.1 Generalidades	268
8.2 Diseño de anclajes	268
8.3 Diseño de apoyos	300
8.4 Diseño de bridas	320
8.5 Diseño de juntas de dilatación	323

CAPITULO IX DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL GOLPE DE ARIETE	
9.1 Generalidades	325
9.2 Chimeneas de equilibrio	326
9.3 Válvulas de alivio	330
9.4 Válvulas reguladoras de presión	331
CAPITULO X ESPECIFICACIONES TECNICAS	
10.1 Especificaciones para las tuberías de presión	332
10.2 Especificaciones para las juntas de dilatación	341
10.3 Especificaciones para los anclajes	343
CAPITULO XI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
11.1 Respecto al diseño de tuberías forzadas	364
11.2 Respecto al diámetro económico de tuberías forzadas	365
11.3 Respecto al diseño de tuberías forzadas con cambio de sección.....	368
11.4 Respecto a los resultados obtenidos	370
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	372
ANEXOS	373
Listado 1 Tubería de un tramo – Cierre lineal de la válvula.....	374
Listado 2 Tubería de un tramo – Cierre no lineal de la válvula.....	395
Listado 3 Tubería de dos tramos – Cierre lineal de la válvula.....	416
Listado 4 Tubería de dos tramos – Cierre no lineal de la válvula.....	445
Listado 5 Tubería de N tramos – Cierre lineal de la válvula.....	474
Listado 6 Tubería de N tramos – Cierre no lineal de la válvula.....	503
PLANOS.....	532

SUMARIO

El factor económico es fundamental en el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, por lo que un diseño adecuado de la tubería forzada nos permitirá un apreciable ahorro en el costo de la misma.

Las tuberías forzadas de las Centrales Hidroeléctricas conducen un determinado caudal desde la cámara de carga hacia la turbina, en las cuales la válvula controla el flujo de agua. Cuando se realizan las maniobras de cierre o abertura de la válvula de control de flujo, se producen bruscas variaciones de presión debido al ariete hidráulico, que pueden ocasionar serios daños a la tubería, más aún cuando dicha maniobra es rápida.

Durante las maniobras de apertura de la válvula de control se produce una brusca disminución de la presión, provocando la formación de vacíos en el interior de la tubería, por lo que puede ocurrir un aplastamiento de las paredes de la tubería.

En el diseño de la tubería forzada el factor fundamental es su diámetro y basado en las consideraciones matemáticas planteadas se demuestra que una tubería de varios tramos con cambios de sección resulta más económica que una tubería de diámetro constante.

La presente tesis consta de 11 capítulos. En el capítulo I, que es el de introducción, se trata en forma general el golpe de ariete, identificando las causas que lo producen y efectos que pueden ocasionar a la tubería. Asimismo se incluye un breve estudio de las características físicas del acero, material del que está compuesta la tubería forzada en estudio, pues un diseño adecuado también está supeditado a un buen conocimiento de los materiales que componen la tubería.

El capítulo II contiene el fundamento teórico del fenómeno del golpe de ariete. Se define el golpe de ariete, así como los estudios y teorías que determinan las bases para evaluar dicho fenómeno. Existen dos teorías que nos permiten estudiar dicho fenómeno, éstas son: La teoría de la columna rígida y la teoría de la columna elástica.

La Teoría de la Columna Rígida asume que la tubería está formada por paredes rígidas y que el agua es incompresible, despreciándose las pérdidas de energía y de la

carga de velocidad. Esta teoría permite calcular los efectos del golpe de ariete de forma simple y con resultados aceptables para tuberías cortas y tiempos de cierre lentos.

La Teoría de la Columna Elástica enfoca el análisis del fenómeno del golpe de ariete en forma más general, considerando la compresibilidad del agua y la elasticidad de las paredes de la tubería bajo la acción de los cambios de presión. Empleándose para la determinación de las ecuaciones fundamentales del flujo transitorio, la ecuación de equilibrio dinámico y la ecuación de continuidad para un elemento pequeño de fluido.

Se determina también la velocidad de la onda de presión, que recorre la tubería, ocasionando las variaciones de presión en la tubería.

En el capítulo III, se expone en forma exhaustiva los métodos de análisis del golpe de ariete, que permiten determinar las variaciones de presión en la tubería forzada con sección constante. Se estudia el método de las series de Allievi, analizándose el caso del cierre y abertura de la válvula de control; el método Gráfico; el método general y simple de las características y el método algebraico.

Es importante señalar que en el estudio del fenómeno del golpe de ariete, se debe considerar la compresibilidad del agua; la elasticidad del material que forma la tubería; la fricción de las paredes con el agua que disipa la energía y que paulatinamente reduce las sobrepresiones y depresiones; la inclinación de la tubería debe considerarse, pues interviene con la función seno del ángulo de inclinación.

El método de las características utiliza las anteriores premisas expuestas en el párrafo anterior para dar solución al fenómeno en estudio con buena exactitud, por lo que en esta tesis se emplea para el análisis de las tuberías en serie con diámetros uniformes, determinándose las sobrepresiones y depresiones que ocurren en la tubería por el fenómeno del golpe de ariete que pueden ser extremadamente peligrosas para la tubería.

En el capítulo IV se exponen los criterios económicos de evaluación y de dimensionamiento de las tuberías forzadas. Se realiza una evaluación económica de tuberías sin cambio de sección, determinándose el espesor de la tubería, su costo y el costo de la energía perdida anual, que nos permitirán encontrar las fórmulas para hallar el diámetro económico.

El costo de la tubería forzada depende en forma directa de su diámetro y del espesor de sus paredes. Pero cuanto menor es el diámetro elegido, tanto mayor es la pérdida de carga y las pérdidas de potencia de la central a causa del rozamiento. Por otra parte, la tubería es tanto más económica cuanto más pequeña se construye. Es común diseñar

tuberías forzadas con diámetro uniforme, pero se debe tomar en cuenta que se puede diseñar la tubería con varios tramos, cada uno de ellos con diámetros uniformes.

Sobre la base del diámetro económico para tuberías de diámetro constante, se determina una tubería con dos o varios tramos, con diámetros uniformes y que disminuyen en forma paulatina aguas abajo; cumpliéndose con la condición de que éstas tengan la misma pérdida de carga producida en la tubería de un solo tramo.

En el capítulo V se calcula la tubería forzada con sección uniforme, empleándose las técnicas de diseño computarizado para evaluar el diámetro económico y calcular las presiones por efecto del golpe de ariete, el espesor y costo de la tubería, que nos ha de servir de base para analizar la alternativa que se propone: una tubería de varios tramos con cambio de sección.

Se realiza el diseño de la tubería de un solo tramo, se determina el diámetro más económico, es decir con el que se produce menores pérdidas de energía por rozamiento y menores pérdidas de potencia en la Central, cumpliéndose con el objetivo de minimizar el costo de la tubería. En el diseño de la tubería de presión, sobre la base del diámetro "económico", se hallan los parámetros que la definen como son: el espesor y su diámetro; así como el costo de la tubería.

Para la determinación de los espesores de la tubería se evalúan las sobrepresiones por efecto del golpe de ariete y con estos valores se definen los espesores de la tubería para los tramos definidos por los anclajes, tomando en consideración los espesores prácticos, o sea aquellos que tienen las planchas empleadas en la fabricación de la tubería.

El capítulo VI está dedicado al cálculo de la tubería forzada con dos tramos con cambio de sección, empleándose también el diseño computarizado. Se analizan todas las alternativas lográndose una combinación de dos diámetros económicos, eligiendo las que más se aproximen a los diámetros prácticos, tomando en consideración muy especial los límites de velocidad establecidos para el flujo en tuberías forzadas y que finalmente determinarán los valores reales de los tramos de la tubería. Elegidos los diámetros económicos, se procede a calcular las presiones por efecto del golpe de ariete, los espesores y costo de la tubería.

En el capítulo VII se realiza el diseño de la tubería forzada con "N" tramos con diámetros diferentes, calculándose para cada tramo definidos por la ubicación de los anclajes, sus respectivos diámetros económicos. Los diámetros finales y el número de tramos son definidos, al igual que en el capítulo anterior, con la condición que éstos se

aproximen a los diámetros prácticos. Luego se calculan las presiones por efecto del golpe de ariete, los espesores de los tramos de tubería y el costo de la tubería.

Finalmente en este capítulo se hace la comparación de las tres alternativas, las cuales tienen las mismas pérdidas de carga, y por ende originan la misma pérdida de potencia, con ligera diferencia, pues los diámetros teóricos hallados fueron aproximados a los diámetros prácticos.

La comparación de estas alternativas es realizada en función del costo de la tubería forzada, teniendo como resultado final que la tubería de N tramos, que en realidad tiene menos tramos, y que es definida en función de los diámetros y espesores prácticos, es la más económica. Asimismo la metodología empleada es más práctica y permite efectuar un diseño más eficiente.

En el capítulo VIII se realiza el diseño de los apoyos, anclajes, bridas y juntas de dilatación, los cuales son elementos fundamentales de las tuberías forzadas, pues brindan la fijación de la tubería forzada al terreno natural, mientras que las bridas y juntas de dilatación sirven para unir las tuberías.

En el capítulo IX se hace mención de los dispositivos de control del golpe de ariete, que protegen a la tubería forzada cuando el aumento y disminución de las presiones son excesivas. Estos dispositivos son: las chimeneas de equilibrio, válvula de alivio y las válvulas reductoras de presión.

El capítulo X contiene las especificaciones técnicas para las tuberías de presión, juntas de dilatación y anclajes, que también intervienen en el diseño de la tubería forzada. Es importante conocer dichas especificaciones técnicas, porque son factores importantes que nos permitirán diseñar y construir con calidad la tubería forzada.

En el capítulo XI se reúne las conclusiones más importantes de esta tesis, referidas al diámetro económico de tuberías forzadas con diámetro constante y de tuberías forzadas con cambio de sección. Así como también a los resultados obtenidos en la comparación de las alternativas y la metodología y recomendaciones propuestas para el diseño de tuberías forzadas.

CAPITULO I

INTRODUCCION

1.1 Generalidades

En el desarrollo de proyectos hidroeléctricos se presenta el problema de diseñar tuberías forzadas que conduzcan un determinado caudal de agua de la cámara de carga para alimentar una turbina o grupo de turbinas.

El problema de determinar el diámetro de una tubería forzada no tiene una solución única, puesto que desde el punto de vista hidráulico hay infinidad de diámetros que permiten conducir un determinado caudal.

La variación de las condiciones de flujo en la tubería produce variaciones de presiones y cambios de velocidad a lo largo de ella, conociéndose este fenómeno como Golpe de Ariete.

El golpe de ariete se define como las ondas de presión producidas en conductos relativamente elásticos que conducen líquidos compresibles, cuando las condiciones de flujo son cambiadas de un estado inicial normal a otra condición diferente, debido a las maniobras de cierre o abertura de la válvula de control de flujo.

Para soportar los aumentos excesivos y disminución de las presiones, las tuberías se diseñan con un espesor adecuado; asimismo para contrarrestar los efectos del golpe de ariete, y por ende proteger a la tubería, se utilizan dispositivos de control, tales como las chimeneas de equilibrio, válvulas de alivio, cámaras de aire y otros.

Considerando que las sobrepresiones y depresiones, que ocurren en la tubería se presentan durante el período de flujo transitorio, pueden ser extremadamente

peligrosas para la tubería, resulta necesario estimar con precisión las presiones transitorias que se producen en la tubería.

Existen diferentes métodos de análisis del golpe de ariete, los cuales han ido evolucionando con el transcurrir de los años, descubriéndose nuevas técnicas y parámetros que definen este fenómeno; por lo que resulta interesante dar una breve mirada a dichos métodos, hasta llegar a los métodos computarizados que permite evaluar con mayor rapidez y precisión las variaciones de presión y cambios de velocidad en la tubería.

Un diseño óptimo y adecuado nos permitirá obtener una tubería que trabaje eficientemente al menor costo posible, para ello es necesario considerar que la decisión sobre la elección de un diámetro económico se merece un estudio más profundo, siendo el objetivo primordial de esta tesis el de determinar en forma analítica el valor del diámetro económico más eficiente.

El costo de la tubería forzada depende en forma directa de su diámetro y del espesor de sus paredes. Pero cuanto menor es el diámetro elegido, tanto mayor es la pérdida de carga y las pérdidas de potencia de la Central Hidroeléctrica a causa del rozamiento, esto implicaría incrementar el diámetro. Por otra parte, la tubería es tanto más económica cuanto más pequeña se construye

Una tubería forzada de forma de tronco de cono que se angosta aguas abajo sería más económico que una tubería con diámetro uniforme, para una misma pérdida de carga, pero por razones tecnológicas no sería factible.

Es común diseñar tuberías forzadas con diámetro uniforme, pero se debe tomar en cuenta que se puede dividir la tubería en varios tramos, cada uno de ellos con diámetros uniformes y que éstos fueran disminuyendo en forma paulatina aguas abajo.

Una buena elección de los materiales que componen la tubería forzada conducirá a un buen diseño de las tuberías forzadas, por lo que se hace un breve estudio del acero y se expone un breve resumen de las especificaciones técnicas de este material.

1.2 Objetivos

El factor económico es fundamental en el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, por lo que un diseño adecuado de la tubería forzada nos permitiría un apreciable ahorro en el costo de la misma.

El objetivo de esta tesis es proponer una metodología de evaluación de varias alternativas de diseño de tuberías forzadas considerando la determinación del diámetro económico, en tuberías con diámetro uniforme y la alternativa de dividir la tubería forzada en tramos con diferentes diámetros, con la finalidad de reducir el costo de la tubería.

Para la evaluación económica es necesario conocer los diámetros y espesores correspondientes a cada uno de los tramos de la tubería, por lo cual para la determinación de los espesores se necesita conocer las sobrepresiones y depresiones en las tuberías por efecto del golpe de ariete, producido por una maniobra en la válvula de regulación aguas abajo.

Para la determinación de las variaciones de presión y de velocidad en la tubería forzada, tanto para la tubería con sección uniforme, como para la tubería con varios tramos, se emplean diferentes métodos de análisis computarizados del golpe de ariete. En esta tesis se pone énfasis en el método de las características, por que considera todos los parámetros que definen la tubería, el fluido y por lo tanto, analiza en forma casi real el fenómeno del golpe de ariete.

El costo de la tubería forzada depende en forma directamente proporcional a su diámetro y al espesor de sus paredes; e inversamente proporcional a las pérdidas de carga y las pérdidas de potencia de la Central a causa del rozamiento. Por lo que todos estos factores se deben evaluar para la determinación de la solución más económica.

Asimismo se describirá los dispositivos de control que permiten contrarrestar los efectos del golpe de ariete producido por un cierre de la válvula de control de flujo, siendo las más utilizadas las chimeneas de equilibrio, válvulas de alivio, cámaras de aire, etc.

Un diseño adecuado también está supeditado a una buena elección de los materiales que componen la tubería forzada, por lo que se hace un breve estudio

de las características físicas del acero para la fabricación de tuberías y asimismo, también se expone las especificaciones técnicas que tienen que cumplir éstos materiales.

1.3 Características físicas del tubo de acero

El tubo de acero se ha usado en la conducción de agua desde mediados del siglo XIX. Ha resuelto muchos problemas para los ingenieros, especialmente cuando el caudal de flujo del fluido y la presión eran grandes, y existían obstáculos difíciles, naturales o artificiales, en el trayecto de la tubería.

Las propiedades del acero que lo hacen tan útil son: su gran resistencia; su capacidad de deformarse o flexionarse bajo una carga, sin dejar de ofrecer resistencia total a la carga; su capacidad de doblarse sin romperse y su resistencia al impacto. Estas cuatro propiedades se combinan en el tubo de acero para agua, que pueden ser de acero de tipo suave, intermedio o de grado estructural.

1.3.1 Ductilidad y límite de fluencia

Los materiales, sobre la base de su deformación, pueden ser clasificados como "dúctiles" y "frágiles". Un material *dúctil* es aquel que exhibe una deformación o flujo plástico marcado, para un nivel de esfuerzo, mostrando una deformación plástica o alargamiento total antes de su rotura final. Un material *frágil* es aquel en el cual la deformación plástica (resistencia de deformación) no está bien definida y la elongación total, o última, antes de su rotura, es pequeña.

El acero suave o de bajo carbón, como el que se emplea en tuberías de agua, es típico de los materiales dúctiles. En la práctica, estas dos clases de materiales deben considerarse en forma diferente, debido a que, bajo carga actúan en forma distinta. En nuestro caso emplearemos el material dúctil. La propiedad de ductilidad en el acero, le permite ceder o flexionarse pero no romperse, y trabaja excelentemente bajo condiciones extremas de esfuerzos.

Las propiedades físicas del acero (resistencia de deformación y resistencia última a la tensión), se determina de pruebas de tensión efectuadas sobre una probeta normal, que se sujeta a prueba a una máquina de tensión. Las propiedades así medidas forman también la base del diseño.

La ley de Hooke, se aplica solamente hasta un cierto nivel de esfuerzo, el cual es conocido como límite elástico del material. El límite de fluencia de los materiales dúctiles, se define por su resistencia de deformación. Para el acero que generalmente se usa en tuberías para agua, la resistencia a la deformación está fijada por especificación técnica, es decir, como el esfuerzo debido a una carga que cause una extensión de 0.5 por ciento de la longitud inicial, es decir 0.05 cm/cm.

La "ductilidad" del acero se mide como una elongación o alargamiento bajo una carga de tensión en una máquina de prueba. La elongación es un cambio en medida de longitud bajo esta carga y se expresa como porcentaje de la longitud de calibración original de la probeta.

1.3.2 Esfuerzo y deformación

Los términos esfuerzo y deformación se usan con frecuencia son dos características de los materiales que son definidos como sigue: Esfuerzo σ es una cifra que se obtiene dividiendo la carga por el área. $\sigma = \frac{P}{A}$; y la Deformación ϵ es un cambio de longitud. La relación entre esfuerzo y deformación es muy importante para el diseño: $\sigma = E \epsilon$, donde E es el módulo de elasticidad del acero.

Un diagrama esfuerzo - deformación para cualquier material, es un gráfico que muestra la deformación (o alargamiento por unidad de longitud) que ocurre cuando el material está sujeto a una carga o esfuerzo de tracción. Es sabido que una barra de acero sometida a la carga de tracción se alarga. El cambio en longitud bajo carga por unidad de longitud, se llama "deformación", o "deformación unitaria", que se expresa generalmente como un porcentaje de la elongación.

El diagrama esfuerzo - deformación, tiene como abscisa los valores de la deformación y los valores del esfuerzo como ordenadas. Debido a que el esfuerzo se obtiene dividiendo la carga siempre por el área *original* de la barra, el esfuerzo parece alcanzar un valor máximo y luego disminuir al aumentar la carga.

En la figura 1.1, se muestra una curva esfuerzo deformación para el acero de bajo carbón. El cambio en la forma de la probeta durante la prueba está señalado por las barras que se observan dibujadas bajo la curva. Al alargarse la barra, la sección transversal disminuye en área hasta la resistencia máxima a la tensión y, en este punto, tiene lugar la reducción local de áreas o "formación de cuello".

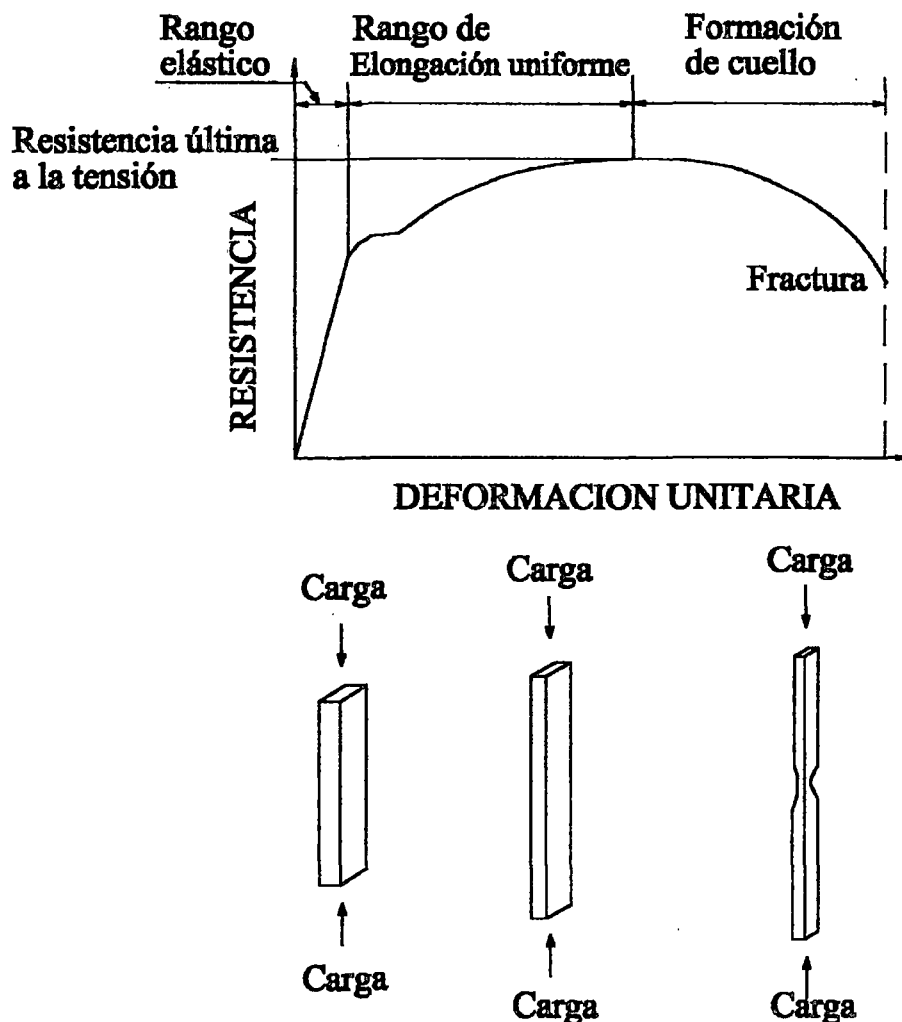


Fig. 1.1 Curva esfuerzo - deformación para acero de bajo carbón.

Si el esfuerzo se calcula dividiendo la carga por el área *real* de la barra, conforme disminuye su sección al aumentar la carga, se encuentra que el esfuerzo *verdadero* nunca disminuye.

En la figura 1.2 se representa un diagrama real de esfuerzo - deformación en el cual se han calculado tanto el esfuerzo verdadero como la deformación

verdadera. Sin embargo, el diagrama convencional esfuerzo - deformación es el que se usa en forma generalizada.

Muchos de los aceros empleados en construcción, tienen diagramas esfuerzo-deformación, cuya forma general es la mostrada en la Fig. 1.1, en tanto que muchos otros aceros que se usan estructuralmente, así como para partes de maquinaria, tienen resistencias de fluencia y última, mucho más altas, con una reducción de la ductilidad.

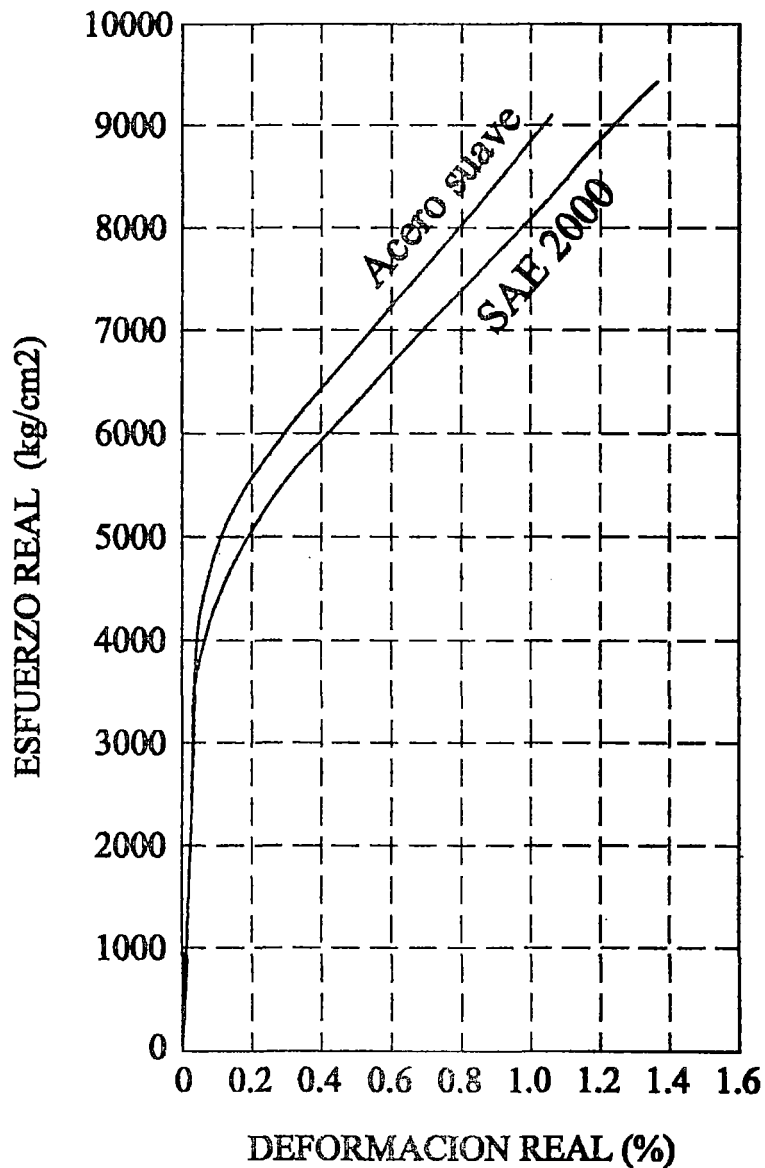


Fig. 1.2 Curva esfuerzo-deformación verdadera para acero de bajo carbono.

Los esfuerzos y deformaciones que se encuentran en la porción recta de la línea ascendente, se dice que se encuentran en el *estado elástico*. Los aceros

que se cargan para crear esfuerzos o deformaciones dentro de ese rango, regresan precisamente a su longitud original cuando se retira la carga. Dentro de este rango, el esfuerzo aumenta en proporción directa a la deformación, e incrementos iguales de carga producen incrementos iguales de esfuerzo. El módulo de elasticidad E , es la pendiente de la porción recta ascendente del diagrama esfuerzo-deformación.

Inmediatamente arriba del límite proporcional, entre ese punto y el límite de fluencia (ver fig. 1.1) se encuentra una porción del diagrama esfuerzo - deformación, llamado rango elasto-plástico del material.

El módulo de elasticidad E del acero es igual aproximadamente a $2'100,000 \text{ kg/cm}^2$.

1.3.3. Deformaciones en el diseño

Es evidente que en el análisis de una estructura, se considera en función de deformaciones así como de esfuerzos. Se puede notar el amplio margen de *deformación* entre el límite de fluencia y la resistencia última especificada a 30 por ciento de elongación. El límite de fluencia, corresponde a una deformación de 5 mm por metro; y para una especificación de 30 por ciento de elongación, la deformación de la resistencia última no debe ser inferior a 300 mm por metro. La relación de deformación en la resistencia última a la deformación al límite de fluencia es de 60:1. Sobre una base de esfuerzos, según se desprende del diagrama esfuerzo-deformación, la relación de la resistencia última al límite de fluencia es de 1.67:1.

En algunas estructuras y en muchos conjuntos soldados, como la tubería bajo carga de tierra y las bridas de acero en tubo de acero, los esfuerzos pueden encontrarse en la región elástica, pero la deformación en estos elementos está limitada a un máximo permisible.

Debe reconocerse que en un elemento en tracción, existen en realidad tres fases perfectamente distinguibles por las que pasa un elemento, cuando se carga de cero hasta el punto de falla.

En la primera fase, todas las fibras sufren deformación inferior al límite proporcional, y se comporta de modo totalmente elásticas. Por lo que son aplicables las leyes de esfuerzo y deformación, dadas por la ley de Hooke.

En la segunda fase, algunas de las fibras sufren deformaciones que rebasan el límite elástico, donde una porción predominante de la fibra sufre deformaciones inferiores al límite proporcional, de modo que sigue actuando en forma esencialmente elástica. La ley de Hooke para el esfuerzo no se aplica; pero las deformaciones pueden definirse en forma adecuada, en esta fase.

En la tercera fase, las deformaciones en las fibras son predominantemente mayores que el límite elástico del material. Bajo éstas condiciones, el elemento no actúa ya en forma elástica, sino plástica. El comportamiento plástico o dúctil del acero en conjuntos soldados puede ser especialmente importante. Durante el proceso de manufactura el acero de un tubo, es forzado más allá de su límite de fluencia, muchas veces.

Conociendo el comportamiento del acero bajo las cargas, podemos tener un mayor panorama y la seguridad de un buen diseño estructural de las tuberías de acero para centrales hidroeléctricas.

1.4 Características físicas del agua

La mecánica de fluidos aplicada al flujo del agua por tuberías, estudia al fluido en movimiento, tomando en cuenta que sus propiedades físicas juegan un papel preponderante en su análisis.

Las propiedades más importantes de los fluidos, en nuestro caso el agua, son la densidad y la viscosidad, los cuales varían con la temperatura a la que se encuentran.

La viscosidad de un fluido, es la propiedad que determina la cantidad de resistencia opuesta a las fuerzas cortantes. La viscosidad del fluido se debe fundamentalmente a las interacciones entre sus moléculas, disminuyendo su valor al aumentar la temperatura.

En la tabla 1.1 se ofrecen valores característicos del agua para diferentes temperaturas del peso específico, viscosidad dinámica y cinemática, presión de vapor y el módulo de elasticidad volumétrica.

Tabla 1.1 Presión de vapor y módulo de elasticidad volumétrica del agua¹

Temperatura °C	Peso Específico kg/m ³	Viscosidad Dinámica kg.seg/m ²	Viscosidad cinemática m ² /seg	Presión de vapor kg/cm ²	Mod. Elasticidad Volumétrica K kg/cm ²
0	999.87	18.27x 10 ⁻⁵		0.0056	20200
5	999.99	15.50x 10 ⁻⁵	1.520	0.0088	20900
10	999.73	13.34x 10 ⁻⁵	1.308	0.0120	21500
15	999.12	11.63x 10 ⁻⁵	1.142	0.0176	22000
20	998.23	10.25x 10 ⁻⁵	1.007	0.0239	22400
25	997.07	9.12x 10 ⁻⁵	0.897	0.0327	22800
30	995.68	8.17x 10 ⁻⁵	0.804	0.0439	23100
35	994.11	7.37x 10 ⁻⁵	0.727	0.0401	232006
40	992.23	6.69x 10 ⁻⁵	0.661	0.0780	23300
45	989.87	6.14x 10 ⁻⁵	0.609	0.0980	23350
50	988.07	5.60x 10 ⁻⁵	0.556	0.1249	23400

La presión del fluido se transmite con igual intensidad en todas las direcciones dentro de la tubería.

¹ (1) Streeter, Victor; Mecánica de los Fluidos, México. 1988; apéndice C.

CAPITULO II

FUNDAMENTO TEORICO

2.1 Generalidades

En el desarrollo de proyectos hidroeléctricos se presenta el problema de diseñar tuberías forzadas que conduzcan un determinado caudal de agua desde la cámara de carga para alimentar una turbina o grupo de turbinas. El problema de determinar el diámetro de una tubería forzada no tiene una solución única.

La variación de las condiciones de flujo en la tubería produce variaciones de presiones y cambios de velocidad a lo largo de ella, conociéndose este fenómeno como Golpe de Ariete.

El golpe de ariete se define como las ondas de presión producidas en conducciones relativamente elásticas, que conducen líquidos compresibles, cuando las condiciones de flujo son cambiadas de un estado inicial normal a otra condición diferente.

Para soportar los aumentos excesivos y disminución de las presiones, las tuberías se diseñan con un espesor adecuado.

Considerando que las sobrepresiones y depresiones, que ocurren en la tubería ocurren durante el período transitorio, pueden ser extremadamente peligrosas para la tubería, resulta necesario una estimación precisa de las presiones transitorias que ocurren en la tubería.

Existen diferentes métodos de análisis del golpe de ariete, los cuales han ido evolucionando con el transcurrir de los años, por lo que resulta interesante dar una mirada a dichos métodos, hasta llegar a los métodos computarizados que

permite evaluar con mayor rapidez y precisión las variaciones de presión y cambios de velocidad.

El objetivo de esta tesis es proponer una metodología de evaluación de varias alternativas de diseño de tuberías forzadas considerando la determinación del diámetro económico, en tuberías con diámetro uniforme y la alternativa de dividir la tubería forzada en tramos con diferentes diámetros.

Para la evaluación económica es necesario conocer el diámetro y espesor correspondiente de cada uno de los tramos de tuberías, por lo cual para la determinación de los espesores se necesita conocer las sobrepresiones y depresiones en las tuberías por efecto del golpe de ariete, producido por una maniobra en la válvula de regulación aguas abajo.

Para la determinación de las variaciones de presión y de velocidad en la tubería forzada, tanto para la tubería con sección uniforme, como para la tubería con varios tramos, se emplean diferentes métodos de análisis computarizados del fenómeno del golpe de ariete. Siendo estudiado profundamente el método de las características, por ser el que considera todos los parámetros de la tubería, del fluido y por lo tanto analiza realmente el golpe de ariete.

2.1.1 Definiciones básicas

Flujo permanente: Un flujo es permanente si la presión, velocidad y caudal en cualquier punto de una tubería se mantienen inalterables en el tiempo. Los flujos turbulentos son siempre impermanentes, pues los parámetros mencionados cambian constantemente.

Flujo uniforme: El flujo en una tubería es uniforme, cuando sus parámetros hidráulicos, tales como su caudal, presión y velocidad se mantienen inalterables en cualquier punto.

Flujo transitorio: Es el estado intermedio de un flujo, cuando sus condiciones son alteradas de un estado permanente a otro.

Compresibilidad: La compresibilidad de un líquido, se expresa por su *módulo elástico a la compresión* K , que es la relación entre el cambio de volumen de una unidad del líquido, ante un incremento de la presión. Si la presión del líquido se

incrementa en dp , el volumen cambiará en $-dV$; por lo tanto se cumple la relación siguiente:

$$K = - \frac{dp}{dV/V}$$

La relación anterior del módulo de elasticidad volumétrica de un fluido indica que a un incremento de la presión se produce una disminución en el volumen.

Golpe de ariete: Se define como las variaciones de la presión que se producen en tuberías debido a un brusco cambio de la velocidad del flujo, producto de un cierre repentino en la válvula de control del flujo. Cuanto más rápida es la maniobra de cierre de la válvula, más altas son las variaciones de presión, es decir las sobrepresiones y depresiones producidas en la tubería forzada.

2.1.2 Notación usada

A continuación se ofrece un compendio de la notación empleada en esta tesis, se incluye solo las principales, otras adicionales han de ser definidas en los capítulos correspondientes.

- H_a : Aumento de carga en la válvula en m.
- e : Espesor de la tubería en m.
- D : Diámetro interior en m.
- H_0 : Carga de presión para flujo permanente.
- C_d : Coeficiente de descarga de la válvula de control.
- A : Area de la sección transversal de la tubería.
- L : Longitud de la tubería en m.
- σ : Esfuerzo de tracción del acero en kg/m^2 .
- γ : Peso específico del agua en kg/m^3 .
- P : Presión interior en la tubería en kg/m^2 .
- e_0 : Espesor adicional por corrosión en m, entre 2-5 mm.
- P_t : Peso de la tubería en kg/m^3 .
- γ_c : Peso específico del acero en kg/m^3 .

- H : Altura bruta de caída, más la altura de sobrepresión por el golpe de ariete en metros.
- k_1 : Factor de seguridad por eficiencia de la soldadura, para un esfuerzo de trabajo de 1200 kg/cm².
- k_2 : Factor que considera el peso de solapes, cubrejuntas, remaches, piezas de dilatación y otras análogas.
- PT : Potencia eléctrica en $\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{seg}} = 1 \text{ Kw}$.
- γ : Peso específico del agua en kg/m³.
- η : Eficiencia de la central hidroeléctrica.
- Q : Caudal del flujo que genera la potencia en m³/seg.
- η : Coeficiente de descarga de la válvula.
- TC : Tiempo de cierre de la válvula de control de flujo.
- A_t : Area de la válvula de control para un tiempo t.
- V_0 : Velocidad del fluido uniforme, antes del cierre de la válvula.

2.2 Teoría de la Columna rígida de agua

Esta teoría enfoca el análisis del fenómeno del golpe de ariete, que origina una serie de alteraciones en el flujo en una tubería de presión, como consecuencia de cambios en el caudal debidos a las maniobras de cierre de la válvula de control de flujo de la tubería.

La teoría de la columna rígida considera al liquido incomprensible y al tubo completamente rígido y para su desarrollo se plantean las siguientes hipótesis:

- a) El agua en la tubería es incomprensible.
- b) La tubería se considera compuesta de paredes rígidas e indeformables.
- c) Se desprecian las pérdidas de energía y la carga de velocidad, comparado con los cambios de presión.
- d) En todo momento la tubería permanece totalmente llena de liquido, y la presión mínima dentro del tubo es siempre mayor que la presión de vapor del agua.
- e) La velocidad del agua en cualquier sección de la tubería es uniforme.

- f) La presión es uniforme e igual a la presión en el centro de gravedad de la sección transversal, es decir en el eje de la tubería
- g) La tubería posee un diámetro uniforme.
- h) El nivel del reservorio permanece constante en todo momento.

En la figura 2.1 se muestra un esquema de un sistema reservorio - tubería forzada que descarga a la atmósfera en forma libre. En el esquema se muestra un diagrama de esfuerzos que se producen cuando el flujo es alterado por maniobras en la válvula de control, produciéndose una fuerza externa en ésta que actuará sobre la masa de la columna de agua.

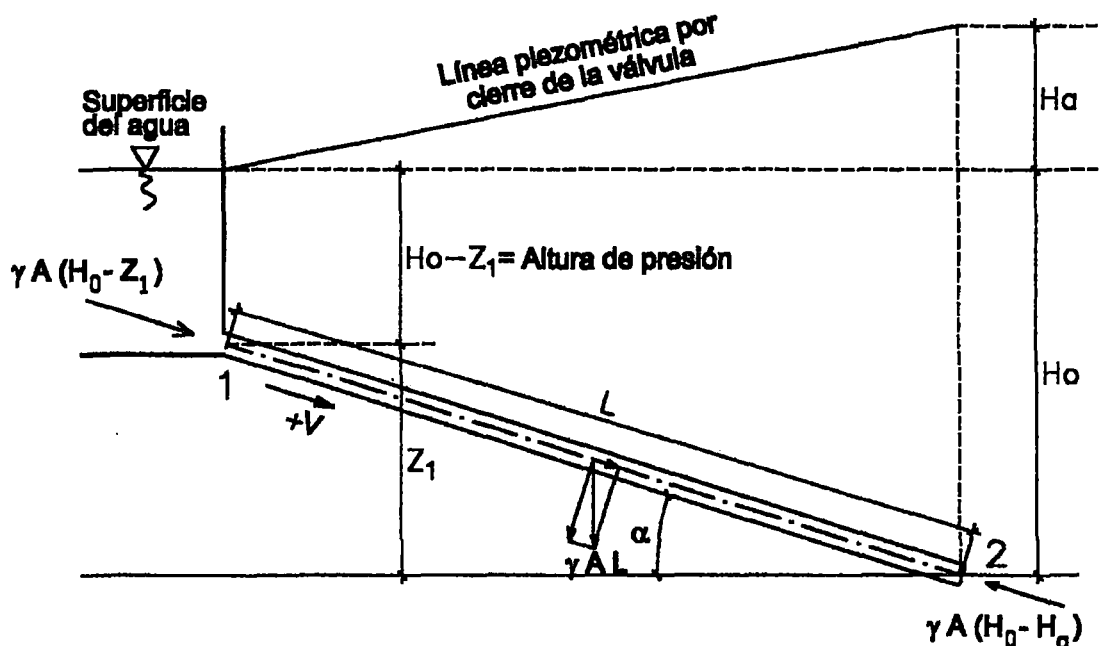


Fig. 2.1 Esquema del sistema reservorio - tubería forzada

Empleando la segunda del movimiento de Newton, se determina la magnitud de dicha fuerza, tomando en cuenta que la velocidad tiene signo positivo en la dirección del flujo. La masa de la columna de agua desacelerada es $\gamma.A.L/g$. La fuerza F que actúa sobre la columna de agua viene por la siguiente expresión, donde H_a denota el aumento de carga en la válvula:

$$F = \gamma A [(H_0 - Z_1) - (H_0 + H_a) + L \text{ sen } \alpha] \quad (2.1)$$

Pero como $Z_1 = L \cdot \text{sen} \alpha$, reemplazamos este valor en (2.1) se obtiene el valor de F que actúa sobre la columna de agua:

$$F = -\gamma A H_a$$

Siendo dV / dt la desaceleración de la masa de agua, entonces por la segunda ley del movimiento de Newton:

$$-\gamma A H_a = \gamma \left(\frac{A L}{g} \right) \frac{dV}{dt}$$

de esta última ecuación se obtiene:

$$H_a = -\frac{L}{g} \frac{dV}{dt} \quad (2.2)$$

Se nota que la pendiente de la tubería no figura en la fórmula (2.2), por lo que esta expresión final del cálculo de la variación de presión es válida para una tubería horizontal, así como también para una tubería inclinada.

2.2.1 Cierre uniforme de la válvula de control

Si la maniobra de cierre de la válvula de control de flujo se realiza de forma uniforme en un tiempo $t=TC$ (TC: tiempo de cierre), es decir, si la disminución de la velocidad es lineal desde V_0 ($t=0$), hasta V_{TC} en un tiempo TC ($t=TC$), entonces:

$$\frac{dV_t}{dt} = -\frac{(V_0 - V_{TC})}{TC}$$

y reemplazando en la ecuación (2.2), H_a se expresará de la siguiente forma:

$$H_a = \frac{L}{g} \frac{(V_0 - V_{TC})}{TC} \quad (2.3)$$

A continuación se hallará las ecuaciones que gobiernan los movimientos de cierre de la válvula de control de flujo, véase la figura (2.2):

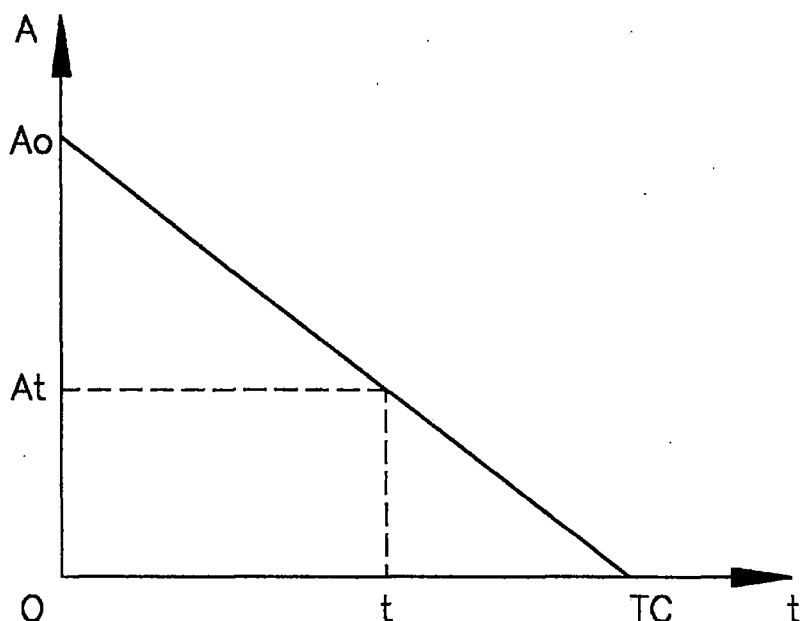


Fig. 2.2 Relación del área y tiempo durante el cierre de la válvula.

Para $t=0$ (Antes del Cierre de la válvula $A= A_0$):

$$Q_0 = Cd_0 A_0 \sqrt{(2 g H_0)} = A_0 V_0 \quad (2.4)$$

Para $0 < t < TC$ (Durante el Cierre de la válvula $A= A_t$):

$$Q_t = Cd_t A_t \sqrt{(2 g H_0 + H_a)} = A_t V_t \quad (2.5)$$

Para $t=TC$ (Después del Cierre parcial de la válvula $A= A_{TC}$):

$$Q_{TC} = Cd_{TC} A_{TC} \sqrt{(2 g H_0)} = A_{TC} V_{TC} \quad (2.6)$$

donde:

H_a = Aumento o disminución de la presión por cierre o abertura de la válvula.

H_0 = Carga de presión para flujo permanente.

Cd = Coeficiente de descarga de la válvula de control.

A = Area de la sección transversal de la tubería.

t = Tiempo de cierre parcial de la válvula.

TC = Tiempo de cierre total de la válvula.

De las ecuaciones (2.4) y (2.5) se obtiene:

$$V_t = V_0 \frac{Cd_t A_t}{Cd_0 A_0} \sqrt{1 + \frac{H_a}{H_0}} = V_0 \eta \sqrt{1 + \frac{H_a}{H_0}} \quad (2.7)$$

donde: $\eta = \frac{A_t}{A_0}$, considerando el coeficiente de descarga constante.

Para las condiciones de cierre uniforme en forma parcial de la válvula se cumple la relación siguiente (ver fig. 2.2):

$$\frac{A_0 - A_t}{A_0 - A_{TC}} = \frac{t}{TC} \quad (2.9)$$

si dividimos la ecuación (2.9) y reemplazando el valor de τ

$$\frac{1 - \eta}{1 - \frac{A_{TC}}{A_0}} = \frac{t}{TC} \quad (2.9)$$

y despejando obtenemos:

$$\eta = 1 - \frac{t}{TC} \frac{(A_0 - A_{TC})}{A_0} \quad (2.10)$$

reemplazando las ecuaciones (2.4) y (2.6) en (2.10) obtenemos:

$$\eta = 1 - \frac{t}{TC} \frac{(V_0 - V_{TC})}{V_0} \quad (2.11)$$

finalmente (2.11) se reemplaza en (2.7) y se obtiene:

$$V_t = V_0 \left[1 - \frac{t}{TC} \frac{(V_0 - V_{TC})}{V_0} \right] \sqrt{1 + \frac{H_a}{H_0}} \quad (2.12)$$

Las ecuaciones (2.2) y (2.12) serán resueltos simultáneamente para obtener el valor máximo de H_a , igualando $\frac{dH_a}{dt} = 0$, para lo cual derivamos con respecto a t la ecuación (2.12) y reemplazamos dicho valor para obtener lo siguiente:

$$\frac{dV_t}{dt} = - \frac{(V_0 - V_{TC})}{TC} \sqrt{1 + \frac{H_a}{H_0}} \quad (2.13)$$

reemplazando (2.2) en (2.13) tenemos:

$$\boxed{-\frac{g}{L} H_a = -\frac{(V_0 - V_{TC})}{TC} \sqrt{1 + \frac{H_a}{H_0}}} \quad (2.14)$$

de la expresión anterior se obtiene lo siguiente:

$$\boxed{-\left[\frac{H_a}{H_0}\right]^2 = -\left[\frac{L(V_0 - V_{TC})}{TC g H_0}\right]^2 \frac{H_a}{H_0} - \left[\frac{L(V_0 - V_{TC})}{TC g H_0}\right]^2} = 0 \quad (2.15)$$

Si hacemos: $B = \left[\frac{L(V_0 - V_{TC})}{TC g H_0}\right]^2$ y $x = \frac{H_a}{H_0}$ tenemos: $x^2 - B.x - B = 0$

resolviendo el sistema anterior:

$$\boxed{\frac{H_a}{H_0} \max = \frac{B}{2} \pm \sqrt{B + \frac{B^2}{4}}} \quad (2.16)$$

Los signos (+) y (-) se refieren al caso de cierre y abertura de la válvula respectivamente.

Para valores de $B \leq 0.05$, se simplifica la ecuación 2.16, con lo cual:

$$\boxed{H_a \max = \pm \frac{L}{g} \frac{(V_0 - V_T)}{T}} \quad (2.17)$$

La fórmula (2.16) para calcular la presión es aproximada y válida para tuberías cortas y tiempos de cierre largos (movimientos lentos) de la válvula, y da resultados aceptables cuando $TC > L/300$; donde L es la longitud de la tubería y TC es el tiempo de cierre de la válvula de control en segundos.

De no cumplirse la última relación de TC, debe considerarse la compresibilidad del agua y la elasticidad de la tubería.

2.2.2 Tubería de longitud equivalente

Considérese un sistema reservorio - tubería en el que se presenta un cambio de sección en la tubería, tal como se muestra en la figura 2.3.

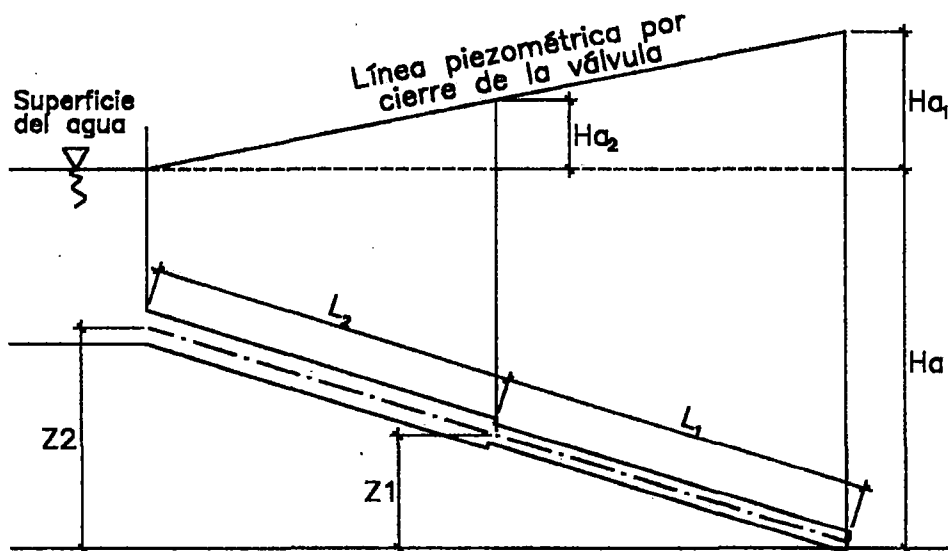


Fig. 2.3 Sistema reservorio - tubería de dos tramos con cambio de sección.

Tomando en cuenta que en la teoría de la columna rígida que las pérdidas de energía por fricción y carga de velocidad son despreciadas, entonces las fuerzas que actúan en los extremos de las dos columnas de agua corresponden a las mostradas en la figura (2.4).

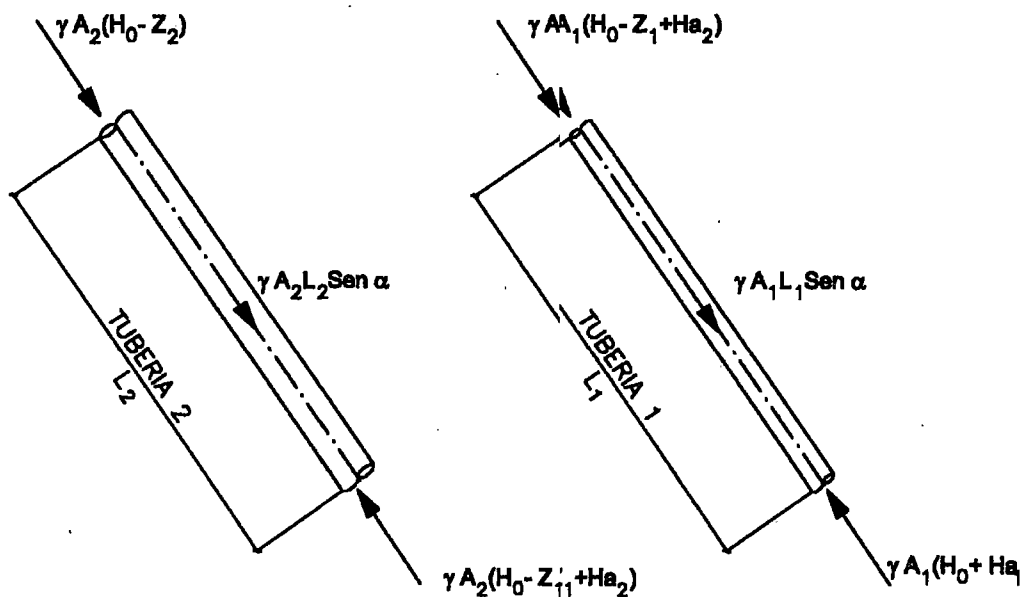


Fig. 2.4 Diagrama de fuerzas en las tuberías del sistema de la fig. 2.3

Las ecuaciones de equilibrio dinámico, empleando la segunda del movimiento de Newton ($F=m.a$), para cada una de las columnas de agua, se presentan a continuación:

$$\gamma A_1 [-Z_1 + H_{a2} - H_{a1} + L_1 \text{sen} \alpha] = \frac{\gamma}{g} A_1 L_1 \frac{dV_{t1}}{dt} \quad (2.18)$$

y

$$\gamma A_2 [Z_1 - Z_2 - H_{a2} + L_2 \text{sen} \alpha] = \frac{\gamma}{g} A_2 L_2 \frac{dV_{t2}}{dt} \quad (2.19)$$

Pero en la figura 2.3 se cumple la relación: $Z_1 = L \text{sen} \alpha$ y $Z_1 - Z_2 = -L_2 \text{sen} \alpha$ reemplazando éstos valores en (2.18) y (2.19) se obtiene:

$$\gamma A_1 [H_{a1} - H_{a2}] = -\frac{\gamma}{g} A_1 L_1 \frac{dV_{t1}}{dt} \quad (2.20)$$

y

$$\gamma A_2 H_{a2} = -\frac{\gamma}{g} A_2 L_2 \frac{dV_{t2}}{dt} \quad (2.21)$$

En las expresiones anteriores V_{t1} y V_{t2} son los valores de la velocidad del agua en las tubería de longitudes L_1 y L_2 respectivamente.

Si reemplazamos la ecuación (2.21) en (2.20) obtenemos:

$$H_{a1} + \frac{L_2}{g} \frac{dV_{t2}}{dt} = -\frac{L_1}{g} \frac{dV_{t1}}{dt} \quad (2.22)$$

Si derivamos la ecuación de continuidad: $A_1 \cdot V_{t1} = A_2 \cdot V_{t2}$:

$$\frac{dV_{t2}}{dt} = \frac{A_1}{A_2} \frac{dV_{t1}}{dt} \quad (2.23)$$

Reemplazando ésta última expresión en la ecuación (2.22)

$$H_{a1} + \frac{L_2}{g} \frac{A_1}{A_2} \frac{dV_{t1}}{dt} = -\frac{L_1}{g} \frac{dV_{t1}}{dt} \quad (2.24)$$

y agrupando:

$$H_{a1} = -\frac{1}{g} \left[L_1 + \frac{L_2 A_1}{A_2} \right] \frac{dV_{t1}}{dt} \quad (2.24a)$$

Esta última ecuación (2.25) es similar en forma a la ecuación (2.2) si L es reemplazado por el término en corchetes, entonces:

$$L = L_1 + \frac{L_2 A_1}{A_2} \quad (2.25)$$

Entonces se deduce que para el cálculo de un sistema con una tubería de dos tramos con cambio de sección, con tuberías de longitud L_1 y L_2 y de áreas de sección transversal A_1 y A_2 , es suficiente con reemplazar por una única tubería de longitud equivalente L y área de sección A_1 . Tómese en cuenta que la tubería 1 (con longitud L_1 y área de sección A_1) es la que se encuentra más próxima a la válvula.

El procedimiento anterior se aplica para calcular un sistema de "N" tramos de diferentes longitudes y secciones transversales. Entonces la tubería equivalente a éste sistema tendrá una sección transversal igual al del tramo de tubería más próxima a la válvula (A_1) y por longitud L , que es determinada por la siguiente expresión:

$$L = L_1 + \frac{L_2 A_1}{A_2} + \frac{L_3 A_1}{A_3} + \dots + \frac{L_n A_1}{A_n} \quad (2.26)$$

donde L_i y A_i corresponden a las características de la tubería i , y además L_1 y A_1 corresponden al de la tubería más próxima a la válvula.

2.2.3 Limitaciones de la teoría de la columna rígida

La teoría de la columna rígida asume que la tubería está formada por paredes rígidas y que el agua es incompresible. Asimismo se desprecian las pérdidas de energía y la carga de velocidad, asumiéndose que la velocidad del agua en cualquier sección de la tubería es uniforme.

Esta teoría permite calcular los efectos del golpe de ariete de forma simple y con resultados aceptables para tuberías cortas y tiempos de cierre largos (movimientos lentos) de la válvula, cuando $TC > L/300$; siendo L , longitud de la tubería y TC , tiempo de cierre de la válvula de control de flujo, en segundos.

De no cumplirse la última relación de TC, debe considerarse la compresibilidad del agua y la elasticidad de la tubería, que se verá más adelante en la Teoría de la Columna elástica.

2.3 Teoría de la columna elástica de agua

Esta teoría enfoca el análisis del fenómeno del golpe de ariete en forma más general, asumiendo las consideraciones planteadas en la teoría de la columna rígida, con la excepción de que ahora se ha de tomar en cuenta la acción de la compresibilidad del agua y la elasticidad de las paredes de la tubería bajo la acción de los cambios de presión. Aquí también, como en la teoría anterior, se desprecian las pérdidas de energía y la carga de velocidad

Para la determinación de las ecuaciones que gobiernan el flujo transitorio para ésta teoría se emplearán simultáneamente la ecuación de equilibrio dinámico y la ecuación de continuidad para un elemento muy pequeño de fluido.

2.3.1 La ecuación de equilibrio dinámico

Se toma un elemento muy pequeño de fluido en la tubería de longitud dx , como puede verse en la figura 2.5, se muestra un esquema de éste elemento con las fuerzas actuantes cuando el flujo es alterado por maniobras en la válvula de control.

Los extremos de éste elemento se denominan cara 1 y cara 2, ubicadas a la izquierda y derecha del mismo, como se indica en dicha figura.

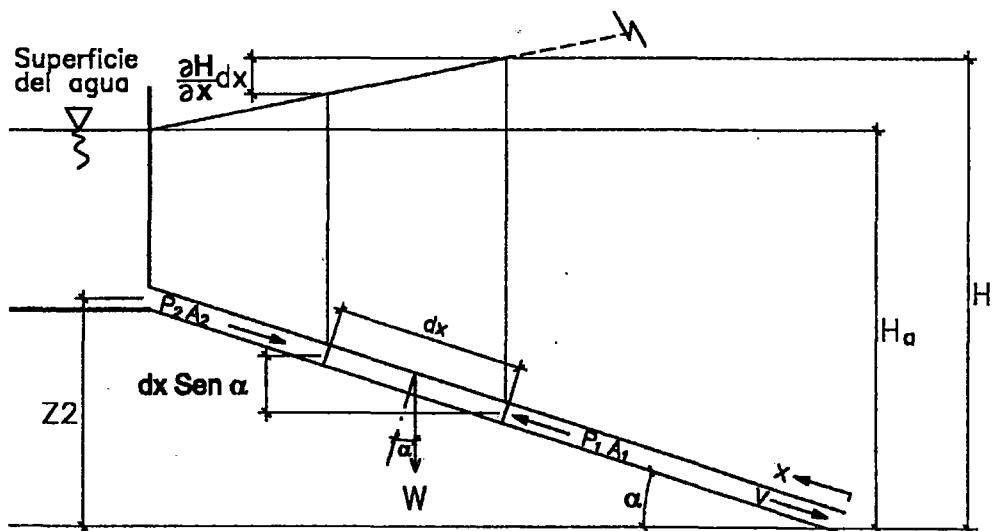


Fig. 2.5 Esquema de análisis dinámico del elemento de longitud dx de tubería.

Cuando el fluido se desplaza desde el punto 1 (cara 1) hacia la cara 2, el área de la sección transversal se incrementa en $\frac{\partial A}{\partial x}$. Si la sección transversal en el punto 1 es definido como A, entonces el área de la sección transversal en 2 será igual a $A + \frac{\partial A}{\partial x} \cdot dx$.

A continuación determinamos los esfuerzos actuantes sobre la base de la figura (2.5).

Para la Cara 1:

Presión: $P_1 = \gamma (H - Z)$

Area sección transversal: $A_1 = A$

Para la Cara 2:

Presión: $P_2 = \gamma (H - Z)$

Area sección transversal: $A_2 = A + \frac{\partial A}{\partial x} dx$

El peso del elemento: $W = \gamma \left(A + \frac{1}{2} \frac{\partial A}{\partial x} dx \right) dx$

Masa del elemento: $m = \frac{\gamma A dx}{g}$

Aceleración del elemento: $a = \frac{dV}{dt}$

La ecuación de equilibrio dinámico viene dada por: $F = m \cdot a$, por lo tanto:

$$P_1 A_1 - P_2 A_2 - W \sin \alpha = m \frac{dV}{dt} \quad (2.27)$$

Siendo la velocidad $V = \frac{dx}{dt}$ una función que depende de las variables x y t se cumple:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial x} \frac{dx}{dt} = \frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} \quad (2.28)$$

Reemplazando y agrupando en (2.27) tenemos:

$$\gamma A (H - Z) - \gamma \left[(H - Z) - \left(\frac{\partial H}{\partial x} + \text{sen } \alpha \right) dx \right] \left[A + \frac{\partial A}{\partial x} dx \right] - \gamma \left[A + \frac{1}{2} \frac{\partial A}{\partial x} dx \right] dx \text{sen } \alpha = \frac{\gamma A dx}{g} \left(\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} \right) \quad (2.29)$$

Simplificando los términos comunes y de menor orden:

$$\gamma A \frac{\partial H}{\partial x} dx = \frac{\gamma A dx}{g} \left(\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} \right) \quad (2.30)$$

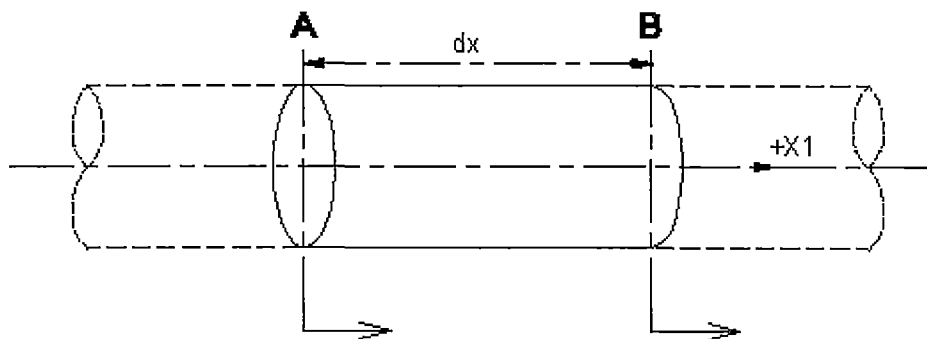
y finalmente se obtiene:

$$\frac{\partial H}{\partial x} = \frac{1}{g} \left(\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} \right) \quad (2.31)$$

La fórmula anterior es conocida como la ecuación de equilibrio dinámico para el elemento fluido.

2.3.2 La ecuación de continuidad

Una segunda relación entre H y V será determinada por la ecuación de continuidad. Analizando un elemento de longitud dx, comprendido entre los puntos A y B, como muestra la figura (2.6) en un tiempo cualquiera t.



En el tiempo t

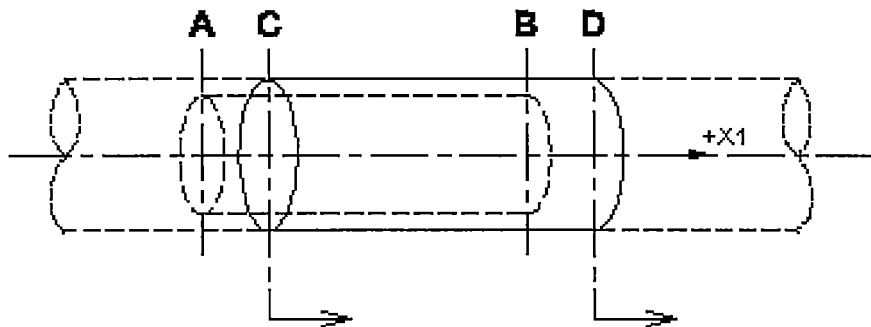
Fig. 2.6 Flujo en el elemento de longitud dx para el tiempo "t".

Para un tiempo cualquiera “t”, se tiene:

Velocidad en A: $V_A = V$

Velocidad en B: $V_B = V + \frac{\partial V}{\partial x} dx$

Después de transcurrido un tiempo muy breve dt, desde el inicio del fenómeno transitorio, tal como se muestra en la figura (2.7), el elemento de agua AB se ha movido a la posición CD, o sea para el tiempo “t+dt”.



En el tiempo t+dt

Fig. 2.7 Esquema de desplazamiento del elemento en el tiempo “t+dt”.

La deformación del elemento de tubería es producida por un cambio en los esfuerzos longitudinal y circunferencial, lo cual fue demostrado por Timoshenko y planteado con las fórmulas siguientes:

$$\Delta\varepsilon_1 = \frac{1}{E} (\Delta\sigma_1 - \mu \Delta\sigma_2) \quad (2.37)$$

$$\Delta\varepsilon_2 = \frac{1}{E} (\Delta\sigma_2 - \mu \Delta\sigma_1) \quad (2.38)$$

donde: $\Delta\varepsilon_1$ y $\Delta\varepsilon_2$ son la variación de la deformación unitaria en la dirección longitudinal y circunferencial respectivamente; $\Delta\sigma_1$ y $\Delta\sigma_2$ son las variaciones del esfuerzo longitudinal y circunferencial; E es el módulo de elasticidad y μ es el coeficiente de Poisson.

Para el elemento analizado, ver figura (2.8), la deformación circunferencial (con respecto al radio R) está dada por la siguiente fórmula:

$$\Delta R = \frac{R + e/2}{E} (\Delta \sigma_2 - \mu \Delta \sigma_1) \quad (2.39)$$

Si despreciamos el valor de e por ser pequeño en relación con R tendremos:

$$\Delta R = \frac{R}{E} (\Delta \sigma_2 - \mu \Delta \sigma_1) \quad (2.40)$$

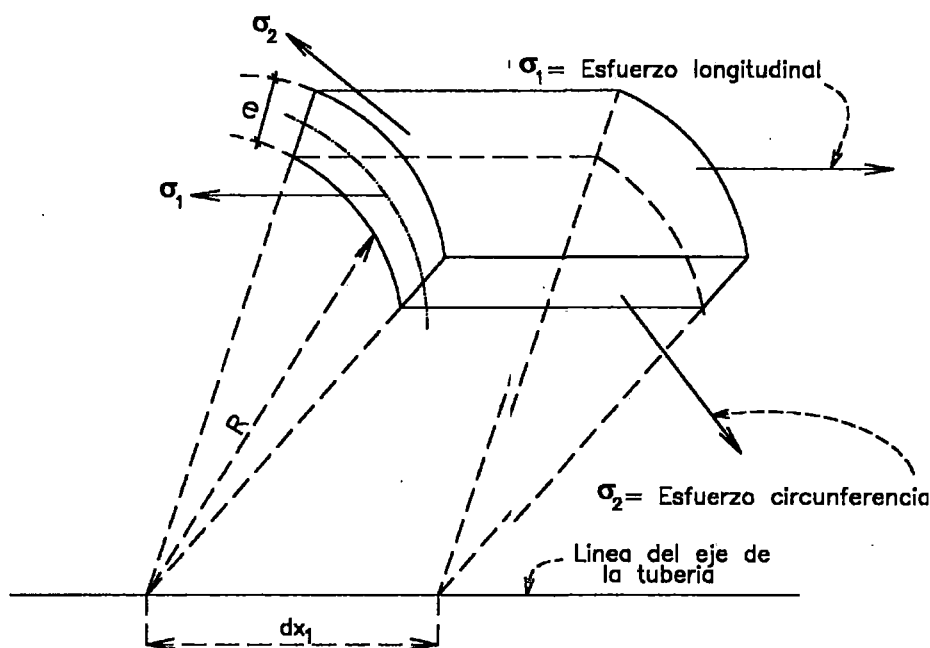


Fig. 2.8 Esquema de esfuerzos circunferencial y longitudinal en la tubería.

Asimismo la deformación longitudinal está dada por la siguiente fórmula:

$$\Delta x = \frac{dx}{E} (\Delta \sigma_1 - \mu \Delta \sigma_2) \quad (2.41)$$

El volumen encerrado por éste nuevo elemento deformado considerando las deformaciones longitudinal y circunferencial ser igual a:

$$Vol = \pi (R + \Delta R)^2 (\Delta x + dx) \quad (2.42)$$

Es decir el cambio de longitud del elemento original AB de acuerdo al nuevo volumen será:

$$\boxed{(\Delta L_1 + dx)\pi R^2 = \pi (R + \Delta R)^2 (\Delta x + dx)} \quad (2.43)$$

Desarrollando la ultima expresión y despreciando términos de menor orden se obtiene el valor del cambio total en la longitud:

$$\boxed{\Delta L_1 = \Delta x + 2 \frac{\Delta R}{R} dx} \quad (2.44)$$

El esfuerzo circunferencial en tuberías de paredes delgadas, está dado por la fórmula:

$$\boxed{\sigma_2 = \frac{P D}{2 e}} \quad (2.45)$$

Se debe poner énfasis, en que el esfuerzo longitudinal es dependiente de la capacidad que tiene la tubería de moverse en esa dirección, es por ello que existen muchos casos típicos que deben ser analizados:

Caso 1: Tubería anclada en el extremo superior, con libertad de movimiento en dirección longitudinal y sin juntas de dilatación.

Los esfuerzos producidos por un cambio de presión $\gamma \cdot dH$, están dados por las siguientes fórmulas:

$$\boxed{\Delta \sigma_1 = \frac{\gamma D dH}{4 e}} \quad \boxed{\Delta \sigma_2 = \frac{\gamma D dH}{2 e}} \quad (2.46)$$

Reemplazando éstos valores de la ecuación (2.46) en la fórmula (2.44), tomando en cuenta las ecuaciones (2.40) y (2.41), tendremos:

$$\boxed{\Delta L_1 = \Delta x + \frac{2 \Delta R}{R} dx = \frac{dx}{E} \left(\frac{\gamma D dH}{4 e} - \frac{\mu \gamma D dH}{2 e} \right) + \frac{2 dx}{E} \left(\frac{\gamma D dH}{2 e} - \frac{\mu \gamma D dH}{4 e} \right)}$$

simplificando se obtiene:

$$\boxed{\Delta L_1 = \frac{\gamma D dH}{E e} \left(\frac{5}{4} - \mu \right) dx} \quad (2.47)$$

Caso 2: Tubería empotrada para evitar movimientos longitudinales.

Se cumple en este caso que: $\Delta\sigma_1 = \mu \Delta\sigma_2$, en vista que $\varepsilon_1 = 0$

$$\Delta\sigma_1 = \mu \frac{\gamma D dH}{2 e} \quad \Delta\sigma_2 = \frac{\gamma D dH}{2 e} \quad (2.48)$$

Reemplazando éstos valores de la ecuación (2.48) en la fórmula (2.44), tomando en cuenta las ecuaciones (2.40) y (2.41), tendremos:

$$\Delta L_1 = \frac{dx}{E} \left(\mu \frac{\gamma D dH}{2 e} - \frac{\mu \gamma D dH}{2 e} \right) + \frac{2 dx}{E} \left(\frac{\gamma D dH}{2 e} - \frac{\mu^2 \gamma D dH}{2 e} \right)$$

simplificando se obtiene:

$$\Delta L_1 = \frac{\gamma D dH}{E e} (1 - \mu^2) dx \quad (2.49)$$

Caso 3: Tubería con juntas de expansión entre ánclajes a lo largo de toda la tubería.

Se cumple en este caso que:

$$\Delta\sigma_1 = 0 \quad \Delta\sigma_2 = \frac{\gamma D dH}{2 e} \quad (2.50)$$

Reemplazando éstos valores de la ecuación (2.50) en la fórmula (2.44), tomando en cuenta las ecuaciones (2.40) y (2.41), tendremos:

$$\Delta L_1 = \frac{dx}{E} \left(-\mu \frac{\gamma D dH}{2 e} \right) + \frac{2 dx}{E} \left(\frac{\gamma D dH}{2 e} \right)$$

simplificando se obtiene:

$$\Delta L_1 = \frac{\gamma D dH}{E e} \left(1 - \frac{\mu}{2} \right) dx \quad (2.50a)$$

El cambio total calculado por las fórmulas (2.47), (2.49) y (2.51), puede ser expresado en forma general como:

$$\Delta L_1 = \Delta x_1 + \frac{2 \Delta R}{R} dx = c \frac{\gamma D dH}{E e} dx \quad (2.51)$$

donde c toma los valores según el caso:

$$\text{Caso 1: } c = \frac{5}{4} - \mu$$

$$\text{Caso 2: } c = 1 - \mu^2$$

$$\text{Caso 3: } c = 1 - \frac{\mu}{2}$$

Ahora se analizará el cambio de longitud del elemento líquido dx debido a su compresibilidad. Bajo la acción del cambio de presión $\gamma \cdot dH$, se produce una variación de volumen del elemento original:

$$\Delta V = \frac{\gamma \pi R^2}{K} dH dx \quad (2.52)$$

y el correspondiente cambio de longitud del elemento de agua es:

$$\Delta L_2 = \frac{\gamma \pi R^2}{K \pi R^2} dH dx = \frac{\gamma}{K} dH dx \quad (2.52a)$$

Finalmente, la variación de longitud total L del elemento producido por el cambio de presión, tomando en cuenta la compresibilidad del agua y la elasticidad de las paredes de la tubería será:

$$\Delta L = \Delta L_1 + \Delta L_2 = \left(\frac{D c}{E e} + \frac{1}{K} \right) dH dx \quad (2.53)$$

Sabemos que H es función de x y t, entonces se tiene que:

$$dH = \frac{\partial H}{\partial t} dt + \frac{\partial H}{\partial x} dx = \left(\frac{\partial H}{\partial t} + V \frac{\partial H}{\partial x} \right) dt \quad (2.53a)$$

Reemplazando en la ecuación (2.32), entonces el cambio total de longitud del elemento es:

$$\Delta L = AC - BD = -\frac{\partial V}{\partial x} dx dt = \gamma \left(\frac{1}{K} + \frac{D c}{E e} \right) \left(\frac{\partial H}{\partial t} + V \frac{\partial H}{\partial x} \right) dx dt$$

Simplificando:

$$\frac{\partial V}{\partial x} = -\gamma \left(\frac{1}{K} + \frac{D c}{E e} \right) \left(\frac{\partial H}{\partial t} + V \frac{\partial H}{\partial x} \right) \quad (2.53b)$$

Si notamos la siguiente expresión:

$$a = \sqrt{\frac{1}{\gamma \left(\frac{1}{K} + \frac{D c}{E e} \right)}} \quad (2.54)$$

Esta expresión es conocida como la fórmula para obtener **a**, que es la velocidad de ondas de presión en la tubería.

donde:

K: Módulo de elasticidad volumétrica del agua.

Entonces:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + V \frac{\partial H}{\partial x} = -\frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} \quad (2.55)$$

La fórmula anterior es conocida como la ecuación de continuidad para el elemento fluido.

2.3.3 Ecuaciones fundamentales del golpe de ariete

Las ecuaciones (2.31) y (2.55), son llamadas ecuaciones fundamentales del fenómeno transitorio y han de ser resueltos simultáneamente, y los cuales son presentados a continuación:

$$\frac{\partial H}{\partial x} = \frac{1}{g} \left(\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} \right) \quad (2.31)$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} + V \frac{\partial H}{\partial x} = -\frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} \quad (2.55)$$

En la ecuación (2.31), el término $V \frac{\partial V}{\partial x}$ es muy pequeño en comparación con $\frac{\partial V}{\partial t}$; asimismo en la ecuación (2.55) el término $V \frac{\partial H}{\partial x}$ también es pequeño comparado con $\frac{\partial H}{\partial t}$. Entonces las ecuaciones anteriores pueden ser escritas en forma simple de la siguiente manera:

$$\boxed{\frac{\partial H}{\partial x} = -\frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t}} \quad (2.56)$$

$$\boxed{\frac{\partial H}{\partial t} = -\frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x}} \quad (2.57)$$

La solución general de éstas ecuaciones diferenciales simultáneas fue obtenida por Riemann:

$$\boxed{H - H_0 = F\left(t - \frac{x}{a}\right) + f\left(t + \frac{x}{a}\right)} \quad (2.58)$$

$$\boxed{V - V_0 = -\frac{g}{a} \left[F\left(t - \frac{x}{a}\right) - f\left(t + \frac{x}{a}\right) \right]} \quad (2.59)$$

En éstas ecuaciones fundamentales del golpe de ariete, se establece que x sea medido en forma positiva a partir de la sección donde se produce la perturbación, es decir desde la válvula de control, en sentido contrario a la dirección del flujo. Asimismo las velocidades son positivas en la dirección del flujo.

Vamos a explicar el significado que tienen las variables $F\left(t - \frac{x}{a}\right)$ y $f\left(t + \frac{x}{a}\right)$, si imaginamos a un observador que se desplaza a lo largo de la tubería con una velocidad $+a$ en la dirección positiva de la abscisa ($+x$). Entonces la ecuación del desplazamiento o posición del observador será:

$$\boxed{x = a t + x_1} \quad (2.60)$$

donde x_1 es una constante que define la posición para $t=0$. Si reemplazamos la

ecuación (2.60) en la función $F\left(t - \frac{x}{a}\right)$ se obtiene:

$$F\left(t - \frac{x}{a}\right) = F\left(t - \frac{x_1 + a \cdot t}{a}\right) = F\left(\frac{x_1}{a}\right) = F(c) = \text{const.} \quad (2.61)$$

Esto significa que la función $F(x_1/a)$, acompañado por el imaginario observador, se moverán en la dirección $(+x)$ con una velocidad a . Por ejemplo, el observador para el instante t_1 , se encontrará en el punto $x = a t_1 + x_1$, donde el observará que la función será $F=F(c)$: En el instante t_2 , se encontrará en el punto $x = a t_2 + x_1$, donde la función será otra vez $F=F(c)$. Esto ocurrió para el instante $t=0$, en el punto x_1 .

Entonces se concluye que la función $F(t-x/a)$ representa una onda de presión, ver figura (2.9), que se desplaza a una velocidad a , en la dirección $(+x)$.

Lo explicado anteriormente se puede aplicar, con un cambio de signo, a la función $f\left(t - \frac{x}{a}\right)$. En este caso un segundo observador imaginario se moverá con la misma velocidad a en la dirección $(-x)$. La ecuación de la posición del observador es:

$$x = -a t + x_2 \quad (2.62)$$

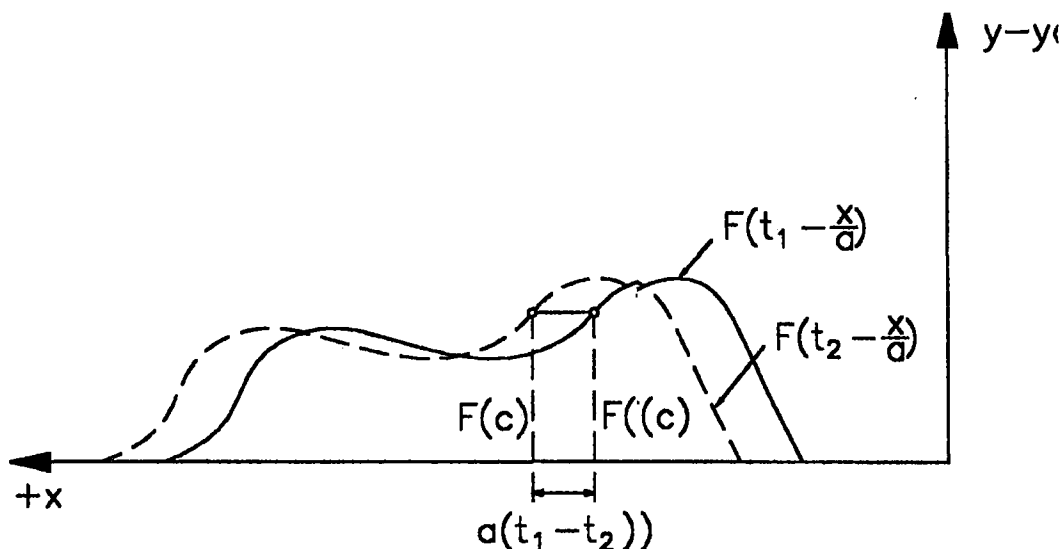


Fig. 2.9 Gráfico de la función $F(t-x/a)$.

Por lo cual la función f tendrá un valor constante como se demuestra en la siguiente ecuación:

$$\boxed{f\left(t + \frac{x}{a}\right) = f\left(t + \frac{x_2 - a \cdot t}{a}\right) = f\left(\frac{x_2}{a}\right) = \text{const.}} \quad (2.63)$$

Esto significa que la función $f(t+x/a)$, como se puede observar en la figura 2.10, representa una segunda onda de presión, que se desplaza a una velocidad a , en la dirección del eje $(-x)$.

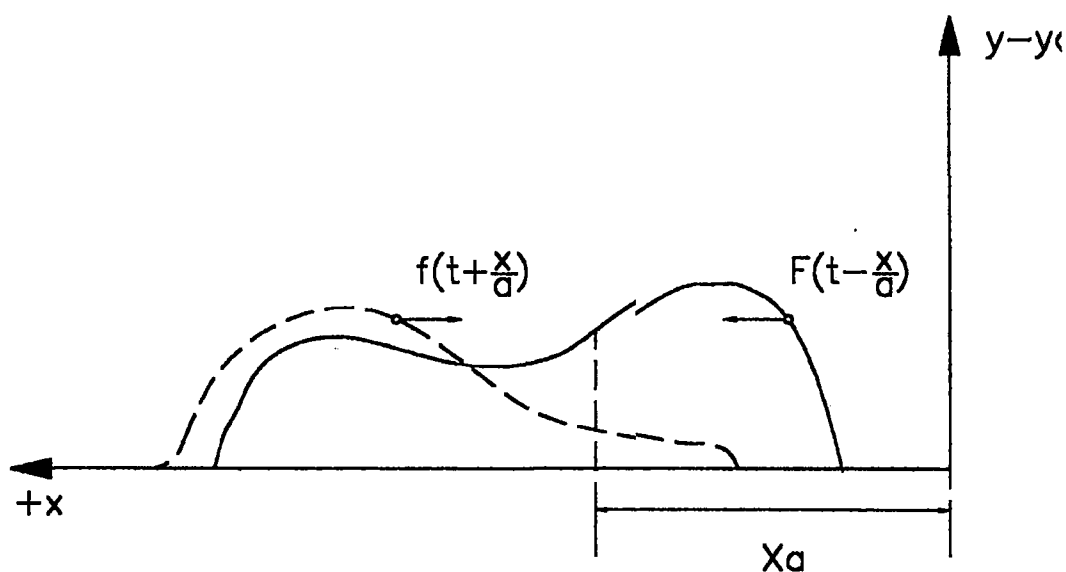


Fig. 2.10 Gráfico de la función $f(t+x/a)$.

2.3.4 Velocidad de la onda de presión a .

La velocidad de las ondas de presión en una tubería forzada con paredes delgadas está dada por la fórmula hallada en la fórmula (2.54):

$$\boxed{a = \sqrt{\frac{1}{\frac{\gamma}{g} \left(\frac{1}{K} + \frac{Dc}{Ee} \right)}}$$

donde c , es una constante que depende del material de la tubería y de su libertad de movimiento en la dirección longitudinal, y toma los siguientes valores, ver figura (2.11), según el caso de restricciones en los extremos:

- Caso 1: $c = \frac{5}{4} - \mu$ para una tubería empotrada en el extremo superior y sin juntas de expansión,
- Caso 2: $c = 1 - \mu^2$ para una tubería empotrada para evitar movimientos longitudinales,
- Caso 3: $c = 1 - \frac{\mu}{2}$ para una tubería con juntas de expansión entre anclajes a lo largo de toda la tubería.

Donde:

- a : Velocidad de la onda de presión (m/seg).
 γ : Peso específico del líquido (kg/m³).
 E : Módulo de elasticidad del material de la tubería (kg/m²).
 e : Espesor de las paredes de la tubería (m).
 D : Diámetro interior de la tubería (m).
 g : Aceleración de la gravedad (m²/seg).
 K : Módulo de elasticidad volumétrica del líquido.
 μ : módulo de Poisson (adimensional).

En la fórmula (2.54) se observa que la velocidad de la onda de presión es directamente proporcional al módulo de elasticidad volumétrica del agua K, a la rigidez E y al espesor de la tubería. Esto indica que en tuberías de mayor espesor y de mayor rigidez, la velocidad de dicha onda será mayor.

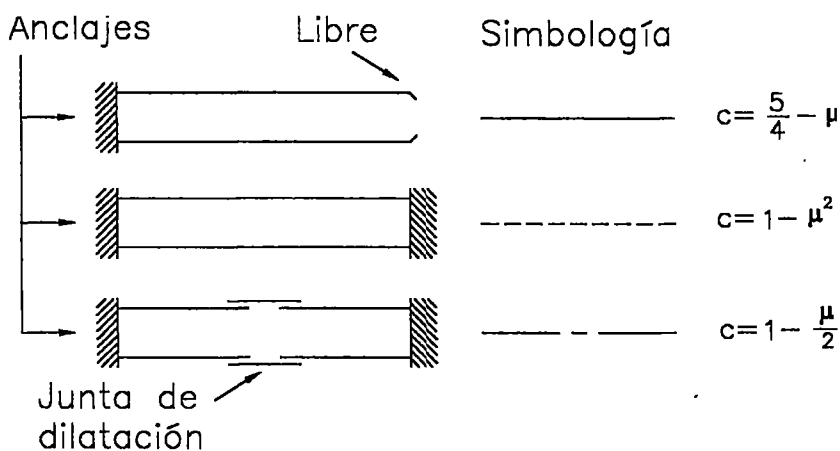


Fig 2.11 Casos de restricciones en los extremos para tuberías forzadas

Como la velocidad de onda de presión inversamente proporcional al diámetro de la tubería, se obtendrá mayores valores, cuánto menor sea el diámetro de la misma.

Para tuberías de hierro fundido, el módulo de elasticidad está comprendido entre 8.2×10^9 y 1.12×10^{10} kg/m², y el coeficiente de Poisson es 0.25; y para tuberías de acero dulce, el módulo de elasticidad está comprendido entre 2×10^{10} - 2.1×10^{10} kg/m², y el coeficiente de Poisson es 0.27.

2.3.5 Estudio de las condiciones de frontera

En las ecuaciones fundamentales del flujo transitorio, para el análisis del golpe de ariete, se definen como funciones arbitrarias $F\left(t - \frac{x}{a}\right)$ y $f\left(t + \frac{x}{a}\right)$, siendo éstas funciones F y f variables en el tiempo y actúan tal como se muestra en la figura (2.12).

Ambas funciones son desconocidas y su determinación es complicada, por lo que ha de recurrirse al estudio de las condiciones físicas de frontera de la tubería en estudio. En nuestro caso se ha de analizar lo que ocurre en el extremo aguas arriba (junto a la cámara de carga) y en el extremo aguas abajo (válvula de control).

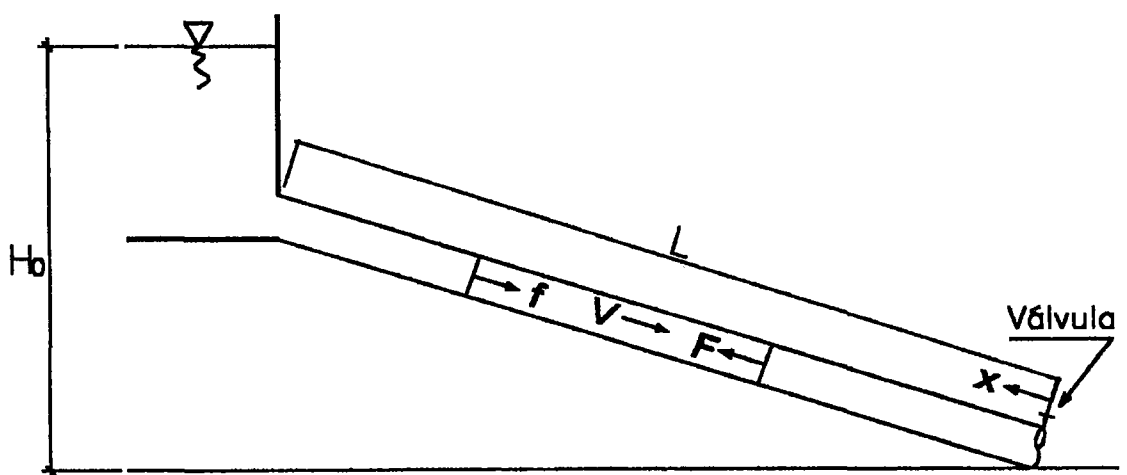


Fig. 2.12 Funciones arbitrarias en el sistema reservorio - tubería.

En la cámara de carga (reservorio)

Si en un sistema reservorio - tubería, siendo la presión constante e igual a la carga H_0 , se produce un cambio en las condiciones de flujo por efecto de maniobras en la válvula de control, ocasionará un cambio en la velocidad del flujo originando una onda de presión del tipo F , con velocidad $+a$ en la dirección positiva de la abscisa ($+x$), es decir aguas arriba, ver figura 2.12.

Cuando la onda de presión llega al reservorio se produce inmediatamente una onda de presión del tipo f , que se mueve en dirección aguas abajo, o sea en dirección ($-x$), con la misma velocidad a .

Como ya se mencionó anteriormente, para el análisis del golpe de ariete, se conviene que x sea medido en forma positiva a partir de la sección donde se produce la perturbación, es decir desde la válvula de control, en sentido contrario a la dirección del flujo.

Para $x=L$, le corresponde el valor de $H=H_0$, entonces en la fórmula (2.58):

$$\boxed{H - H_0 = F\left(t - \frac{x}{a}\right) + f\left(t + \frac{x}{a}\right)}$$

$$\boxed{H_0 - H_0 = 0 = F\left(t - \frac{L}{a}\right) + f\left(t + \frac{L}{a}\right)} \quad (2.64)$$

se obtiene:

$$\boxed{F\left(t - \frac{L}{a}\right) = -f\left(t + \frac{L}{a}\right)} \quad (2.65)$$

Esto significa que la onda de presión primaria $F(t-x/a)$, la cual es reflejada al llegar al reservorio, mantiene su valor absoluto, pero cambia su signo

Reemplazando ésta relación en la ecuación (2.59):

$$\boxed{V - V_0 = -\frac{g}{a} \left[F\left(t - \frac{x}{a}\right) - f\left(t + \frac{x}{a}\right) \right]}$$

$$\boxed{V - V_0 = -\frac{2g}{a} F\left(t - \frac{L}{a}\right)} \quad (2.66)$$

De la ecuación anterior se deduce que cuando la onda de presión llega al reservorio, el cambio de velocidad del líquido en tal punto (A) es el doble al producido en otros puntos de la tubería. Esta variación produce una onda de presión f , de igual magnitud pero con signo contrario.

En el punto A ocurre una reflexión total con un cambio de signo. Si t es reemplazado en la ecuación (2.65) por:

$$\boxed{t = t_i - \frac{L}{a}} \quad (2.67)$$

seguidamente obtenemos:

$$\boxed{F\left(t - \frac{L}{a}\right) = F\left(t_i - \frac{L}{a} - \frac{L}{a}\right) = -f\left(t + \frac{L}{a}\right) = -f\left(t_i - \frac{L}{a} + \frac{L}{a}\right)} \quad (2.68)$$

entonces se obtiene:

$$\boxed{F\left(t_i - \frac{2L}{a}\right) = -f(t_i)} \quad (2.69)$$

Esto significa que la onda reflejada $f(t_i)$ es simplemente igual a la onda F que salió de la válvula $2L/a$ segundos antes, lo cual indica que se trata de un

movimiento oscilatorio con período $\boxed{T = \frac{2L}{a}}$.

En la válvula (extremo cerrado)

En el sistema mostrado en la figura (2.12), con la válvula de control agua abajo, cuando es cerrada por completo se cumple:

$$\boxed{V = V_0 = 0} \quad (2.70)$$

Reemplazando en la ecuación (2.58)

$$H - H_0 = 2F \left(t - \frac{L}{a} \right) \quad (2.71)$$

la expresión anterior indica que en la válvula, la onda de presión es completamente reflejada, con una magnitud que es el doble de la onda de presión directa y con el mismo signo.

En un cambio de sección transversal¹

Para el análisis de un sistema de tubería con cambio de sección, se utilizará el esquema mostrado en la figura (2.13).

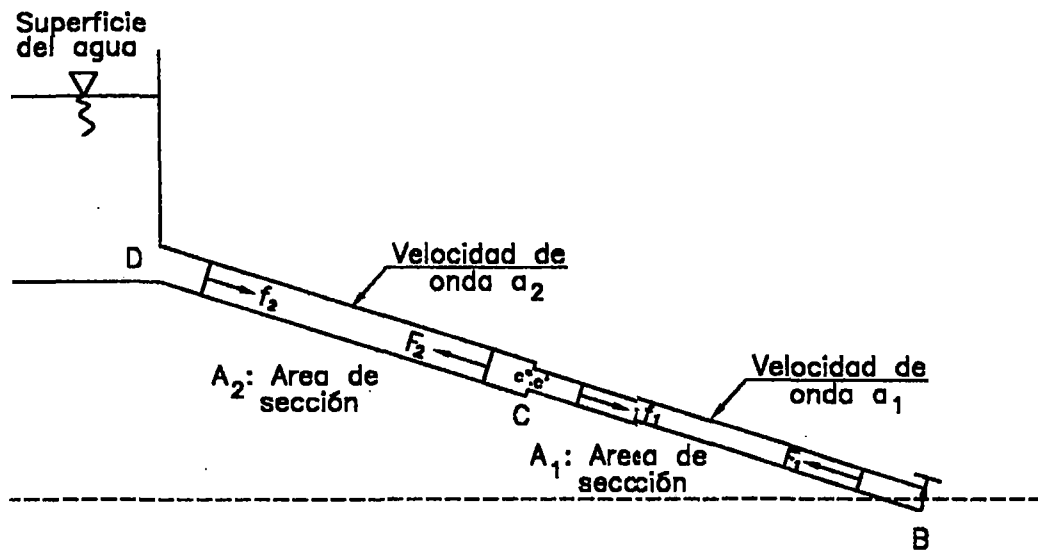


Fig. 2.13 Sistema de una tubería con cambio de sección.

Para los tramos mostrados AC' y C"D, se aplicarán las ecuaciones fundamentales del golpe de ariete, halladas líneas arriba. Si consideramos que una onda de presión de tipo F, llega al cambio de sección C, se puede escribir las siguientes expresiones:

$$H_{C't} - H_0 = F_1 + f_1 \quad (2.72)$$

$$V_{C't} - V_{C'0} = -\frac{g}{a_1} (F_1 + f_1) \quad (2.73)$$

¹ PARMAKIAN, John. "Waterhammer and surge tanks", 1963.

En el instante que la onda del tipo llega al cambio de sección, la onda de reflexión aun no se ha producido, por lo que $f_2=0$.

Aplicando nuevamente las ecuaciones fundamentales del golpe de ariete, ésta vez para el segundo tramo, obtendremos:

$$\boxed{H_{C''t} - H_0 = F_2} \quad (2.74)$$

$$\boxed{V_{C''t} - V_{C''0} = -\frac{g}{a_2} F_2} \quad (2.75)$$

Despreciando la pérdida de carga por singularidad en la sección C de la tubería, se cumple:

$$\boxed{H_{C't} = H_{C''t}} \quad (2.76)$$

Aplicando la condición de continuidad para el cambio de sección C:

$$\boxed{A_2 V_{C''t} = A_1 V_{C't}} \quad (2.77)$$

De las ecuaciones (2.72), (2.73) y (2.76) se obtiene:

$$\boxed{F_2 = F_1 + f_1} \quad (2.78)$$

Si se desprecia la carga de velocidad en las dos secciones de la tubería, se tendrá que:

$$\boxed{V_{C'0} = 0} \quad (2.79)$$

$$\boxed{V_{C''0} = 0} \quad (2.80)$$

Asumiendo éstas dos últimas relaciones, se obtiene:

$$\boxed{V_{C't} = -\frac{g}{a_1} (F_1 - f_1)} \quad (2.81)$$

$$\boxed{V_{C''t} = -\frac{g}{a_2} F_2} \quad (2.82)$$

Reemplazando la ecuación (2.77) en las últimas relaciones, se obtiene la relación siguiente:

$$F_2 = \frac{A_1 a_2}{A_2 a_1} (F_1 - f_1) \quad (2.83)$$

Después de resolver las ecuaciones (2.78) y (2.83), se halla la solución de las ecuaciones para F_2 y f_1 , como se indica a continuación:

$$F_2 = s F_1 \quad (2.84)$$

$$f_1 = r F_1 \quad (2.85)$$

donde:

$$s - r = 1 \quad (2.86)$$

siendo los valores para s y r determinados por las siguientes relaciones:

$$s = \frac{2 A_1 / a_1}{A_1 / a_1 + A_2 / a_2} \quad (2.87)$$

$$r = \frac{A_1 / a_1 - A_2 / a_2}{A_1 / a_1 + A_2 / a_2} \quad (2.88)$$

En estas ecuaciones s y r son los factores de transmisión y reflexión respectivamente. Estos factores, como se puede deducir de las ecuaciones (2.87) y (2.88), dependen de las áreas de las secciones A_1 y A_2 de los tramos de la tubería y de las velocidades de onda de presión a_1 y a_2 . Es sabido que la velocidad de onda de presión depende del espesor de las paredes de la tubería y del diámetro de la sección.

Finalmente se puede concluir que cuando se presenta un cambio de sección o un cambio en el espesor de la pared de la tubería, se producirá una onda de reflexión f .

CAPITULO III

METODOS DE ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

3.1 Generalidades

Existen diferentes métodos de análisis del fenómeno del golpe de ariete, que permiten evaluar las variaciones de presión y cambios de velocidad que ocurren en las tuberías forzadas, producidos por una maniobra en la válvula de control del flujo de agua hacia la turbina.

En el siglo XIX se iniciaron estudios de este fenómeno basándose en la observación y la experimentación. Jouguet y Micheaud analizaron el fenómeno y estudiaron su solución sobre la base de puras consideraciones dinámicas, sin incluir la compresibilidad del agua ni la elasticidad del material de la tubería y no plantearon limitaciones al tiempo de cierre de la válvula.

Joukowski fue el primero que planteó las ecuaciones diferenciales que daban solución al fenómeno, considerando la compresibilidad del agua y la elasticidad del material integrante de la tubería. Pero no llegó a obtener una solución a las ecuaciones planteadas y su resolución quedó postergada hasta que Allievi obtuvo un método que lleva su nombre.

Del estudio realizado posteriormente por Allievi se llega a la conclusión que la fórmula de Micheaud es aplicable solamente cuando el tiempo de cierre de la válvula resulta mayor al período del fenómeno. El método que dio solución al fenómeno del ariete hidráulico se debe al Ingeniero Lorenzo Allievi, quien planteó el problema con las siguientes premisas: la densidad del agua varía por la sobrepresión a que está siendo sometida, el material de la tubería posee propiedades elásticas, no se considera a la fuerza de fricción como una fuerza

que se opone al movimiento del agua y que actúa como disipador de energía, tampoco se considera a la componente del peso del agua y la influencia de la inclinación de la tubería con la horizontal.

Allievi desarrolló todo su estudio con las premisas anteriores y llegó a idear un método de solución, en la que el cierre de la válvula se rige por una ley de variación lineal; por la que la sección transversal de ésta es proporcional con el tiempo de cierre que se emplee. Asimismo llegó a la conclusión que la tubería sufre una presión máxima en la válvula para tiempos de cierre menores al período del fenómeno $2L/a$, siendo "a" la velocidad de propagación de la onda de presión, y L la longitud de la tubería.

Para tiempos mayores a este período, Allievi ha llegado a obtener un método de solución que lleva su nombre y que permite conocer la presión total de agua en la válvula para cualquier tiempo de cierre de la válvula y para intervalos de tiempo igual al período del fenómeno. A este método se le conoce como las series concatenadas de Allievi.

Basado en los estudios de Allievi, Bergerón ideó un método de solución gráfico, que muchas veces resulta práctico y de fácil aplicación cuando se quiere estimar la presión máxima a que es sometida la válvula. Este método gráfico se aplica a tuberías forzadas (con válvula de control, chimenea de equilibrio, etc.), pero a medida que se hace complejo el problema a resolver, la solución también se complica en demasía y no resulta muy práctico, ni recomendable su utilización.

En la actualidad al revisarse los conceptos y premisas con el que Allievi planteó su método de solución, investigadores contemporáneos han planteado el estudio del fenómeno, considerando las siguientes premisas que deben incluirse en la deducción de las ecuaciones que gobiernan al fenómeno golpe de ariete.

- Se debe considerar la compresibilidad del agua.
- Se debe considerar la elasticidad del material que forma la tubería.
- La fuerza de fricción se opone al movimiento del agua y es la fuerza que finalmente anula las sobrepresiones y depresiones.
- La inclinación de la tubería debe considerarse e interviene con el seno del ángulo que forma con la horizontal.

Un método que actualmente se utiliza con mucha exactitud es el método de las características que utiliza las anteriores premisas expuestas para dar solución al fenómeno en estudio. Este método calcula las presiones totales en todas las secciones en que se divide a la tubería, incluyendo a la sección inmediata a la válvula. Este método también generaliza la ley de cierre que rige a la válvula, pudiendo ser esta ley de cierre lineal o no lineal, basado en las diferencias finitas, la solución se obtiene por una serie de iteraciones que se realiza por medio de la computadora.

También, se hace una exposición del método algebraico, que es una variante del método de las características, pero que no considera en su análisis a la inclinación de la tubería, en cambio sí toma en cuenta todas las premisas anteriores, empleadas en el método de las características.

Con la difusión de las computadoras se ha hecho posible realizar cada vez con mayor rapidez y precisión el análisis del golpe de ariete por los diferentes métodos que en este capítulo serán expuestos.

3.2 Método de las Series de Allievi¹

Allievi demostró la influencia preponderante de la compresibilidad del agua y de la elasticidad del material integrante de la tubería, aportando una solución general al problema del flujo transitorio. Demostrando que puede reducirse la evaluación del golpe de ariete al cálculo de dos parámetros, uno de los cuales depende de las características de la tubería, y el otro, de la maniobra de cierre o abertura en la válvula de control.

El método de las Series de Allievi, está basado en la solución de las ecuaciones fundamentales del flujo transitorio en tuberías de diámetro constante y paredes delgadas, mostradas en (2.58) y (2.59) y que son las siguientes:

$$H - H_0 = F\left(t - \frac{x}{a}\right) + f\left(t + \frac{x}{a}\right)$$

¹ JAEGER, C. "Fluids Transients", London, 1977.

$$V - V_0 = -\frac{g}{a} \left[F\left(t - \frac{x}{a}\right) - f\left(t + \frac{x}{a}\right) \right]$$

En la ecuación (2.69) se puede escribir en forma general, denotando $T = \frac{2L}{a}$:

$$F\left(t_i - \frac{2L}{a}\right) = -f(t_i)$$

entonces:

$$f(t_i) = -F(t_i - T) \tag{3.1}$$

donde:

$$T = \frac{2L}{a} \tag{3.2}$$

donde:

T : Período de la onda de presión en seg.

L : Longitud de la tubería.

a : Velocidad de la onda de presión en m/seg.

El período de la onda de presión se define como el tiempo que toma la onda en viajar desde el punto O (válvula) hacia A (reservorio) y regresar a O (válvula).

Una propiedad muy importante del fenómeno de la onda de reflexión es representada por la ecuación (3.1), pero sólo es válida cuando la reflexión total ocurre en A. Siendo además la base para el análisis del golpe de ariete en tuberías simples.

Considerando que las ondas de presión ocurren en los tiempos:

$$t_1, t_1 + T, t_1 + 2T, \dots, t_1 + nT. \quad (t_1 + i.T)$$

Si t_1 coincide con el inicio de la onda de presión, entonces $t_1 = 0$, los tiempos serán:

$$0, T, 2T, \dots, nT. \quad \dots \dots \dots (i.T)$$

Las ecuaciones (2.58) y (2.59) serán expresadas para la válvula del sistema para estos tiempos, denotando como F_i a la función $F(t_i)$, entonces:

$$\begin{array}{l}
 H_1 = H_0 + F_1 + f_1 \\
 H_2 = H_0 + F_2 + f_2 \\
 H_3 = H_0 + F_3 + f_3 \\
 \dots\dots\dots \\
 H_{i-1} = H_0 + F_{i-1} + f_{i-1} \\
 H_i = H_0 + F_i + f_i
 \end{array}
 \tag{3.3}$$

Y si v_i representa la velocidad en la tubería muy próximo aguas arriba de la válvula de control.

$$\begin{array}{l}
 v_1 = v_0 - \frac{g}{a} (F_1 - f_1) \\
 v_2 = v_0 - \frac{g}{a} (F_2 - f_2) \\
 v_3 = v_0 - \frac{g}{a} (F_3 - f_3) \\
 \dots\dots\dots \\
 v_{i-1} = v_0 - \frac{g}{a} (F_{i-1} - f_{i-1}) \\
 v_i = v_0 - \frac{g}{a} (F_i - f_i)
 \end{array}
 \tag{3.4}$$

La ecuación (3.1) puede ser escrita como:

$$\boxed{f_i = -F_{i-1}}
 \tag{3.5}$$

Si reemplazamos la relación obtenida en (3.5) en el grupo de ecuaciones (3.3) se obtendrá las siguientes:

$$\begin{array}{l}
 H_1 = H_0 + F_1 - F_0 \\
 H_2 = H_0 + F_2 - F_1 \\
 H_3 = H_0 + F_3 - F_2 \\
 \dots\dots\dots \\
 H_{i-1} = H_0 + F_{i-1} - F_{i-2} \\
 H_i = H_0 + F_i + F_{i-1}
 \end{array}
 \tag{3.6}$$

Si reemplazamos esta relación en la ecuación (3.4) se tiene:

$$\begin{aligned}
 v_1 &= v_0 - \frac{g}{a} (F_1 + F_0) \\
 v_2 &= v_0 - \frac{g}{a} (F_2 + F_1) \\
 v_3 &= v_0 - \frac{g}{a} (F_3 + F_2) \\
 &\dots\dots\dots \\
 v_{i-1} &= v_0 - \frac{g}{a} (F_{i-1} + F_{i-2}) \\
 v_i &= v_0 - \frac{g}{a} (F_i + F_{i-1})
 \end{aligned}
 \tag{3.7}$$

Sumando dos ecuaciones sucesivas para H_i , de la ecuación (3.6) resulta:

$$\boxed{H_i + H_{i-1} = 2 H_0 + F_i - F_{i-2}}
 \tag{3.8}$$

De forma similar, la diferencia de dos ecuaciones sucesivas para v_i , de la ecuación (3.7) resulta:

$$\boxed{v_i - v_{i-1} = -\frac{g}{a} (F_i - F_{i-2})}
 \tag{3.9}$$

Empleamos estas dos últimas expresiones (3.8) y (3.9), para eliminar el término $(F_i - F_{i-2})$, entonces se obtendrá:

$$\begin{aligned}
 H_1 - H_0 &= \frac{a}{g} (v_0 - v_1) \\
 H_1 + H_2 - 2 H_0 &= \frac{a}{g} (v_1 - v_2) \\
 H_2 + H_3 - 2 H_0 &= \frac{a}{g} (v_2 - v_3) \\
 &\dots\dots\dots \\
 H_{i-2} + H_{i-1} - 2 H_0 &= \frac{a}{g} (v_{i-2} - v_{i-1}) \\
 H_{i-1} + H_i - 2 H_0 &= \frac{a}{g} (v_{i-1} - v_i)
 \end{aligned}
 \tag{3.10}$$

Las expresiones (3.10) son conocidas como las series concatenadas de Allievi, que relacionan las alturas de presión H_i con la velocidad v_i en el extremo aguas abajo de la tubería próxima a la válvula de control. Se ha eliminado las funciones

$F(t-x/a)$ y $f(t+x/a)$, con el uso de la primera condición de límites $H=H_0$ (reservorio), reduciendo el problema a un sistema de ecuaciones lineales, que tienen como variables a la carga de presión H_i y a su correspondiente velocidad v_i .

Para la resolución de este sistema de ecuaciones, se requiere de otra condición de límites, que relacione H_i y v_i . Entonces aplicando la ecuación de continuidad en el extremo próximo a la válvula de control, se obtiene:

$$v_i = C_i \frac{A_i}{A} \tag{3.11}$$

donde:

- v_i Velocidad del flujo en la sección próxima a la válvula.
- A_i Area efectiva de la válvula para un tiempo t_i .
- C_i Velocidad de salida a través de la válvula.
- A Sección transversal de la tubería.

Allievi asume que la ecuación de Bernoulli es válida para el extremo final aguas abajo de la tubería, para flujo permanente o variable.

$$v_i = \frac{A_i}{A} \sqrt{2gH_i} \tag{3.12}$$

Si A_0 es el área efectiva cuando la válvula está completamente abierta, entonces el grado de abertura de la misma, estará expresado por:

$$\eta_i = \frac{A_i}{A_0} \tag{3.13}$$

o si despejamos:

$$A_{ii} = \eta_i A_0 \tag{3.14}$$

Para flujo permanente en la tubería ($Q=Q_0$), se cumple: $\eta_i=\eta=1$, $v=v_0$ y $C=C_0$, entonces v_i y v_0 pueden ser expresados como:

$$v_i = \eta_i \cdot \frac{A_0}{A} \sqrt{2gH_i} \tag{3.15}$$

$$v_0 = \eta_0 \frac{A_0}{A} \sqrt{2gH_0} \tag{3.16}$$

De las ecuaciones anteriores (3.15) y (3.16) se obtiene:

$$v_i = \eta_i v_0 \sqrt{\frac{H_i}{H_0}} \tag{3.17}$$

Para introducir la ecuación (3.17) en las ecuaciones (3.10), y teniendo variables que contienen H_i y $H_i^{1/2}$ es más conveniente introducir las siguientes relaciones ζ y ρ , donde:

$$\zeta_i^2 = \frac{H_i}{H_0} \quad \text{Es la variable que representa la relación de presiones.}$$

$$\zeta_i^2 - 1 \quad \text{Es la variable que representa la relación de exceso de presión.}$$

$$\rho = \frac{a v_0}{2 g H_0} \quad \text{Es la variable que representa la característica de la tubería.}$$

Entonces las ecuaciones de las series concatenadas de Allievi (3.10) pueden ser expresadas en su forma clásica:

$$\begin{aligned} \zeta_1^2 - 1 &= 2 \rho (\eta_0 \zeta_0 - \eta_1 \zeta_1) \\ \zeta_1^2 + \zeta_2^2 - 2 &= 2 \rho (\eta_1 \zeta_1 - \eta_2 \zeta_2) \\ \zeta_2^2 + \zeta_3^2 - 2 &= 2 \rho (\eta_2 \zeta_2 - \eta_3 \zeta_3) \\ &\dots\dots\dots \\ \zeta_{i-1}^2 + \zeta_i^2 - 2 &= 2 \rho (\eta_{i-1} \zeta_{i-1} - \eta_i \zeta_i) \end{aligned} \tag{3.18}$$

Por medio de estas ecuaciones se puede hallar la carga de presión $H_i = H_0 \cdot \zeta_i^2$ en el extremo de la tubería más próximo a la válvula de control de flujo para cualquier tiempo t_i , si es conocido la relación entre η y t .

Si TC es el tiempo requerido para cerrar (abrir) la válvula, entonces se usará:

$$\Theta = \frac{TC}{T} \tag{3.19}$$

donde:

TC : es el tiempo requerido para cerrar (abrir) la válvula.

T : Período de la onda de presión

Θ : Relación entre el tiempo de cierre (apertura) de la válvula de control.

3.2.1 Aplicación de las ecuaciones de Allievi

El gran mérito de Lorenzo Allievi con respecto a su método de análisis del golpe de ariete, es que contiene sistemáticas investigaciones sobre las ecuaciones (3.18), habiendo presentado sus planteamientos en forma clara y en gráficos para determinar las sobrepresiones que se producen en la tubería.

Las ecuaciones de Allievi son empleadas para analizar problemas de particular importancia que originan el flujo transitorio, como el cierre rápido, cierre lento y apertura de la válvula de control.

Despreciando la fricción en la tubería y términos de importancia secundaria, el método de Allievi permite calcular las presiones en la válvula situada al extremo final de la misma, para intervalos de tiempo T.

La ventaja de este método es su simplicidad. A continuación se exponen los casos mas frecuentes de maniobras en la válvula de control.

3.2.2 Cierre rápido de la válvula de control²

Se considera como tal cuando $TC \leq T = 2L/a$, o lo que es lo mismo $\Theta \leq 1$. Para un cierre lineal el grado de abertura de la válvula, ver figura (3.1), es:

$$\eta_i = \frac{(TC - t)}{\tau} = 1 - \frac{i}{\Theta} \tag{3.19}$$

² JAEGER, C. "Fluids Transients", London, 1977.

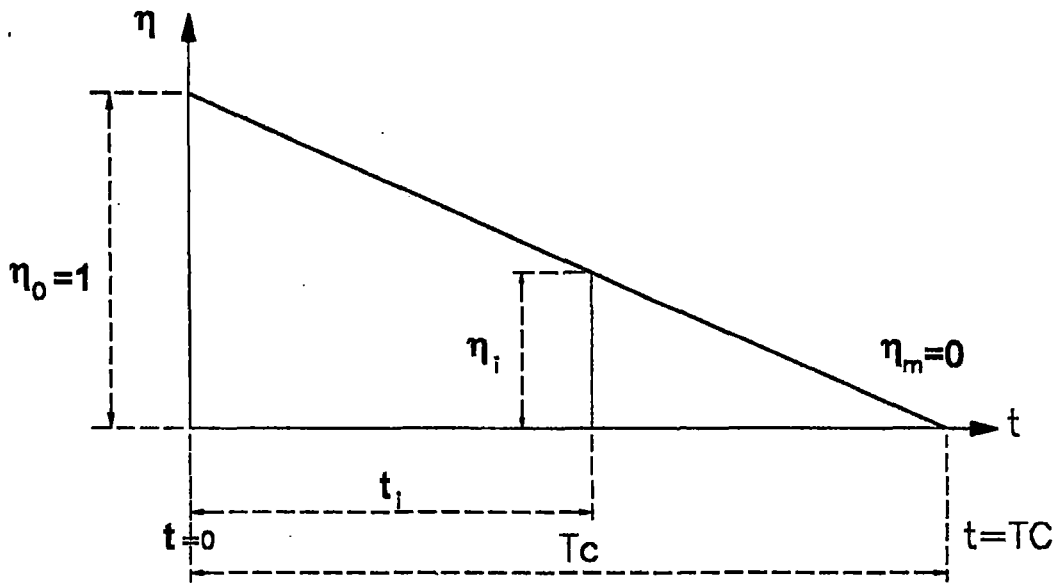


Fig. 3.1 Gráfico de η y t para cierre lineal de la válvula.

Para $t = TC$, el grado de abertura será $\eta_m = 0$. En el instante $t=0$, el grado de abertura de la válvula es $\eta_0 = 1$ y la relación de presiones es $\zeta_0 = 1$. Para condiciones de cierre total, es decir cuando ha transcurrido el tiempo TC , el valor de $\eta_t = 0$

Reemplazando estos valores en la ecuación (3.18) obtenemos:

$$\boxed{1 + \zeta_1^2 - 2 = 2\rho} \quad (3.20)$$

Reemplazando las variables adimensionales se obtiene:

$$\boxed{H - H_0 = \Delta H = 2 \frac{a v_0}{2 g H_0}} \quad (3.21)$$

Este resultado, que fue hallado por Joukowsky antes que Allievi, puede ser obtenido por aplicación directa de las ecuaciones fundamentales del golpe de ariete (2.58) y (2.59). Si tomamos en cuenta que para un cierre brusco ($TC \leq T$), se produce una onda de presión $F(t-x/a)$ y por ser muy rápido este cierre no hay onda de reflexión $f(t+x/a)$. Se admite entonces que $f(t+x/a)=0$, y reemplazando este valor en (2.58) y (2.59) se obtendrá:

$$\boxed{H - H_0 = F\left(t - \frac{x}{a}\right)} \quad \text{y} \quad \boxed{V - V_0 = -\frac{g}{a} F\left(t - \frac{x}{a}\right)} \quad (3.22)$$

De la ecuación (3.22) obtenemos:

$$\boxed{H - H_0 = -\frac{a}{g}(V - V_0)} \quad (3.23)$$

Entonces, transcurridos el tiempo TC la válvula está completamente cerrada y la velocidad, en este caso es $v=0$, y reemplazando en (3.23), se obtiene:

$$\boxed{\Delta H = H - H_0 = -\frac{a V_0}{g}} \quad (3.24)$$

Para el caso analizado, cuando $TC \leq T = 2L/a$, ocurre que la onda reflejada por el reservorio $f(t+x/a)$, no llega a la válvula antes que la maniobra de cierre se ha completado, la misma máxima variación de presión ocurre en la válvula para un cierre instantáneo, El significado físico de la ecuación (3.23) se explica en el párrafo siguiente:

Para cualquier maniobra en la válvula que ocurre en un tiempo menor a $T=2L/a$ segundos, la máxima variación de la carga de presión se extiende desde la válvula hasta un cierto punto límite en la tubería. Dicho punto puede ser determinado de la forma siguiente³:

Si denotamos como x_2 a la distancia desde la válvula al punto límite, ver figura (3.2), entonces el tiempo empleado por la onda de presión para recorrer esta distancia será igual a $\frac{x_2}{a}$ segundos, asimismo el tiempo que se requiere para desplazarse desde la válvula hasta el reservorio y llegar al punto límite es $\frac{2L - x_2}{a}$ segundos.

Debe notarse que, si TC es el tiempo de maniobra de cierre de la válvula, entonces el tiempo transcurrido desde el inicio del movimiento de la válvula hasta el instante en que la onda de presión llega al punto límite será $\tau + x_2/a$.

³ PARMAKIAN, John. "Waterhammer and surge tanks", 1963.

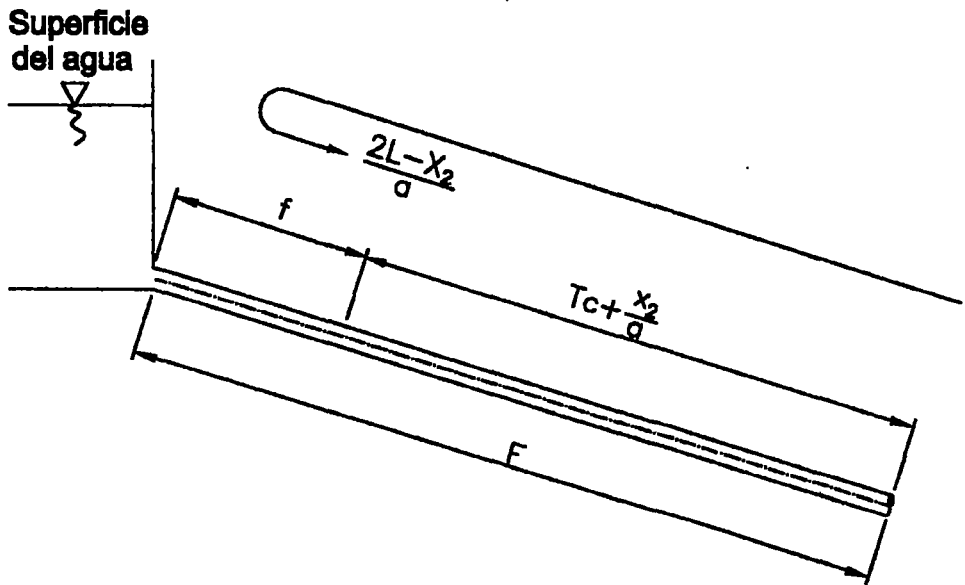


Fig. 3.2 Ubicación del punto límite en la tubería

El tramo ox_2 de longitud x_2 sometido a la máxima presión es una zona que ha sido recorrida por la onda de presión F , y no ha sido afectada por la onda de presión f , como se muestra la figura (3.2).

Por lo tanto, el punto límite está localizado en un lugar donde se encuentran la onda de presión directa F con la onda de presión de reflexión f , entonces:

$$\boxed{TC + \frac{x_2}{a} = \frac{2L - x_2}{a}} \quad (3.25)$$

obteniéndose:

$$\boxed{x_2 = L - \frac{TC a}{2}} \quad (3.26)$$

Se puede considerar que la carga de presión para la zona comprendida entre el punto límite y el reservorio ($x > x_2$) varía en forma lineal, entonces el incremento de presión se calculará mediante:

$$\boxed{H - H_0 = \Delta H = \frac{a v_0}{g} \frac{2(L - x_2)}{a \tau}} \quad (3.27)$$

En la figura (3.3) se observa una representación de la variación de la carga de presión para distintos tiempos de maniobra de la válvula de control, cuando son menores que $2L/a$ segundos.

3.2.3 Cierre lento de la válvula de control

Una maniobra de al válvula de control es considerada lenta si $TC > T$, o lo que es lo mismo $\Theta > 1$.

Cuando el cierre de la válvula de control es rápido, o sea que el tiempo de maniobra de ella, es menor o igual que $2 L/a$ segundos, la variación máxima de la presión es calculada por la ecuación (3.23), cuyo valor no es alterado por los efectos de la onda de presión reflejada, para la zona comprendida entre la válvula de control y el punto límite. Sin embargo, cuando el tiempo de maniobra es mayor que $2 L/a$ segundos, lo anterior ya no es totalmente cierto.

Se cumple que $\zeta_0 \eta_0 = 1$, entonces si utilizamos la primera de las ecuaciones (3.18) para calcular la variación de las presiones para el final de un período T , o sea cuando éste es igual a $\eta_1 = 1 - \frac{1}{\Theta}$, hallamos:

$$\boxed{\zeta_1^2 - 1 = 2 \rho (1 - \eta_1 \zeta_1)} \quad (3.28)$$

despejando:

$$\boxed{\zeta_1 = -\rho \eta_1 + \sqrt{\rho^2 \eta_1^2 + 1 + 2 \rho}} \quad (3.29)$$

De forma similar se emplea la ecuación (3.18), para calcular la variación de las presiones en la tubería para el final del segundo período ($2 T$), es decir para $i=2$; y así sucesivamente.

El grado de abertura viene dado por la siguiente fórmula, ver figura 3.1:

$$\boxed{\eta_i = \frac{\tau - t_i}{\tau} = 1 - \frac{i}{\Theta}} \quad (3.30)$$

Para un cierre lineal de la válvula de control, durante el intervalo TC , Allievi ha demostrado que los valores de $\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \dots$ se aproximan al valor ζ_m , o sea:

$$\boxed{\zeta_1 = \zeta_2 = \zeta_{i-1} = \zeta_i = \zeta_m} \quad (3.31)$$

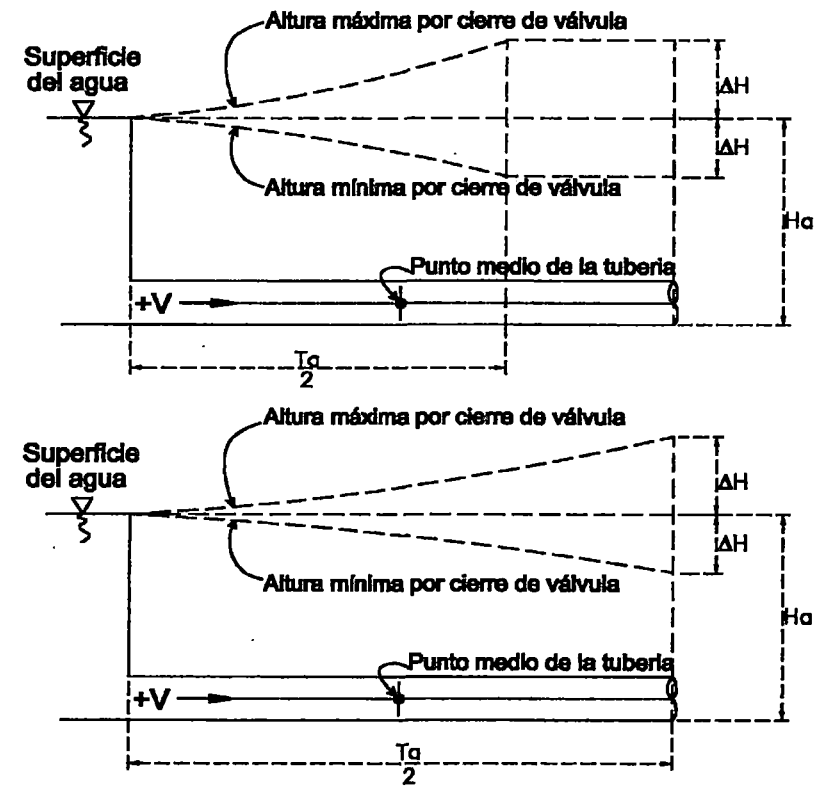
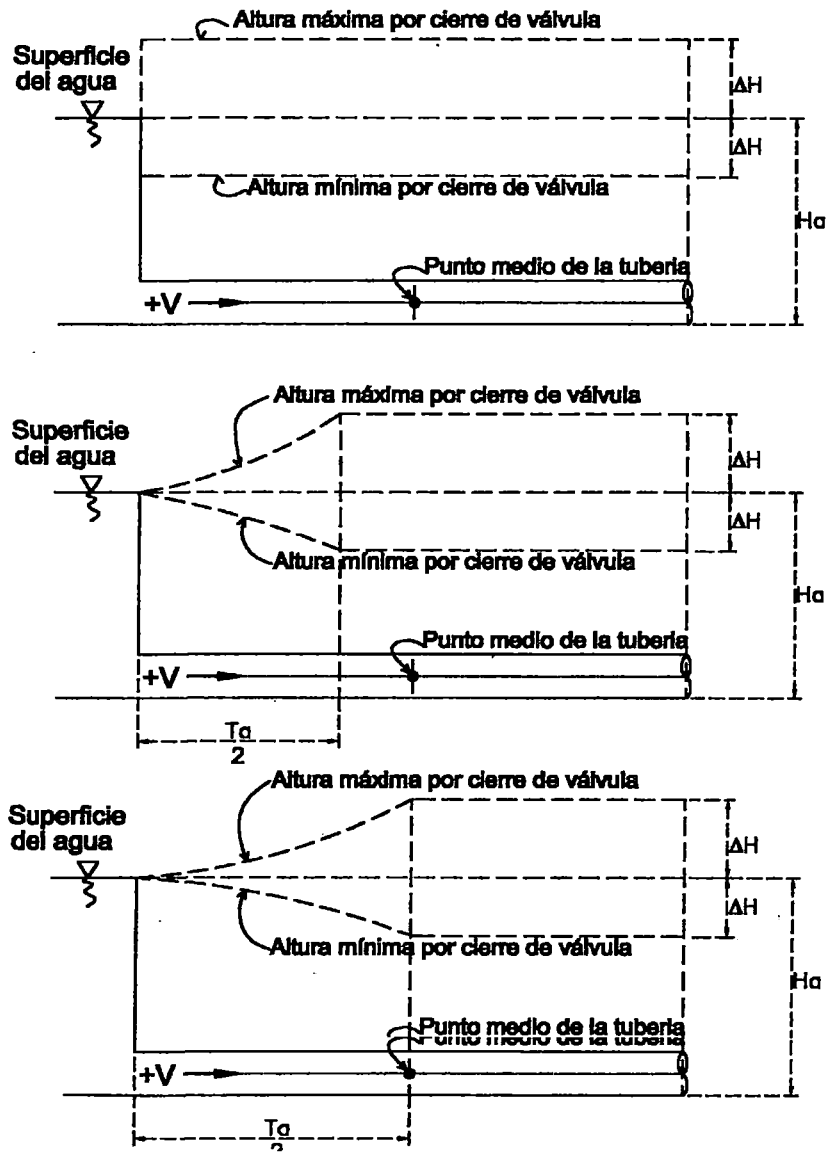


Fig. 3.3 Variación de presión para cierre rápido de la válvula de control

Este valor puede ser calculado fácilmente de la ecuación (3.18), si reemplazamos la siguiente fórmula, deducida de la fórmula (3.30), es decir:

$$\boxed{\eta_{i-1} - \eta_i = \frac{1}{\Theta}} \quad (3.32)$$

De la última de las ecuaciones (3.18), se puede ver que se cumple la siguiente relación:

$$\boxed{\zeta_m^2 + \zeta_m^2 - 2 = 2 \cdot \rho \cdot \zeta_m \cdot \left(\frac{1}{\Theta}\right)} \quad (3.33)$$

ordenando:

$$\boxed{\zeta_m^2 - \frac{\rho}{\Theta} \cdot \zeta_m - 1 = 0} \quad (3.34)$$

y su solución:

$$\boxed{\zeta_m = \frac{\rho}{2 \cdot \Theta} + \sqrt{\left(\frac{\rho}{2 \cdot \Theta}\right)^2 + 1}} \quad (3.35)$$

Es importante notar que los valores de ζ_1 y ζ_m dominan este análisis, por lo que al desarrollar por este método se tiene dos marcadas diferencias en la solución a este problema, el cual es dependiente de las características de la tubería.

Por esta razón Allievi destaca los dos casos siguientes:

Para $\Theta > 3.5$ y $\rho < 1$ se cumple: $|\zeta_1$ y $\zeta_m|$ tiende a cero.

Para $\rho < 1$ se cumple: $|\zeta_{i+1} - \zeta_m| < |\zeta_i - \zeta_m|$.

El método de Allievi para los casos de cierre rápido y lento de la válvula de control es presentado en el ábaco de la figura (3.4), el cual permite calcular en forma simple, la máxima presión que se produce en la tubería por efecto del golpe de ariete.

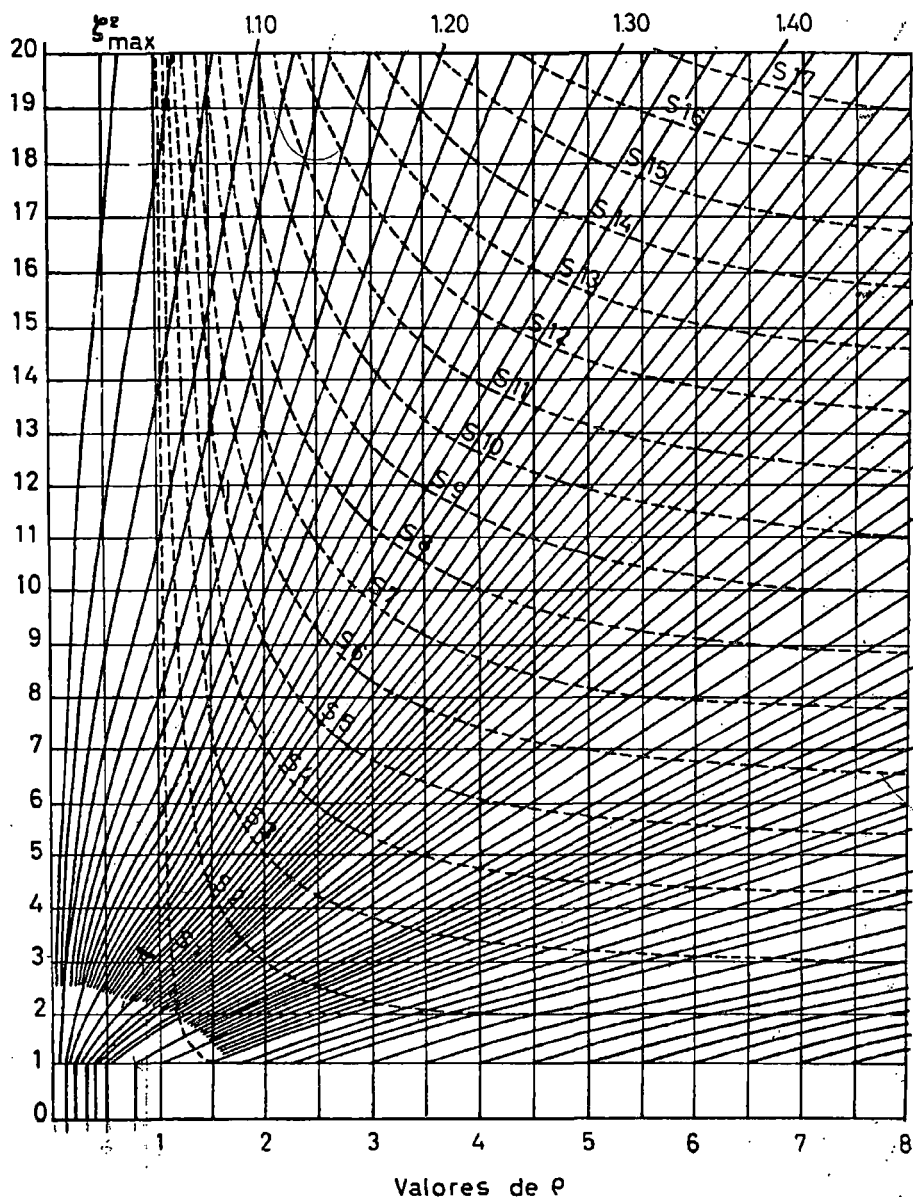


Fig. 3.4 Abaco de Allievi para obtener la máxima presión para un cierre de la válvula de control.

3.2.4 Abertura de la válvula de control

Se analizará el caso de la apertura de la válvula de control regida por una ley de variación lineal (uniforme), en la que se emplearán las ecuaciones dadas en la expresión (3.18).

Para una apertura lineal, se cumple que el caudal de flujo $Q=0$ ($\eta_0=0$) varía hasta $Q=Q_0$ ($\eta_m=1$), ver figura (3.5). Siendo el tiempo de apertura T_A , para este tiempo se presenta un caudal Q_0 , con su correspondiente velocidad v_0 .

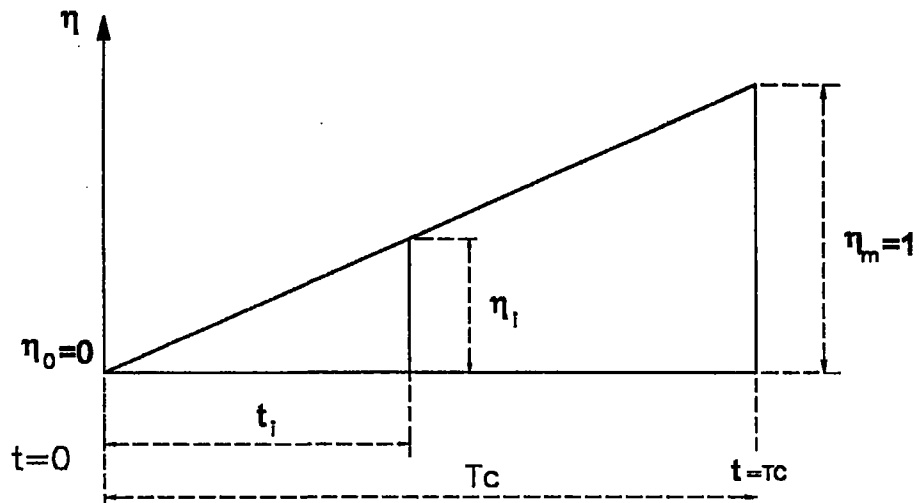


Fig. 3.5 Gráfico de η y τ para una abertura lineal de la válvula

El grado de abertura de la válvula de control de flujo viene dado por la siguiente fórmula, ver figura (3.5):

$$\eta_i = \frac{t_i}{\tau} = \frac{i}{\Theta} \quad (3.36)$$

Reemplazando la ecuación (3.36) en la expresión (3.18), para el primer período ($t=TA$), obtenemos:

$$\zeta_1^2 - 1 = 2 \cdot \frac{\rho}{\Theta} \cdot \zeta_1 \quad (3.37)$$

resolviendo:

$$\zeta_1 = -\frac{\rho}{\Theta} + \sqrt{\left(\frac{\rho}{\Theta}\right)^2 + 1} \quad (3.38)$$

De forma similar se emplea la última de las ecuaciones (3.18), para ello reemplazamos el valor de la ecuación (3.36), entonces:

$$\zeta_i^2 + \zeta_{i+1}^2 - 2 = \frac{2 \cdot \rho}{\Theta} \cdot [i \cdot \zeta_i - (i+1) \cdot \zeta_{i+1}] \quad (3.39)$$

Para el caso de abertura lenta lineal de la válvula de control, Allievi aplica la misma aproximación de los valores $\zeta_1, \zeta_2, \zeta_3, \dots$ al valor ζ_m , o sea,:

$$\zeta_1 = \zeta_2 = \zeta_{i-1} = \zeta_i = \zeta_m \quad (3.40)$$

Reemplazando está última (3.40) en (3.39), se halla:

$$\zeta_m^2 + \frac{\rho}{\Theta} \cdot \zeta_m - 1 = 0 \quad (3.41)$$

resolviendo:

$$\zeta_m = -\frac{\rho}{2 \cdot \Theta} + \sqrt{\left(\frac{\rho}{2 \cdot \Theta}\right)^2 + 1} \quad (3.42)$$

Es importante indicar que la primera onda de presión, calculada en la ecuación (3.38), es siempre más perjudicial si el movimiento se inicia desde $Q=0$. El valor relativo de exceso de presión $\zeta_1^2 - 1$ podría causar una más peligrosa caída de presión que ζ_1^2 , si la abertura se inicia desde $Q > 0$ hasta $Q_{m\acute{a}x}$.

El método de Allievi para el caso de abertura de la válvula de control es presentado en el ábaco de la figura (3.6), que permite calcular la máxima depresión por efecto del golpe de ariete en la tubería.

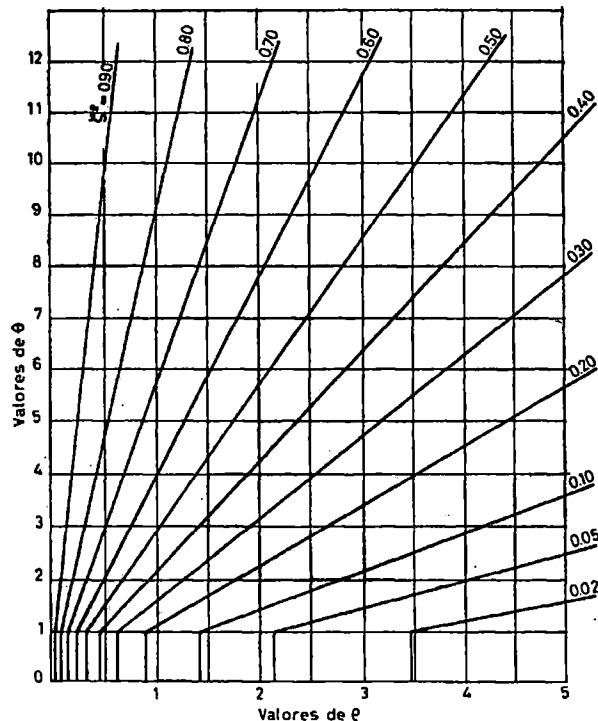


Fig. 3.6 Ábaco de Allievi para obtener la máxima depresión para el caso de abertura de la válvula de control.

3.3 El Método Gráfico

Bergerón ideó una interpretación geométrica sencilla de las ecuaciones conjugadas, la que dio origen al método gráfico. Este método fue muy utilizado hasta el advenimiento de las computadoras. Muchas veces este método resulta práctico de utilizar para calcular las presiones y velocidades en la tubería cuanto más complejo es el sistema analizado.

Este método desarrolla gráficamente las ecuaciones fundamentales del golpe de ariete que han sido expuestas en los capítulos anteriores, y que están dadas por las siguientes ecuaciones:

$$H - H_0 = F\left(t - \frac{x}{a}\right) + f\left(t + \frac{x}{a}\right) \quad (2.58)$$

$$V - V_0 = -\frac{g}{a} \left[F\left(t - \frac{x}{a}\right) - f\left(t + \frac{x}{a}\right) \right] \quad (2.59)$$

3.3.1 Cierre rápido de la válvula de control

Aquí se mostrará como resolver gráficamente para el caso de un cierre rápido en la válvula de control, considerándose como tal cuando $\tau \leq T = 2L/a$, o lo que es lo mismo $\Theta \leq 1$.

Si aplicamos la diferencia de la ecuación (2.59) de (2.58) resulta:

$$H - H_0 = \frac{a}{g} (V - V_0) + 2F\left(t - \frac{x}{a}\right) \quad (3.43)$$

La suma de las dos ecuaciones (2.58) y (2.59) resulta:

$$H - H_0 = -\frac{a}{g} (V - V_0) + 2f\left(t + \frac{x}{a}\right) \quad (3.44)$$

Las dos últimas relaciones definen la velocidad del flujo V y las presiones en la tubería en términos de la onda F .

Si en el sistema reservorio – tubería, como ya se ha visto por convención el eje

x, tiene como origen al extremo donde se ubica la válvula, ocurre una maniobra en la válvula se produce una onda de presión F que viaja en la dirección $+x$. Si ubicamos dos puntos A y B, como se muestra en la figura (3.7), entonces la onda de presión F , pasará por A ($t=t_1$) hacia B ($t=t_2$), con una velocidad a .

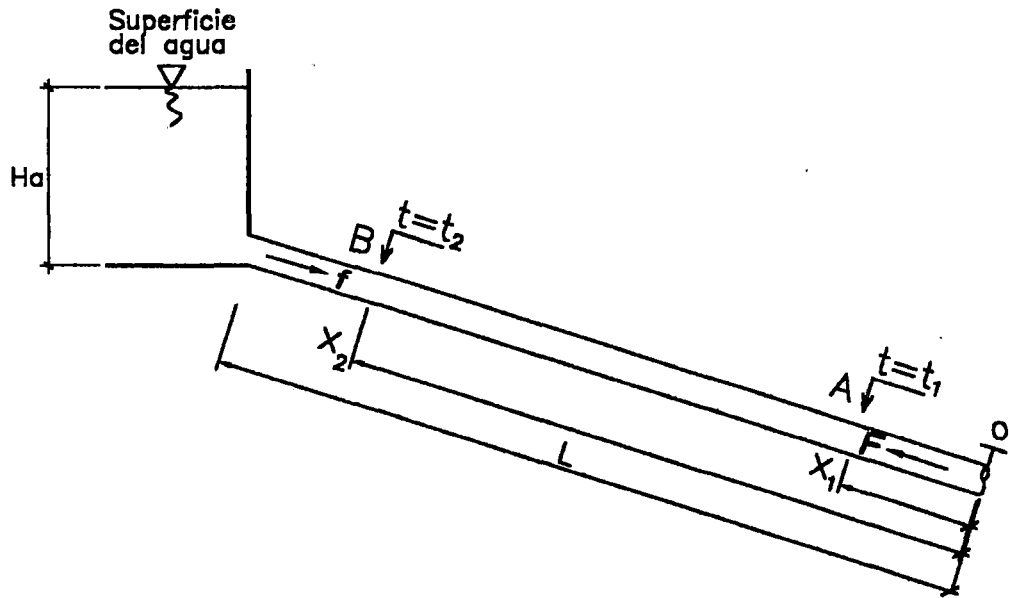


Fig. 3.7 Esquema reservorio – tubería y ondas de presión F y f .

Aplicando la ecuación (3.43), encontramos las siguientes relaciones para los puntos A y B de la tubería:

$$H_{A t_1} - H_0 = \frac{a}{g}(V_{A t_1} - V_0) + 2F \left(t_1 - \frac{x_1}{a} \right) \quad (3.45)$$

$$H_{B t_2} - H_0 = \frac{a}{g}(V_{B t_2} - V_0) + 2F \left(t_2 - \frac{x_2}{a} \right) \quad (3.46)$$

siendo la velocidad de onda a constante, se tiene:

$$a = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad (3.47)$$

ordenando se tiene que:

$$t_1 - \frac{x_1}{a} = t_2 - \frac{x_2}{a} \quad (3.48)$$

Por lo tanto queda demostrado que para la onda de presión F, se cumple:

$$\boxed{F\left(t_1 - \frac{x_1}{a}\right) = F\left(t_2 - \frac{x_2}{a}\right)} \quad (3.49)$$

Restamos las ecuaciones (3.45) y (3.46), y reemplazando la relación obtenida en (3.49), se obtiene:

$$\boxed{H_{A t1} - H_{B t2} = \frac{a}{g}(V_{A t1} - V_0) - \frac{a}{g}(V_{B t2} - V_0)} \quad (3.50)$$

Simplificando la expresión anterior:

$$\boxed{H_{B t2} - H_{A t1} = \frac{a}{g}(V_{B t2} - V_{A t1})} \quad (3.51)$$

Esta ecuación se puede representar en forma adimensional, si dividimos entre las constantes H_0 y V_0 , que corresponden a la carga de presión y velocidad en flujo uniforme, es decir antes de producirse las variaciones en la presión, siendo expresado en forma general para cualquier punto:

$$\boxed{h_{B t} - h_{A t1} = 2 \rho (v_{B t} - v_{A t1})} \quad (3.52)$$

donde:

$$\boxed{\rho = \frac{a V_0}{2 g H_0}} \quad (3.53)$$

donde:

ρ : Valor adimensional

La ecuación (3.52) puede ser graficada tal como se muestra en la figura (3.8), donde se representa una recta con pendiente (2ρ) , que pasa por el punto conocido $(h_{A t1}, v_{A t1})$ y que nos permitirá conocer cualquier otro punto desconocido C, con coordenadas $(h_{t x}, v_{t x})$.

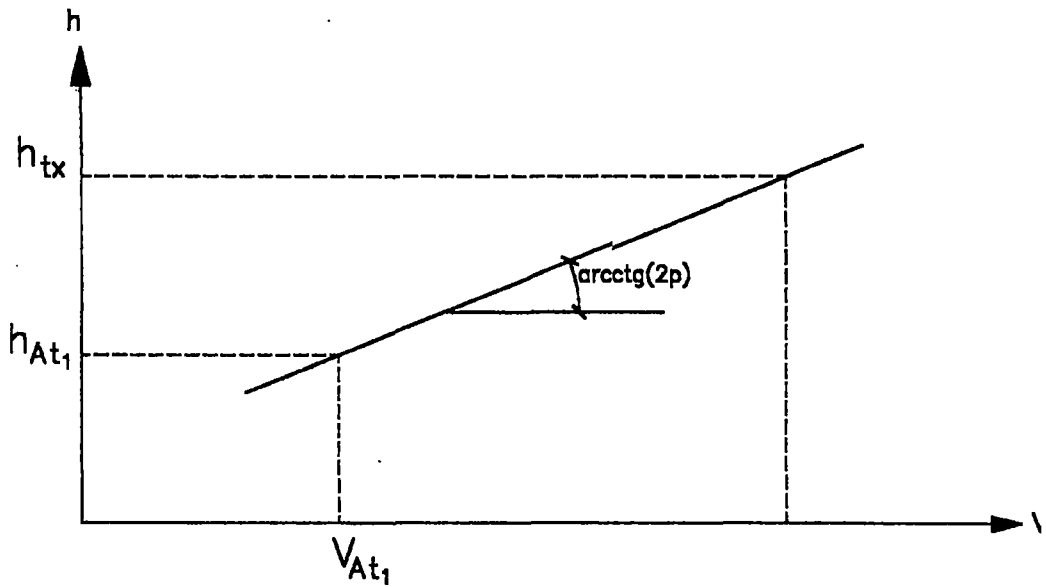


Fig. 3.8 Relación entre v y h de la ecuación (3.52).

De forma similar de la ecuación (3.44), define la velocidad del flujo V y las presiones en la tubería en términos de la onda f . Si se ubican dos puntos A y B, como se muestra en la figura (3.7), entonces la onda de presión f , pasará por B ($t=t_1$) hacia A ($t=t_2$), con una velocidad a , o sea, en la dirección $(-x)$ de la tubería.

Aplicando la ecuación (3.44), encontramos las siguientes relaciones para los puntos B y A de la tubería:

$$\boxed{H_{Bt_1} - H_0 = -\frac{a}{g}(V_{Bt_1} - V_0) = 2.f\left(t_1 + \frac{L-x_2}{a}\right)} \quad (3.54)$$

$$\boxed{H_{At_2} - H_0 = -\frac{a}{g}(V_{At_2} - V_0) + 2.f\left(t_2 + \frac{L-x_1}{a}\right)} \quad (3.55)$$

siendo la velocidad de onda a constante, se tiene:

$$\boxed{a = \frac{(L-x_2) - (L-x_1)}{t_2 - t_1}} \quad (3.56)$$

ordenando se tiene que:

$$\boxed{t_1 + \frac{(L-x_2)}{a} = t_2 + \frac{(L-x_1)}{a}} \quad (3.57)$$

Por lo tanto queda demostrado que para la onda de presión f, se cumple:

$$\boxed{f\left(t_1 + \frac{(L-x_2)}{a}\right) = f\left(t_2 - \frac{(L-x_1)}{a}\right)} \quad (3.58)$$

Efectuando la diferencia entre las ecuaciones (3.54) y (3.55), y tomando en cuenta la ecuación anterior (3.49), se obtiene:

$$\boxed{H_{A t_2} - H_{B t_1} = -\frac{a}{g} \cdot (V_{A t_2} - V_{B t_2})} \quad (3.59)$$

Esta ecuación se puede representar en forma adimensional, al dividirse entre H_0 y V_0 , que corresponden a la carga de presión y velocidad en flujo uniforme, en forma genérica para cualquier punto:

$$\boxed{h_{A t} - h_{B t_1} = -2\rho (v_{A t} - v_{B t_1})} \quad (3.60)$$

donde:

$$\boxed{\rho = \frac{a V_0}{2 g H_0}} \quad (3.61)$$

La ecuación (3.60) puede ser graficada, ver figura (3.9), donde se representa una recta con pendiente (-2ρ) que pasa por el punto conocido $(h_{A t_1}, v_{A t_1})$ y que nos permitirá conocer cualquier otro punto desconocido C, con coordenadas (h_{t_x}, v_{t_x}) .

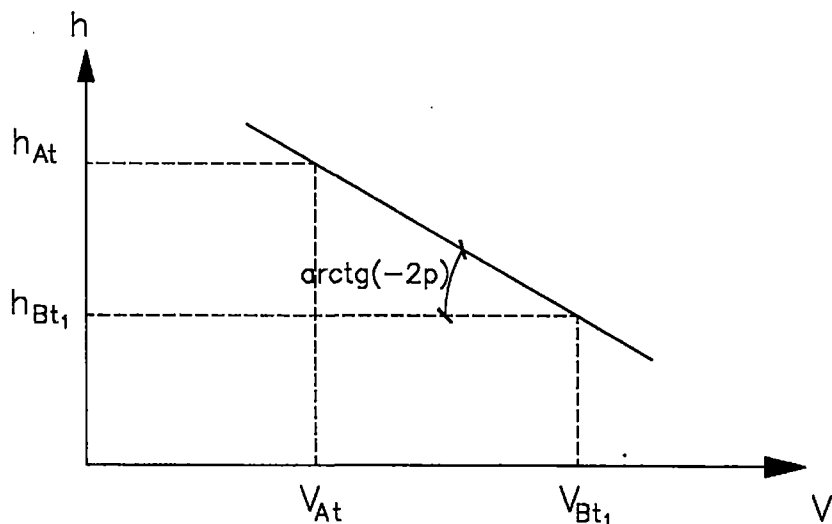


Fig. 3.9 Relación entre v y h de la ecuación (3.60).

Las ecuaciones (3.52) y (3.60) son conocidas como las ecuaciones conjugadas del flujo transitorio.

Para resolver por el método gráfico, se empieza por calcular la constante ρ , para conseguir el valor de la pendiente (2ρ). Esta pendiente corresponde a la onda de presión F ; así como la pendiente (-2ρ) de la onda de presión f , tal como se observa en la figura (3.10). Para condiciones de flujo permanente, en el plano $v \times h$, se representan mediante las rectas $h=1$ y $v=1$.

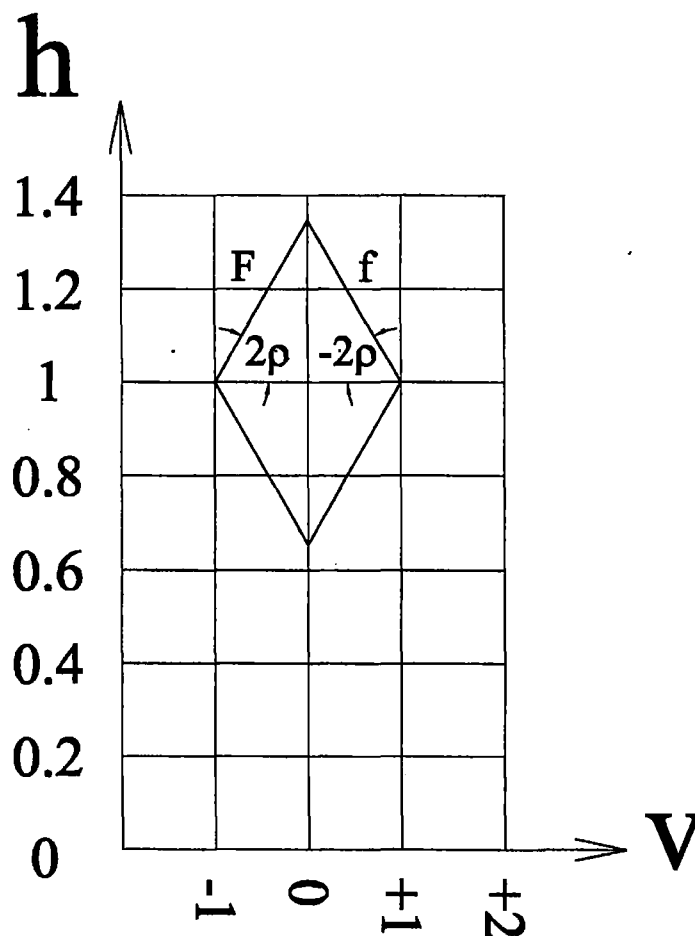


Fig. 3.10 Aplicación del método gráfico para cierre rápido de la válvula.

Además para $t=0$, que será el momento de inicio de la maniobra en la válvula, el punto A_0 , estará ubicado en el punto de coordenadas $(v,h)=(1,1)$

Por tratarse de un cierre rápido de la válvula, el punto B_1 estará también ubicado en $(v,h)=(1,1)$. Desde este punto parte una onda de presión f hacia la válvula con pendiente (-2ρ), hasta intersectarse con el eje h ($v=0$). Luego parte

una onda de presión F con pendiente (2ρ) desde A_2 hacia el reservorio, el cual tiene presión constante $H=H_0$ ($h=1$), por lo que el punto B_3 , estará ubicado en la intersección con la línea $h=1$. De esta forma continuamos para hallar los puntos A_4, B_5, B_6 , etc.

Luego se medirá a escala la distancia "d" en el eje h, desde $(v,h)=(1,1)$ hasta A_2 , para hallarse la sobrepresión en la válvula. Finalmente se calculará H_{max} y H_{min} por las siguientes relaciones.

$$\boxed{H_{max} = (1 + d).H_0} \quad \text{y} \quad \boxed{H_{min} = (1 - d).H_0} \quad (3.61)$$

3.3.2 Cierre lento de la válvula de control ⁴

Se considera como cierre lento de la válvula de control, cuando $TC \geq T = 2L/a$, o lo que es lo mismo $\Theta \geq 1$. Esto significa que para este caso el tiempo de maniobra de cierre es mayor que el tiempo T (período de la onda), o sea que cuando todavía no se ha completado la maniobra de cierre, la onda de presión f ya llegó a la válvula de control, por lo que esta onda de presión afecta a las presiones a lo largo de la tubería.

Entonces es necesario relacionar la descarga por la válvula que será variable.

$$\boxed{Q = C_d A_G \sqrt{2 g H} = A V} \quad (3.62)$$

donde:

H = Carga de presión estática sobre la válvula.

C_d = Coeficiente de descarga.

A = Area de la sección transversal de la tubería.

A_G = Area de la sección transversal de la tubería.

La velocidad en cualquier punto puede ser expresada, de la fórmula (3.62), mediante:

$$\boxed{V_i = \beta_i H_i^{1/2}} \quad (3.63)$$

⁴ JAEGER, C. "Fluids Transients", London, 1977.

donde:

$$\beta_i = \left(\frac{Cd \cdot A_G}{A} \right)_i \cdot \sqrt{2g} \quad (3.64)$$

Esto indica que la fórmula (3.63) relaciona la velocidad con la altura, y expresando en forma adimensional:

$$v_i = \delta_i h_i^{1/2} \quad (3.65)$$

donde:

$$\left[v_i = \frac{V_i}{V_0} \right] \quad \left[h_i = \frac{H_i}{H_0} \right] \quad \left[\delta_i = \frac{\beta_i}{\beta_0} \right] \quad (3.66)$$

Donde V_0 , H_0 y β_0 , son valores del flujo permanente.

El grado de abertura de la válvula será calculado por la relación, para cierre lineal de la válvula:

$$\delta_i = \left(1 - \frac{t}{TC} \right) \quad (3.67)$$

donde:

δ_i : Grado de abertura de la válvula.

TC: es el tiempo de cierre de la válvula.

Entonces se puede calcular gráficamente los valores de H y V para cualquier punto de la tubería, se empezará por calcular la pendiente de las rectas (2.ρ), por la fórmula

$$\rho = \frac{a V_0}{2g H_0} \quad (3.68)$$

La ecuación (3.65) puede ser graficada tal como se muestra en la figura (3.11), representa unas parábolas, que han de ser calculadas para diferentes tiempos. La relación existente entre el tiempo de cierre y el período de la onda de presión debe ser un número exacto, determinando este número la cantidad de parábolas

que se ha de graficar.

Graficando en el sistema de coordenadas adimensional $v \times h$, estas parábolas al interceptarse con las rectas F o f , determina la posición (v, h) en el plano de una sección analizada, se procederá entonces a calcular los valores v_i , para los diferentes tiempos por la fórmula (3.65), o sea algunos puntos correspondientes a dichas parábolas que nos permitirá representarlas en el plano $v \times h$.

Cabe señalar que cuando el valor de t_i es igual a T , entonces, la "parábola" viene representada por el eje h . Las intersecciones de las parábolas con las rectas de las ondas de presión F y f , determinan los puntos que indican las máximas presiones en la tubería.

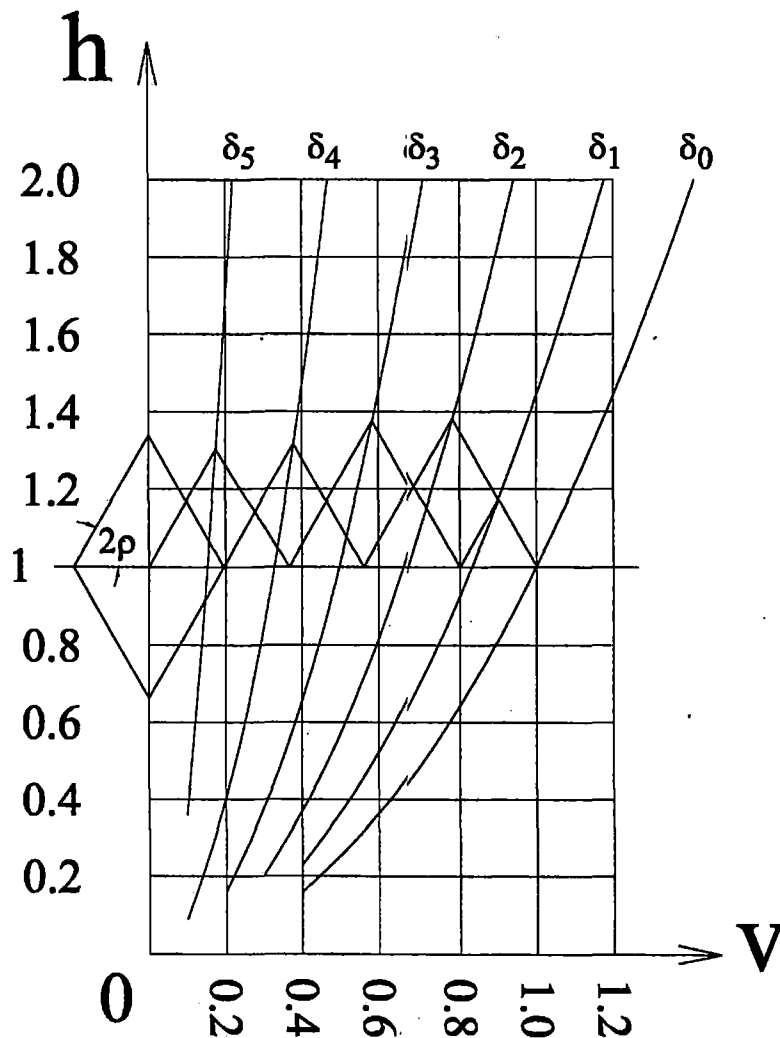


Fig. 3.11 Aplicación del método gráfico para el caso de cierre lento de la válvula de control.

3.4 Método general de las características⁵

Las ecuaciones (2.31) y (2.55) obtenidas en el capítulo II, son conocidas como ecuaciones fundamentales del golpe de ariete y deben de ser resueltos en forma simultánea, siendo estas las siguientes:

$$\frac{\partial H}{\partial x} = \frac{1}{g} \left(\frac{\partial V}{\partial t} + V \frac{\partial V}{\partial x} \right) \quad (2.31)$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} + V \frac{\partial H}{\partial x} = - \frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} \quad (2.55)$$

La ecuación de equilibrio dinámico también fue hallada en el capítulo II, ecuación (2.27) cuando analizamos la teoría de la columna elástica. Si consideramos en esta ecuación las fuerzas de fricción actuantes en la tubería, tal como se muestra en la figura (2.5), se tendrá:

$$P_1 A_1 - P_2 A_2 - W \text{ sen } \alpha = m \frac{dV}{dt} \quad (3.69)$$

Simplificando, se obtiene una nueva ecuación que es similar a la obtenida en (2.31), tomando la forma siguiente:

$$g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{1}{2D} f V |V| = \frac{\partial V}{\partial t} \quad (3.70)$$

En el análisis de la ecuación de equilibrio dinámico, se obtuvo en (2.28), la siguiente expresión:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial V}{\partial x} \frac{dx}{dt} = \frac{\partial V}{\partial t} + V \cdot \frac{\partial V}{\partial x}$$

Entonces las ecuaciones fundamentales del golpe de ariete se expresarán de la siguiente forma, tomando en cuenta que el método de las características

⁵ STREETER, Víctor. "Hydraulic transients", New York, 1967. Página 22

considera positivo la dirección del eje x, en el sentido del flujo, es decir de la cámara de carga a la válvula de control. Asimismo se debe indicar que estas ecuaciones son identificadas como L_1 y L_2 respectivamente, entonces:

$$L_1 = g \frac{\partial H}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2D} f V |V| = 0 \quad (3.71)$$

$$L_2 = \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial H}{\partial x} + V \text{sen } \alpha = 0 \quad (3.72)$$

Si las ecuaciones anteriores son denominadas como $L_1=0$ y $L_2=0$, pueden ser linealizadas, mediante el empleo de un factor de escala lineal λ . Entonces se tendrá la siguiente igualdad: $L=L_1+\lambda L_2 = 0$. Entonces expresando en forma lineal

y denotando como: $H_x = \frac{\partial H}{\partial x}$, $V_x = \frac{\partial V}{\partial x}$, $H_t = \frac{\partial H}{\partial t}$ y $V_t = \frac{\partial V}{\partial t}$ se obtiene:

$$g \frac{\partial H}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2D} f V |V| + \lambda \left(\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial H}{\partial x} + V \text{sen } \alpha \right) = 0$$

O lo que es lo mismo:

$$g H_x + V V_x + V_t + \frac{1}{2D} f V |V| + \lambda \left(H_t + \frac{a^2}{g} V_x + V H_x + V \text{sen } \alpha \right) \quad (3.73)$$

Agrupando se obtiene:

$$\lambda \left[H_x \left(V + \frac{g}{\lambda} \right) + H_t \right] + \left[V_x \left(V + \frac{a^2}{g} \lambda \right) + V_t \right] + \lambda V \text{sen } \alpha + \frac{1}{2D} f V |V| = 0 \quad (3.74)$$

El método de las características involucra la selección de dos valores particulares de λ que convierten a la ecuación (3.74) en un par de ecuaciones diferenciales ordinarias, que se resuelve por una técnica de diferencias finitas de primer orden.

Además siendo $V=V(x,t)$ y $H=H(x,t)$ soluciones de las ecuaciones (3.71) y (3.72), entonces se obtiene lo siguiente:

$$\boxed{\frac{\partial H}{\partial t} = H_x \frac{dx}{dt} + H_t} \quad \boxed{\frac{\partial V}{\partial t} = V_x \frac{dx}{dt} + V_t} \quad (3.75)$$

Analizando las ecuaciones (3.74) y (3.75), se deduce que:

$$\boxed{\frac{dx}{dt} = V + \frac{g}{\lambda} = V + \frac{a^2}{g} \lambda} \quad (3.76)$$

Entonces la ecuación (3.74) se convierte en la siguiente ecuación diferencial ordinaria:

$$\lambda \left[H_x \frac{dx}{dt} + H_t \right] + \left[V_x \frac{dx}{dt} + V_t \right] + \lambda V \operatorname{sen} \alpha + \frac{f V}{2 D} |V| = 0 \quad (3.77)$$

o lo que es lo mismo:

$$\lambda \frac{dH}{dt} + \frac{dV}{dt} + \lambda V \operatorname{sen} \alpha + \frac{f V}{2 D} |V| = 0 \quad (3.78)$$

En este caso el multiplicador λ toma el valor:

$$\boxed{\lambda = \pm \frac{g}{a}} \quad (3.79)$$

Entonces la ecuación (3.76) se convierte en:

$$\boxed{\frac{dx}{dt} = V \pm a} \quad (3.80)$$

Finalmente se deducen las cuatro ecuaciones características reemplazando el valor de λ en la ecuación (3.78) y a partir de la relación (3.80), que agrupadas de acuerdo a las curvas características son:

Para la curva C⁺

$$\boxed{\frac{g}{a} \frac{dH}{dt} + \frac{dV}{dt} + \frac{g}{a} V \operatorname{sen} \alpha + \frac{f V}{2 D} |V| = 0} \quad (3.81)$$

$$\boxed{\frac{dx}{dt} = V + a} \quad (3.82)$$

Para la curva C⁻

$$\boxed{-\frac{g}{a} \frac{dH}{dt} + \frac{dV}{dt} + \frac{g}{a} V \operatorname{sen} \alpha + \frac{f V}{2D} |V| = 0} \quad (3.83)$$

$$\boxed{\frac{dx}{dt} = V - a} \quad (3.84)$$

Las curvas características C⁺ y C⁻ definidas por las ecuaciones (3.82) y (3.84), describen unas líneas en el plano xt, tal como se muestra en la figura 3.12:

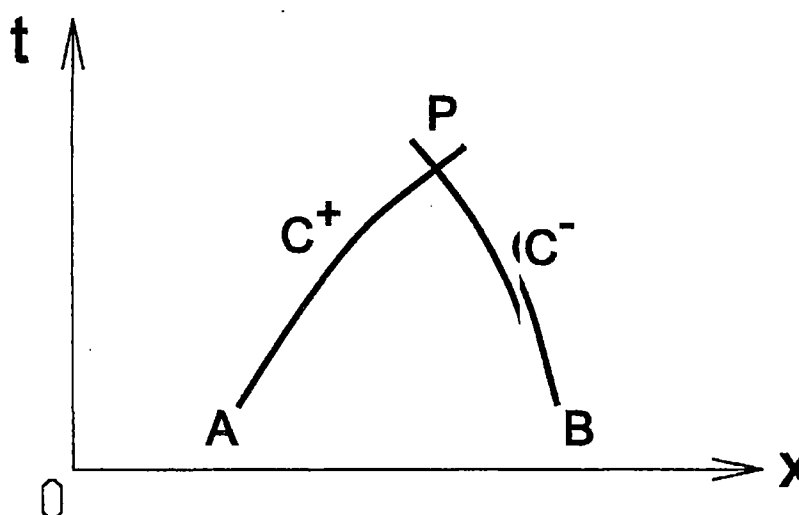


Fig. 3.12 Curvas características C⁺ y C⁻ en el método general de las características.

Las ecuaciones características pueden ser representadas en la forma de diferencias finitas, tal como siguen:

Para la curva C⁺

$$\boxed{V_P - V_R + \frac{g}{a} (H_P - H_R) + \frac{g}{a} V_R \operatorname{sen} \alpha (t_P - t_R) + \frac{f}{2D} V_R |V_R| (t_P - t_R) = 0} \quad (3.85)$$

$$\boxed{x_P - x_R = (V_R + a)(t_P - t_R)} \quad (3.86)$$

Para la curva C⁻

$$\boxed{V_P - V_S - \frac{g}{a} (H_P - H_S) - \frac{g}{a} V_S \operatorname{sen} \alpha (t_P - t_S) + \frac{f}{2D} V_S |V_S| (t_P - t_S) = 0} \quad (3.87)$$

$$\boxed{x_P - x_S = (V_S - a)(t_P - t_S)} \quad (3.88)$$

Una forma de hallar una solución numérica, es la de usar una malla de curvas características y especificar intervalos de tiempo, tal como se muestra en la figura (3.13), donde son conocidas las condiciones del flujo en los puntos A, B y C.

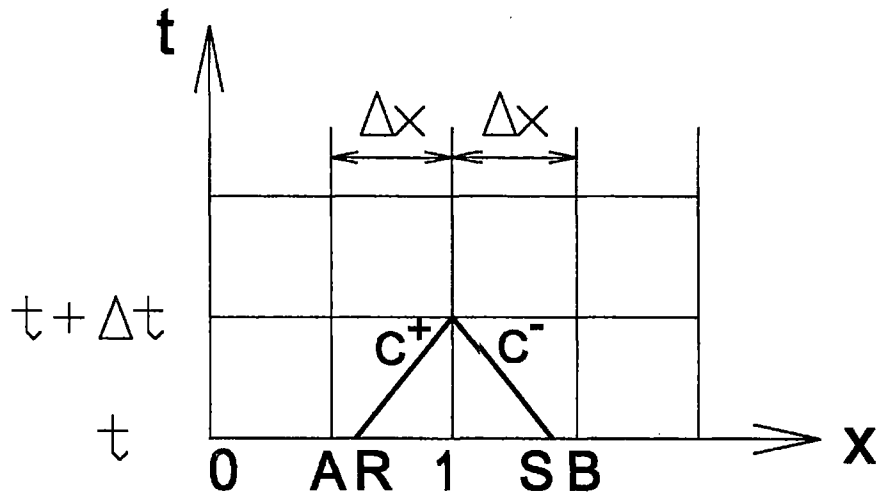


Fig. 3.13 Método de los intervalos de tiempo especificados.

Las condiciones del flujo en los puntos R y S pueden ser evaluadas por una simple interpolación lineal. Este procedimiento de cálculo es conocido como el método de los intervalos de tiempo especificados, entonces se tiene:

$$\boxed{\frac{x_C - x_R}{x_C - x_A} = \frac{V_C - V_R}{V_C - V_A}} \quad (3.89)$$

Usando al ecuación (3.85) y sabiendo que $\boxed{x_P = x_C}$ y $\boxed{x_C - x_A = \Delta x}$, obtiene las siguientes ecuaciones de interpolación:

$$\boxed{V_R = \frac{V_C - \theta a (V_C - V_A)}{1 + \theta (V_C - V_A)}} \quad (3.90)$$

Interpolando de la misma forma se obtiene las siguientes ecuaciones para V_S , H_R y H_S .

$$\boxed{V_S = \frac{V_C - \theta a (V_C - V_B)}{1 - \theta (V_C - V_B)}} \quad (3.91)$$

$$H_R = H_C - \theta (V_R + a)(H_C - H_A) \quad (3.92)$$

$$H_S = H_C + \theta (V_S - a)(H_C - H_B) \quad (3.93)$$

Las ecuaciones anteriores (3.90), (3.91), (3.92) y (3.93) nos permitirán evaluar las condiciones del flujo en cualquier punto de la tubería.

En las ecuaciones anteriores θ representa la relación de las celdas de la malla:

$$\theta = \frac{\Delta t}{\Delta x} \quad (3.94)$$

En una celda de interpolación es necesario tener seis ecuaciones con el fin de obtener los valores de VP y HP para cualquier punto interior. Estas ecuaciones son (3.90), (3.91), (3.92) y (3.93); así como las ecuaciones (3.85) y (3.87) expresadas mediante una combinación en la forma siguiente:

$$V_P = 0.5 \left[V_R + V_S + \frac{g}{a} (H_R - H_S) - \frac{g}{a} \Delta t \operatorname{sen} \alpha (V_R - V_S) - \frac{f \Delta t}{2D} (V_R |V_R| + V_S |V_S|) \right] \quad (3.95)$$

$$H_P = 0.5 \left[H_R + H_S + \frac{a}{g} (V_R - V_S) - \Delta t \operatorname{sen} \alpha (V_R + V_S) - \frac{a}{g} \frac{f \Delta t}{2D} (V_R |V_R| - V_S |V_S|) \right] \quad (3.96)$$

Para determinar el tamaño de las celdas de la malla, para asegurar la estabilidad y la convergencia de la solución es fundamental que se cumpla la siguiente relación:

$$\Delta t (V + a) \leq \Delta x \quad (3.97)$$

En caso contrario las curvas características a través del punto P, pueden caer fuera del segmento AB (ver figura 3.14).

Para determinar Δt en un sistema de varias tuberías y el Δx en cada una de las tuberías se emplea la siguiente relación:

$$\Delta t = \frac{L}{V + a} \quad (3.98)$$

3.5 Método simple de las características⁶

Como su nombre lo indica este método es una simplificación del método general de las características.

Las ecuaciones fundamentales del golpe de ariete se expresan tomando en cuenta que el método de las características considera positivo la dirección del eje x , en el sentido del flujo. Asimismo se debe indicar que estas ecuaciones del método general son identificadas como L_1 y L_2 respectivamente, y ya fueron definidas en las siguientes ecuaciones:

$$L_1 = g \frac{\partial H}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2D} f V |V| = 0 \quad (3.71)$$

$$L_2 = \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial H}{\partial x} + V \text{sen } \alpha = 0 \quad (3.72)$$

Las ecuaciones anteriores pueden ser simplificadas, despreciando el cambio de la velocidad V y la altura H con respecto a la distancia x , es decir:

$$V \frac{\partial V}{\partial x} = 0 \quad (3.99)$$

y de la siguiente relación:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + V \text{sen } \alpha = V \left(\frac{\partial H}{\partial x} + \text{sen } \alpha \right) + \frac{\partial H}{\partial t} \approx \frac{\partial H}{\partial t}$$

Se obtiene:

$$V \frac{\partial H}{\partial x} + V \text{sen } \alpha = V \left(\frac{\partial H}{\partial x} + \text{sen } \alpha \right) = 0 \quad (3.100)$$

Reemplazando se obtiene las siguientes ecuaciones características:

$$L_1 = g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2D} f V |V| = 0 \quad (3.101)$$

⁶ STREETER, Víctor. "Hydraulic transients", New York, 1967. Página 22

$$\boxed{L_2 = \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} = 0} \quad (3.102)$$

Si las ecuaciones anteriores son denominadas como $L_1=0$ y $L_2=0$, pueden ser linealizadas, mediante el empleo de un factor de escala lineal λ . Entonces se tendrá la siguiente igualdad: $L=L_1+\lambda L_2 = 0$. Entonces expresando en forma lineal

y sabiendo que: $\boxed{H_x = \frac{\partial H}{\partial x}}$, $\boxed{V_x = \frac{\partial V}{\partial x}}$, $\boxed{H_t = \frac{\partial H}{\partial t}}$ y $\boxed{V_t = \frac{\partial V}{\partial t}}$ se obtiene:

$$\boxed{g \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2D} f V |V| + \lambda \left(\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{a^2}{g} \frac{\partial V}{\partial x} \right) = 0}$$

O lo que es lo mismo:

$$\boxed{g H_x + V_t + \frac{1}{2D} f V |V| + \lambda \left(H_t + \frac{a^2}{g} V_x \right)} \quad (3.103)$$

Agrupando se obtiene:

$$\boxed{\lambda \left[H_x \left(\frac{g}{\lambda} \right) + H_t \right] + \left[V_x \left(\frac{a^2}{g} \lambda \right) + V_t \right] + \frac{1}{2D} f V |V| = 0} \quad (3.104)$$

El método de las características involucra la selección de dos valores particulares de λ que convierten a la ecuación (3.108) en un par de ecuaciones diferenciales

Además siendo $V=V(x,t)$ y $H=H(x,t)$ soluciones de las ecuaciones (3.101) y (3.102), entonces se obtiene lo siguiente:

$$\boxed{\frac{\partial H}{\partial t} = H_x \frac{dx}{dt} + H_t} \quad \boxed{\frac{\partial V}{\partial t} = V_x \frac{dx}{dt} + V_t} \quad (3.105)$$

Analizando las ecuaciones (3.104) y (3.105), se deduce que:

$$\boxed{\frac{dx}{dt} = \frac{g}{\lambda} = \frac{a^2}{g} \lambda} \quad (3.106)$$

Entonces la ecuación (3.104) se convierte en la siguiente ecuación diferencial

ordinaria:

$$\lambda \left[H_x \frac{dx}{dt} + H_t \right] + \left[V_x \frac{dx}{dt} + V_t \right] + \frac{f V}{2D} |V| = 0 \quad (3.107)$$

o lo que es lo mismo:

$$\lambda \frac{dH}{dt} + \frac{dV}{dt} + \frac{f V}{2D} |V| = 0 \quad (3.108)$$

En este caso el multiplicador λ toma el valor:

$$\lambda = \pm \frac{g}{a} \quad (3.109)$$

Entonces la ecuación (3.106) se convierte en:

$$\frac{dx}{dt} = \pm a \quad (3.110)$$

Finalmente las cuatro ecuaciones características se deducen reemplazando el valor de λ en la ecuación (3.108) y a partir de la relación (3.110), que agrupadas de acuerdo a las curvas características son:

Para la curva C^+

$$\frac{g}{a} \frac{dH}{dt} + \frac{dV}{dt} + \frac{f V}{2D} |V| = 0 \quad (3.111)$$

$$\frac{dx}{dt} = +a \quad (3.112)$$

Para la curva C^-

$$-\frac{g}{a} \frac{dH}{dt} + \frac{dV}{dt} + \frac{f V}{2D} |V| = 0 \quad (3.113)$$

$$\frac{dx}{dt} = -a \quad (3.114)$$

Las curvas características C^+ y C^- que fueron definidas por las ecuaciones (3.112) y (3.114), describen unas líneas en el plano xt , tal como se muestra en la

figura (3.14):

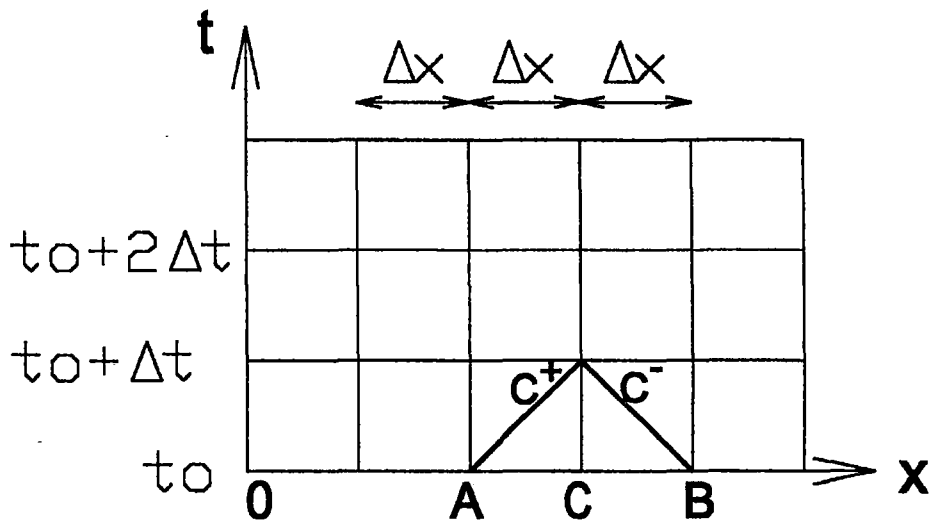


Fig. 3.14 Celdas en el plano xt para el golpe de ariete en el método simple de las características.

Las ecuaciones características pueden ser representadas en la forma de diferencias finitas, tal como siguen:

Para la curva C⁺

$$V_P - V_R + \frac{g}{a} (H_P - H_R) + \frac{f}{2D} V_R |V_R| (t_P - t_R) = 0 \quad (3.115)$$

$$x_P - x_R = (+a)(t_P - t_R) \quad (3.116)$$

Para la curva C⁻

$$V_P - V_S - \frac{g}{a} (H_P - H_S) + \frac{f}{2D} V_S |V_S| (t_P - t_S) = 0 \quad (3.117)$$

$$x_P - x_S = (-a)(t_P - t_S) \quad (3.118)$$

De forma similar al método general de las características se determina la solución numérica, por medio del uso de la malla de curvas características y de intervalos de tiempo, tal como se muestra en la figura (3.14), donde son conocidas las condiciones del flujo en los puntos A, B y C. Las condiciones del

flujo en los puntos R y S pueden ser evaluadas por una simple interpolación lineal, tal como se mostró en el método general de las características.

Como se puede notar los valores de V_R+a y V_R-a que fueron obtenidos en las ecuaciones (3.86) y (3.88), han sido simplificados y son calculados reemplazándolos por $+a$ y $-a$ respectivamente en las ecuaciones (3.116) y (3.118).

En el análisis del golpe de ariete en tuberías metálicas, se utiliza ampliamente esta aproximación. Entonces las ecuaciones de interpolación se simplifican a:

$$V_R = V_C - \theta a (V_C - V_A) \quad (3.119)$$

$$V_S = V_C - \theta a (V_C - V_B) \quad (3.120)$$

$$H_R = H_C - \theta a (H_C - H_A) \quad (3.121)$$

$$H_S = H_C - \theta a (H_C - H_B) \quad (3.122)$$

3.6 Estudio de las condiciones de frontera⁷

Para resolver las ecuaciones (3.119), (3.120), (3.121) y (3.122) del método general de las características es necesario considerar las condiciones en los extremos de la tubería para cualquier instante, logrando de esta forma obtener un sistema de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas.

En nuestro caso se analiza lo que ocurre en el extremo aguas arriba (junto a la cámara de carga) y en el extremo aguas abajo (válvula de control). La condición de frontera en el extremo izquierdo de alimentación de la tubería depende de la forma en que varíe el nivel del reservorio con el tiempo. En el extremo derecho, depende de la ley con que se efectúe la maniobra de la válvula.

Con referencia a la figura (3.14), y a las ecuaciones características (3.85), (3.86), (3.87) y (3.88), en ambos extremos de la tubería se dispone de solo una

⁷ COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. "Manual de Diseño de Obras Civiles". Sección E. México 1970.

de las ecuaciones características (3.85) o (3.87) para las incógnitas V_p y H_p .

En el extremo izquierdo, véase la figura (3.15a), es válida la ecuación (3.87). Para el caso de la frontera en el extremo derecho, véase la figura (3.15b), es válida la ecuación (3.85). En cada caso es necesaria una ecuación auxiliar que especifique V_p y H_p o alguna relación entre ellas, de modo que se disponga de esas dos ecuaciones con las dos incógnitas mencionadas.

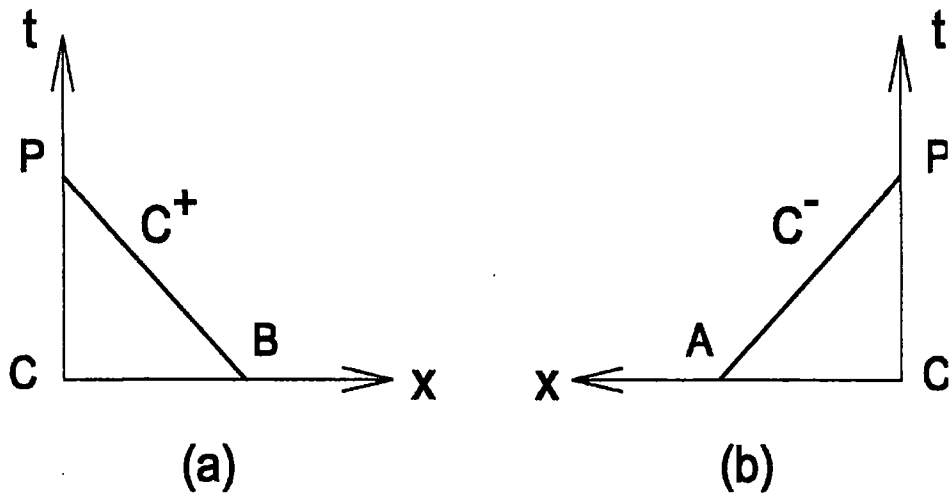


Fig. 3.15 Características en las fronteras de la tubería.

Cuando el nivel de carga es constante en la cámara de carga (reservorio) para una tubería simple la carga P en cualquier instante es constante. Si la sección B coincide con la sección 1 y P con la 0, se obtiene directamente de la ecuación (3.87) la siguiente expresión:

$$V_{P_0} = V_1 + \frac{g}{a} (H_{P_0} - H_1) - \frac{f \Delta t}{2D} V_1 |V_1| \quad (3.123)$$

Es conveniente expresar esta ecuación en una forma más sencilla para facilitar su manejo con condiciones de frontera más complicadas

$$V_{P_0} = C_1 + C_2 H_{P_0} \quad (3.124)$$

donde:

$$C_1 = V_1 - \frac{g}{a} H_1 - \frac{f \Delta t}{2D} V_1 |V_1| \quad (3.125)$$

C_1 es una variable en el procedimiento de cálculo, pero depende solo de los valores conocidos en el instante anterior. Además la variable $C_2 = g/a$ es una constante para la tubería dada.

Se conoce otras condiciones de frontera, tal como el caso cuando el reservorio cambia de nivel H_{p_0} de acuerdo a una función conocida con el tiempo. Se resuelve la ecuación (3.124) para hallar V_p .

3.7 Método Algebraico

El método algebraico es una aplicación de las condiciones de frontera del método de las características, considerando que la tubería tiene una sola sección, siendo por lo tanto una aproximación que considera la fricción del fluido con las paredes de la tubería.

Se analiza las propiedades del fluido L/a segundos después de ocurrido el cierre de la válvula de control.

Definiremos las ecuaciones que gobiernan este método sobre la base del método de las características. En la figura (3.14) se muestra la notación empleada en el método simple de las características, caracterizado por las celdas en el plano xt , que será usada en el método algebraico.

Si en la ecuación (3.115), que define las condiciones de frontera en el extremo inferior (derecho), se reemplaza $(t_p - t_A)$ por L/a , se convierte en:

$$H_p = H_A - \frac{a}{g} (V_p - V_A) - \frac{fL}{2gD} V_A |V_A| \quad (3.126)$$

De forma similar la ecuación (3.117), que define las condiciones de frontera en el extremo superior (izquierdo), se convierte en:

$$H_p = H_B + \frac{a}{g} (V_p - V_B) + \frac{fL}{2gD} V_B |V_B| \quad (3.127)$$

La notación empleada para el golpe de ariete en una tubería simple se muestra en la figura (3.16).

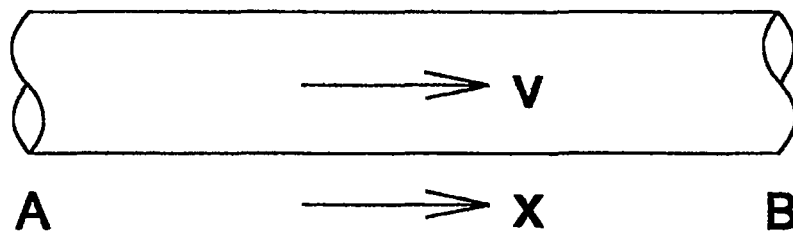


Fig. 3.16 Notación para el golpe de ariete en una tubería simple.

La notación de las ecuaciones anteriores es ahora cambiada, para usar la letra J para denotar el tiempo. Como se nota en la figura (3.17), A representa el extremo superior y B el extremo inferior.

El intervalo de análisis es algún submúltiplo de L/a . Es decir, que se cumple la siguiente relación $P \Delta t = \frac{L/a}{n}$, donde P es un número entero. Entonces el tiempo está dado por incrementos de Δt y $t = J \Delta t$

Reemplazando en las ecuaciones (3.126) y (3.127), tenemos:

$$H_B(J) = H_A(J-P) - \frac{a}{g} [V_B(J) - V_A(J-P)] - \frac{fL}{2gD} V_A(J-P) |V_A(J-P)| \quad (3.128)$$

y

$$H_A(J) = H_B(J-P) + \frac{a}{g} [V_A(J) - V_B(J-P)] + \frac{fL}{2gD} V_B(J-P) |V_B(J-P)| \quad (3.129)$$

Estas ecuaciones son buenas para cualquier entero J, teniendo como cuatro incógnitas $H_A(J)$, $H_B(J)$, $V_A(J)$ y $V_B(J)$. Utilizando las condiciones de frontera de la tubería en los extremos, se consigue cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas.

CAPÍTULO IV

CRITERIOS ECONÓMICOS DE EVALUACIÓN

4.1 Generalidades

En el desarrollo de proyectos hidroeléctricos se presenta el problema de diseñar tuberías forzadas que conduzcan un determinado caudal de agua desde la cámara de carga hacia la casa de máquinas para alimentar una turbina o grupo de turbinas.

La elección del diámetro de una tubería forzada no tiene una solución única, puesto que desde el punto de vista hidráulico hay infinidad de diámetros que permiten conducir un determinado caudal, pero lógicamente no todos resultan una solución económica.

El golpe de ariete es un fenómeno que se presenta en las tuberías forzadas como consecuencia de un cierre o apertura de la válvula de control.

El golpe de ariete se define como las ondas de presión en tuberías o conductos relativamente elásticos que conducen líquidos compresibles, las cuales son producidas cuando las condiciones de flujo son cambiadas de un estado inicial normal a otra condición diferente; por ejemplo, cuando se realiza el cierre o apertura de la válvula de control de flujo.

Un diseño económico nos permitirá obtener una tubería forzada que trabaje eficientemente al menor costo posible, para ello es necesario considerar que la decisión sobre la elección de un diámetro económico amerita un estudio más profundo. Para ello se analizará todas las variables que intervienen en el flujo del agua a través de la tubería.

El costo de la tubería forzada depende directamente de su diámetro y del espesor de sus paredes. Pero cuanto menor es el diámetro elegido, tanto mayor es la pérdida de carga y las pérdidas de potencia de la central a causa del rozamiento, esto implicaría incrementar el diámetro. Por otra parte, la tubería es tanto más económica cuánto más pequeña se construye. Asimismo, para soportar los aumentos excesivos y disminución de las presiones, las tuberías se diseñan con un espesor adecuado, el cual influye directamente en el costo de la tubería, pues cuanto más delgada, menos costosa resultará la alternativa.

Una tubería forzada de forma de tronco de cono que se angosta aguas abajo sería más económica que una tubería con diámetro uniforme, para una misma pérdida de carga; pero por razones tecnológicas no sería factible, pues el costo de construcción sería elevado.

Es común diseñar tuberías forzadas con diámetro uniforme, pero se debe tomar en cuenta que se puede dividir la tubería en varios tramos, cada uno de ellos con diámetros uniformes y que éstos fueran disminuyendo en forma paulatina aguas abajo. En estas alternativas se mantienen las mismas pérdidas de carga por rozamiento, y por ende la misma pérdida de potencia en la Central Hidroeléctrica.

El factor económico es fundamental en el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, por lo que un diseño adecuado de la tubería forzada nos permitiría un apreciable ahorro en el costo de la misma. En vista de ello proponemos una metodología de evaluación de varias alternativas de diseño de tuberías forzadas considerando la determinación del diámetro económico; por lo que se analizará la tubería de presión con diámetro uniforme, la tubería con dos tramos de diámetros uniformes y la alternativa de dividir la tubería forzada en tramos con diferentes diámetros, también uniformes.

Para la evaluación económica es necesario conocer el diámetro y espesor correspondiente de cada uno de los tramos de tuberías, así como también para la determinación de los espesores de éstos tramos de tubería se necesita conocer las sobrepresiones y depresiones en las tuberías por efecto del golpe de ariete, producido por una maniobra de cierre o abertura de la válvula de control de flujo aguas abajo.

Finalmente, podemos resumir en que el costo de la tubería forzada dependerá en forma directamente proporcional a su diámetro y al espesor de sus paredes; e inversamente proporcional a las pérdidas de carga y las pérdidas de potencia de la central a causa del rozamiento. Por lo que todos estos factores se deben evaluar para la determinación de la solución más económica.

4.2 Criterios de dimensionamiento de tuberías forzadas

El dimensionamiento de tuberías forzadas en Centrales Hidroeléctricas, se refiere a la determinación de las características geométricas y técnicas del material que se usará en la fabricación del conducto forzado, comprendiendo también los criterios de resistencia y economía para lograr un resultado óptimo para el diseño.

Las características geométricas de la tubería forzada estarán determinadas por el perfil de la superficie del terreno, pero se debe tener en cuenta que si se minimiza el volumen de excavación en toda la línea de la tubería y se evita en lo posible cortes del talud del terreno de cimentación del conducto forzado, se obtendrá mejores resultados, en cuanto a la economía.

El diámetro interior de la tubería forzada se determina por el criterio del diámetro económico, mientras que el espesor de la plancha de acero a usar en la fabricación de la tubería, debe cumplir con los criterios de resistencia a las variaciones de presión por efecto del golpe de ariete, corrosión y cavitación.

El diseño definitivo para las centrales hidroeléctricas, siendo un proyecto de gran envergadura y por su importancia, debe ser estudiado en forma exhaustiva para la elección del diámetro de la tubería y el espesor de las planchas de acero que se usará en la fabricación de la tubería.

En la literatura sobre tuberías de presión se encuentran muchas fórmulas empíricas que permiten determinar el diámetro y el espesor de la tubería, pero muchas de ellas basadas en la experimentación. Por lo que dichas fórmulas sólo deben ser empleadas en una etapa de carácter preliminar o de estimación,

Es conocida, por ejemplo, la fórmula recomendada por Krochin¹, que según Mannesman Rohrem Werke, el diámetro económico está dado por las siguientes fórmulas:

- a) Para una altura de caída $H < 100$ metros, el diámetro recomendado está dado por la fórmula siguiente:

$$D = \sqrt[3]{2052 Q^3} \quad (4.1)$$

donde:

D : Diámetro de la tubería en metros.

Q : es el caudal en m^3/seg .

- b) Para una altura de caída $H > 100$ metros, el diámetro recomendado está dado por la fórmula siguiente:

$$D = \sqrt[3]{\frac{5.2 Q^3}{H}} \quad (4.2)$$

donde:

D : Diámetro de la tubería en m.

Q : es el caudal en m^3/seg .

H : es la altura bruta, más la altura de sobrepresión por el golpe de ariete en metros.

Para estimar la sobrepresión por golpe de ariete recomienda la fórmula siguiente:

$$h_1 = 0.15 \frac{L V}{TC} \quad (4.2a)$$

donde:

L : Longitud de la tubería en metros.

V : Velocidad del agua en la tubería en m/seg .

TC : Tiempo de cierre de la válvula en segundos.

Siendo lo anterior válido para tiempos de cierre $TC > \frac{L}{500}$.

¹ Krochin, Sviatoslav. Diseño hidráulico.

Estas fórmulas expuestas por ser empíricas, no se consiguen resultados aceptables en muchos casos particulares.

4.3 Evaluación económica de tuberías sin cambios de sección

La evaluación económica debe comprender el análisis para obtener una relación que involucre todos los parámetros que intervienen en una tubería forzada, tales como: el caudal del flujo, el coeficiente de rozamiento o fricción de la tubería, las sobrepresiones por golpe de ariete, el espesor de las paredes, el costo de la tubería, la altura de caída del agua, la energía producida y la energía perdida por rozamiento.

Como se ha mencionado el costo de la tubería forzada depende en forma directamente proporcional a su diámetro y al espesor de sus paredes; e inversamente proporcional a las pérdidas de carga y las pérdidas de potencia de la central a causa del rozamiento. Por lo que todos éstos factores mencionados deben ser evaluados para la determinación de la alternativa que resulte ser la solución más económica.

4.3.1 Cálculo del espesor de la tubería

El espesor e de las paredes de la tubería, cuando prevalece la presión interna P , debe ser determinado mediante la expresión de Mariotte:

$$e = \frac{PD}{2\sigma} \quad (4.3)$$

donde:

e : Espesor de la tubería en metros.

P : Presión interna en la tubería en kg/m^2 .

D : Diámetro interior en metros.

σ : Esfuerzo de tracción admisible del acero en kg/m^2 .

El valor de la presión en las tuberías, ver figura (4.1), está dado por la siguiente fórmula:

$$P = \gamma H$$

donde:

γ : Peso específico del agua en kg/m^3 .

P : Presión interior en la tubería en kg/m^2 .

H : Altura de presión estática, más la altura por sobrepresión por golpe de ariete en metros.

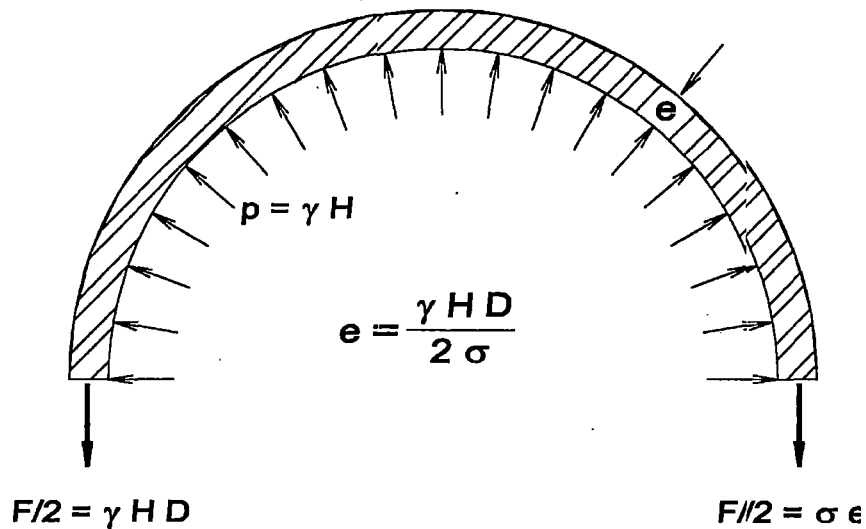


Fig. 4.1 Esquema de la tubería sometida a presión.

Reemplazando la relación anterior se obtiene la fórmula para hallar el espesor e de la tubería, y además debe considerarse un factor de seguridad $k_1=1.17$ (85%), por eficiencia de la soldadura, para un esfuerzo de trabajo de 1200 kg/cm^2 :

$$e = k_1 \frac{\gamma D H}{2 \sigma} \quad (4.4)$$

Asimismo debe considerarse un espesor adicional e_0 , para contrarrestar efectos de corrosión², variando este valor de 2 a 5 mm de acuerdo al diámetro, entonces:

$$e = k_1 \frac{\gamma D H}{2 \sigma} + e_0 \quad (4.5)$$

donde:

e : Espesor de la tubería en metros.

² Krochin, Sviatoslav. Diseño hidráulico. Pág. 323.

D : Diámetro interior en metros.

σ : Esfuerzo de tracción del acero en kg/m^2 .

γ : Peso específico del agua en kg/m^3 .

P : Presión interior en la tubería en kg/m^2 .

e_0 : Espesor adicional por corrosión en m, entre 2-5 mm.

k_1 : Factor de seguridad por eficiencia de la soldadura igual a 1.25.

También es recomendado utilizar la siguiente relación para hallar el espesor mínimo por rigidez: $e_{\min} = \frac{D + 20}{400}$, siendo D el diámetro en pulgadas.

4.3.2 Costo de la tubería

El costo de la tubería está directamente relacionado con el peso de la misma, por lo que se deducirá una relación para hallar el peso.

El área de la sección transversal de la tubería, está dado por:

$$A = \frac{\pi}{4} [(D + 2e)^2 - D^2] \quad (4.6)$$

Desarrollando y simplificando, y multiplicando por un metro de longitud obtenemos el volumen de la tubería, que es igual a:

$$\text{Vol} = \pi e (D + e) \quad (4.7)$$

Fórmula aproximada

Para la determinación del peso de la tubería se analiza la fórmula obtenida, para hallar una fórmula aproximada.

Para tuberías grandes una buena aproximación se obtiene al despreciar el segundo término por ser muy pequeño, por lo tanto el volumen por metro lineal de tubería será igual a:

$$\text{Vol} = \pi D e \quad (4.8)$$

El peso por metro lineal de tubería, empleando la relación (4.8), será igual a:

$$P_t = \gamma_c (\pi D e) \quad (4.9)$$

donde:

- P_t : Peso de la tubería en kg/m^3 .
- e : Espesor de la tubería en metros.
- γ_c : Peso específico del acero en kg/m^3 .
- D : Diámetro interior en metros.

Al peso obtenido por metro lineal de tubería, se ha de incrementar³ en 10% para solapes, cubrejuntas y remaches; y 6% para piezas de dilatación y otras análogas, el cual será considerado entonces como un factor constante $k_2 = 1.16$.

Por lo tanto el peso por metro lineal de tubería será igual a:

$$P_t = k_2 \gamma_c \pi D e \quad (4.10)$$

Entonces el costo de la tubería C'_t por metro lineal de tubería será igual al peso por el costo c_a de 1 kg de acero, que incluye el costo de la plancha de acero, costo de fabricación de la tubería, transporte y montaje:

$$C'_t = k_2 \gamma_c \pi D e c_a \quad (4.11)$$

Debe considerarse asimismo a la anualidad t por amortización del capital más los intereses, entonces el costo anual de la tubería por metro lineal, resulta:

$$C_t = k_2 \gamma_c \pi D e c_a t \quad (4.12)$$

Reemplazando el valor del espesor de la tubería obtenida por la fórmula (4.4), en la fórmula (4.12), se obtendrá:

$$C_t = k_2 \gamma_c \pi k_1 \frac{\gamma H D^2}{2 \sigma} c_a t \quad (4.13)$$

Si asignamos como α , como una constante igual a:

$$\alpha = k_1 k_2 \gamma_c \pi \frac{\gamma}{2 \sigma} c_a t \quad (4.14)$$

El costo anual de la tubería por metro lineal estará dado por la fórmula:

$$C_t = \alpha H D^2 \quad (4.15)$$

El costo anual C_T de una tubería de longitud L , se obtiene multiplicando el costo de la tubería por metro lineal, obtenido por la fórmula (4.15), por la longitud L en metros $C_T = C_t L$.

Reemplazando se obtiene finalmente el costo anual C_T de una tubería de longitud L :

$$C_T = \alpha L H D^2 \tag{4.16}$$

Fórmula exacta

En este caso se considera el caso más completo que reemplaza a la última expresión, tomando en cuenta:

$$e = k_1 \frac{\gamma D H}{2 \sigma} + e_0 \tag{4.5}$$

y el volumen de la tubería por metro lineal es obtenido por la fórmula:

$$Vol = \pi e (D + e) \tag{4.7}$$

donde:

- e : Espesor de la tubería en metros.
- D : Diámetro interior en metros.
- σ : Esfuerzo de tracción del acero en kg/m^2 .
- γ : Peso específico del agua en kg/m^3 .
- P : Presión interior en la tubería en kg/m^2 .
- e_0 : Espesor adicional por corrosión en metros, entre 2-5 mm.

El peso por metro lineal de tubería, empleando la relación (4.7), será igual a:

$$P_t = \gamma_c [\pi e (D + e)] \tag{4.9'}$$

donde:

- P_t : Peso de la tubería en kg/m^3 .
- e : Espesor de la tubería en metros.

³ Krochin, Sviatoslav. Diseño hidráulico. Pág. 318

γ_c : Peso específico del acero en kg/m^3 .

D : Diámetro interior en metros.

Al peso obtenido por metro lineal de tubería, se ha de incrementar⁴ en 10% para solapes, cubrejuntas y remaches y 6% para piezas de dilatación y otras análogas, el cual será considerado entonces como un factor constante:

$$k_2=1.16.$$

Por lo tanto el peso por metro lineal de tubería será igual a:

$$P_t = k_2 \gamma_c [\pi e (D + e)] \quad (4.10')$$

Entonces el costo de la tubería C_t' por metro lineal de tubería será igual al peso por el costo c_a de 1 kg de acero, que incluye el costo de la plancha de acero, costo de fabricación de la tubería, transporte y montaje:

$$C_t' = k_2 \gamma_c \pi e (D + e) c_a \quad (4.11')$$

Debe considerarse también la anualidad t por amortización del capital más los intereses, entonces el costo anual de la tubería por metro lineal, resulta:

$$C_t = k_2 \gamma_c \pi e (D + e) c_a t \quad (4.12')$$

Reemplazando el valor del espesor de la tubería obtenida por la fórmula (4.5), en la fórmula (4.12'), se obtendrá:

$$C_t = k_2 \gamma_c \pi c_a t \left(k_1 \frac{\gamma DH}{2\sigma} + e_0 \right) \left[D + \left(k_1 \frac{\gamma DH}{2\sigma} + e_0 \right) \right] \quad (4.13')$$

Si asignamos las siguientes constantes, en la fórmula anterior:

$$r_1 = k_2 \gamma_c \pi c_a t \quad (4.14'a)$$

$$s_1 = k_1 \frac{\gamma}{2\sigma} \quad (4.14'b)$$

⁴ Krochin, Sviatoslav. Diseño hidráulico. Pág. 318

Finalmente el costo de la tubería por metro lineal estará dado por la siguiente fórmula:

$$C_t = r_1 (s_1 D H + e_0) [D + s_1 D H + e_0] \quad (4.15')$$

desarrollando y agrupando se obtiene:

$$C_t = r_1 s_1 H (1 + s_1 H) D^2 + r_1 e_0 (1 + 2 s_1 H) D + r_1 e_0^2 \quad (4.17)$$

Si asignamos las siguientes constantes, en la fórmula anterior:

$$\beta = r_1 s_1 H (1 + s_1 H) \quad (4.18a)$$

$$\delta = r_1 e_0 (1 + 2 s_1 H) \quad (4.18b)$$

$$\varepsilon = r_1 e_0^2 \quad (4.18c)$$

Entonces el costo anual de la tubería por metro lineal es igual a:

$$C_t = \beta D^2 + \delta D + \varepsilon$$

Finalmente el costo anual de la tubería de longitud L es igual será igual:

$$C_t = \beta D^2 + \delta D + \varepsilon \quad (4.19)$$

4.3.3 Análisis de la energía perdida en un año

Debe asimismo considerarse las pérdidas de carga por fricción h_f en la tubería, para lo cual empleamos la fórmula de Darcy:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad (4.20)$$

donde:

f : Coeficiente de fricción del material de la tubería.

L : Longitud de la tubería en metros.

D : Diámetro de la tubería en metros.

V : Velocidad media de flujo en la tubería en m/seg.

g : Aceleración de la gravedad en m/seg².

Expresando la velocidad V en función del caudal Q :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (4.21)$$

Entonces la pérdida de carga será igual a:

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{1}{2g} \left(\frac{4Q}{\pi D^2} \right)^2 \quad (4.22)$$

Agrupando términos, tenemos:

$$h_f = \left(\frac{8f}{\pi^2 g} \right) \frac{L Q^2}{D^5} \quad (4.23)$$

Si definimos la constante ξ por la relación:

$$\xi = \frac{8f}{\pi^2 g} \quad (4.24)$$

Entonces la pérdida de carga h_f será igual a:

$$h_f = \xi L \frac{Q^2}{D^5} \quad (4.25)$$

Para determinar la pérdida de energía debido a las pérdidas de carga por fricción en la tubería, se tiene que definir la fórmula de la potencia eléctrica PT , que está dada por la siguiente fórmula:

$$PT = \eta \gamma Q H \quad (4.26)$$

donde:

PT : Potencia eléctrica en $\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{seg}} = 1 \text{Kw}$.

γ : Peso específico del agua en kg/m^3 .

η : Eficiencia de la central hidroeléctrica.

H : Altura de la caída del agua en m.

Q : Caudal del flujo que genera la potencia en m^3/seg .

La energía eléctrica E es igual a $E = PT \times \text{tiempo}$

$$E = \eta \gamma Q H N \quad (4.27)$$

donde:

N : Tiempo en que se produce la energía en horas.

Se debe señalar que la energía perdida medida en kW-hora, por una altura de agua h_f , que corresponde a las pérdidas de fricción que ocurren durante el tiempo N en horas al año, estará dada por la ecuación:

$$E' = \eta \gamma Q' h_f N \quad (4.28)$$

Reemplazando el valor de h_f de la relación (4.24), obtenemos:

$$E' = \eta \gamma Q' N \xi \frac{Q'^2 L}{D^5} \quad (4.29)$$

Siendo:

$$Q^3 = \sum \frac{Q'^3 \cdot n}{N} \quad (4.30)$$

Siendo el costo de la energía C', en \$/kw-hora, entonces el costo de la energía perdida C_e , en un año será:

$$C_e = C' \eta \gamma N \xi \frac{Q^3 L}{D^5} \quad (4.31)$$

Siendo:

C' : Costo de la central entre el número de años que prestará un servicio permanente.

Si denominamos una constante M_1 :

$$M_1 = C' \eta \gamma N \xi \quad (4.32)$$

Finalmente el costo anual producido por las pérdidas de energía en la Central Hidroeléctrica será igual a:

$$C_e = M_1 \frac{Q^3 L}{D^5} \tag{4.33}$$

4.4 Diámetro económico

La determinación del diámetro económico en el diseño de tuberías forzadas está directamente relacionado con la velocidad del agua y la pérdida de carga que ocurren por efecto de la fricción del agua con las paredes de la tubería. Para un determinado caudal de agua, la velocidad está limitada entre 2 y 8 m/seg.

Siendo la pérdida de carga h_f , directamente proporcional al cuadrado de la velocidad v^2 , se deduce que para velocidades muy altas se producirán mayores pérdidas de carga.

Para alternativas de diámetros excesivamente grandes, la tubería conduce un mayor caudal, siendo entonces la velocidad menor, lo cual implica que se tiene menores pérdidas de carga, pero mayores costos por el aumento en el costo de la tubería, esto puede ser representado con la curva I de la figura (4.2). Se observa que el costo de la tubería es directamente proporcional a su diámetro, como se ha demostrado anteriormente, lo que significa que a mayor diámetro mayor costo de tubería.

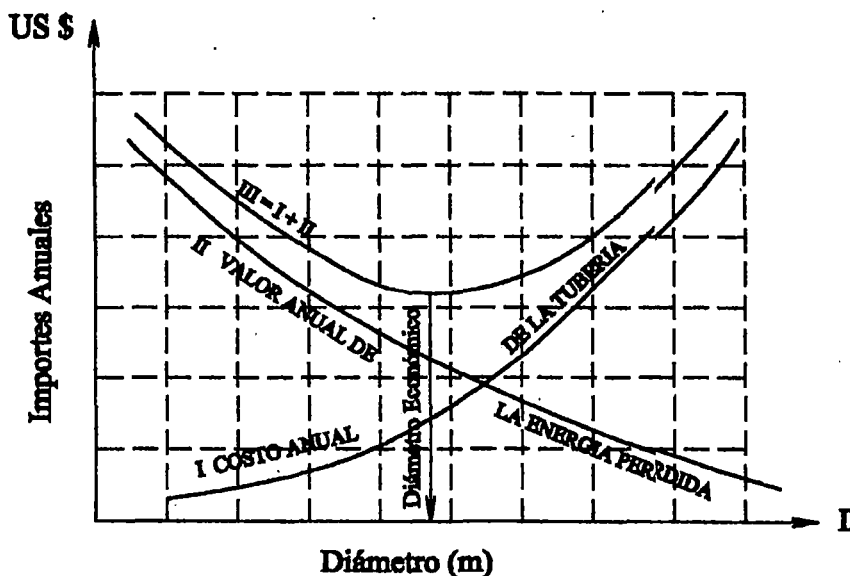


Fig. 4.2 Gráfico para la determinación del diámetro económico

Las pérdidas de energía o carga, como se ha mencionado líneas arriba son directamente proporcionales al cuadrado de la velocidad del flujo, e inversamente proporcional al diámetro. Como se observa en la figura (4.2), la curva II representa el valor anual de la energía perdida, el cual es menor cuánto mayor es el diámetro de la tubería.

El criterio del diámetro económico, es obtener un diámetro de tubería que a un menor costo se produzca un menor valor anual de energía perdida. Esto significa encontrar un diámetro “intermedio”. Si se suma las curvas I y II, se obtendrá la curva III, tal como se puede ver en la figura (4.2).

Esta curva III engloba las dos variables del costo anual de la tubería, por conceptos de interés del capital necesario para su adquisición y amortización anual; y el valor anual de la energía perdida. Dicha curva tiene forma de parábola hacia arriba, cuyo valor mínimo, nos ha de indicar finalmente, el diámetro más económico de la tubería.

En forma analítica esto significa sumar las dos variables y derivar, entonces se tiene que:

$$\boxed{d(C_T + C_e) = 0} \quad (4.34)$$

o bien:

$$\boxed{d(C_T) + d(C_e) = 0} \quad (4.35)$$

Para obtener mayor claridad en la resolución de las ecuaciones planteadas, y la obtención de una fórmula genérica que permita determinar el diámetro económico, se va a derivar por separado cada una de las variables.

Recordemos las fórmulas deducidas para hallar el costo anual de la tubería y el costo anual de la energía perdida:

a) Costo anual de la tubería por metro lineal

- a1) Considerando una aproximación en el cálculo del peso de la tubería, $P_t = \gamma_c [\pi D e]$, el costo anual de la tubería de longitud L, viene dado por la siguiente fórmula:

$$C_T = \alpha L H D^2 \tag{4.16}$$

donde:

$$\alpha = k_1 k_2 \gamma_c \pi \frac{\gamma}{2 \sigma} c_a t \tag{4.14}$$

a2) Considerando el valor exacto del peso de la tubería $P_t = \gamma_c [\pi e (D + e)]$ y el espesor adicional e_0 , el costo anual de la tubería será igual a:

$$C_t = \beta D^2 + \delta D + \varepsilon \tag{4.19}$$

donde

$$\beta = r_1 s_1 H (1 + s_1 H) \tag{4.18a}$$

$$\delta = r_1 e_0 (1 + 2 s_1 H) \tag{4.18b}$$

$$\varepsilon = r_1 e_0^2 \tag{4.18c}$$

$$r_1 = k_2 \gamma_c \pi c_a t \tag{4.14'a}$$

$$s_1 = k_1 \frac{\gamma}{2 \sigma} \tag{4.14'b}$$

siendo:

- e : Espesor de la tubería en metros.
- D : Diámetro interior en metros.
- L : Longitud de la tubería en metros.
- σ : Esfuerzo de tracción del acero en kg/m^2 .
- γ : Peso específico del agua en kg/m^3 .
- P : Presión interior en la tubería en kg/m^2 .
- e_0 : Espesor adicional por corrosión en metros, entre 2-5 mm.
- P_t : Peso de la tubería en kg/m^3 .
- γ_c : Peso específico del acero en kg/m^3 .
- D : Diámetro interior en metros.
- H : Altura bruta de caída, más la altura de sobrepresión por el golpe de ariete en metros.

- k_1 : Factor de seguridad por eficiencia de la soldadura, para un esfuerzo de trabajo de 1200 kg/cm². ($k_1=1.25$).
- k_2 : Factor que considera el peso de solapes, cubrejuntas, remaches, piezas de dilatación y otras análogas. ($k_2=1.16$).

b) Costo anual de energía perdida

El costo anual de las pérdidas de energía en la Central Hidroeléctrica está dado por la fórmula:

$$C_e = M_1 \frac{Q^3 L}{D^5} \tag{4.33}$$

Siendo:

$$M_1 = C' \eta \gamma N \xi \tag{4.32}$$

donde

PT : Potencia eléctrica en $\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{seg}} = 1 \text{Kw}$.

γ : Peso específico del agua en kg/m^3 .

η : Eficiencia de la central hidroeléctrica.

H : Altura de la caída del agua en metros.

Q : Caudal del flujo que genera la potencia en m^3/seg .

C' : Costo de la energía en $\$/\text{Kw-hora}$.

Seguidamente procederemos a derivar éstas fórmulas que nos han de conducir a obtener las fórmulas para la determinación del diámetro económico:

4.4.1 Fórmula aproximada del diámetro económico

Para hallar la fórmula aproximada del diámetro económico, se empleará la fórmula del costo anual de la tubería por metro lineal del caso (a1), en el que se considera una aproximación en el cálculo del peso de la tubería: $P_t = \gamma_c \cdot [\pi \cdot D \cdot e]$.

El costo anual C_T de una tubería de longitud L, es obtenido por la fórmula:

$$C_T = \alpha L H D^2 \tag{4.16}$$

derivando se obtiene:

$$\boxed{dC_T = 2 \alpha L H D dD} \quad (4.36)$$

El costo de anual de la energía perdida en la central hidroeléctrica está dada por la fórmula (4.32): $C_e = M_1 \frac{Q^3 L}{D^5}$, derivando ésta fórmula se obtiene:

$$\boxed{dC_e = -5 M_1 \frac{Q^3 L}{D^6} dD} \quad (4.37)$$

Reemplazando en la relación (4.35), lo obtenido en las expresiones (4.36) y (4.37), se tendrá:

$$\boxed{dC_T + dC_e = 2 \alpha L H D dD - 5 M_1 \frac{Q^3 L}{D^6} dD = 0} \quad (4.38)$$

Eliminando dD y L, entonces:

$$\boxed{2 \alpha H D - 5 M_1 \frac{Q^3}{D^6} = 0} \quad (4.39)$$

Despejando, obtendremos el valor para el diámetro económico D:

$$\boxed{D = \sqrt[7]{\frac{5 M_1 Q^3}{2 \alpha H}}} \quad (4.40)$$

4.4.2 Fórmula exacta del diámetro económico

Para hallar la fórmula exacta del diámetro económico, se empleará la fórmula del costo anual de la tubería por metro lineal del caso (a2), en el que se considera la relación exacta en el cálculo del peso de la tubería, $P_t = \gamma_c [\pi e (D + e)]$ y se considera el espesor adicional e_0 .

El costo anual C_T de una tubería de longitud L, es obtenido por la fórmula:

$$\boxed{C_t = (\beta D^2 + \delta D + \varepsilon)L} \quad (4.19)$$

derivando se obtiene:

$$\boxed{dC_T = 2 \beta L D dD + \delta L dD} \quad (4.41)$$

El costo de anual de la energía perdida en la central hidroeléctrica está dada por la fórmula (4.32): $C_e = M_1 \frac{Q^3 L}{D^5}$, derivando ésta fórmula se obtiene:

$$dC_e = -5 M_1 \frac{Q^3 L}{D^6} dD \quad (4.42)$$

Reemplazando en la relación (4.35), lo obtenido en las expresiones (4.41) y (4.42), se tendrá:

$$dC_T + dC_e = 2 \beta L D dD + \delta L dD - 5 M_1 \frac{Q^3 L}{D^6} dD = 0 \quad (4.43)$$

Eliminando dD, entonces:

$$2 \beta D + \delta - 5 M_1 \frac{Q^3}{D^6} = 0 \quad (4.44)$$

Simplificando obtendremos una expresión para hallar el valor para el diámetro económico D:

$$2 \beta D^7 + \delta D^6 - 5 M_1 Q^3 = 0 \quad (4.45)$$

Posteriormente, se hará una comparación de las fórmulas aproximada y exacta, que se han obtenido, para tuberías de diámetro constante.

4.5 Evaluación económica de tuberías con cambio de sección

El diámetro económico en el diseño de tuberías forzadas está directamente relacionado con la velocidad del agua y la pérdida de carga que se produce por efecto de la fricción del agua con las paredes de la tubería.

Siendo la pérdida de carga h_f directamente proporcional al cuadrado de la velocidad v^2 , se deduce que para velocidades muy altas se producirán mayores pérdidas de carga.

Debe tomarse en cuenta, que las zonas inferiores de la tubería soportan una mayor presión por efecto de la presión estática del agua, y mucho más con el aumento de las presiones producidos por el fenómeno del golpe de ariete. Para alternativas de diámetros excesivamente grandes, la tubería conducirá un mayor

caudal, siendo entonces la velocidad menor, lo cual implica que se tiene menores pérdidas de carga, pero mayores costos por el aumento en el costo de la tubería.

Teniendo claro que el costo de la tubería depende directamente de su diámetro y espesor. Entonces se puede considerar una disminución del diámetro de la tubería en la zona inferior y un aumento de diámetro en la parte superior, que al estar sometida a una presión inferior, exigirá un menor espesor de las paredes de la tubería.

El objetivo es encontrar una tubería con cambios de sección, con diámetros económicos, que con el mismo valor de pérdidas de carga por fricción que la obtenida en la tubería de sección constante, minimice el costo anual de la tubería forzada; al disminuir el diámetro en las zonas inferiores e incrementar el diámetro en las zonas superiores.

Se va a emplear el mismo criterio empleado, para tuberías de sección constante, en este caso, obtener diámetros de tubería que a menor costo anual, se produzca un menor valor anual de energía perdida. Tomando en consideración el costo anual de la tubería, por conceptos de interés del capital necesario para su adquisición y amortización anual; y el valor anual de la energía perdida, se obtendrá los diámetros económicos de la tubería, que nos permitirán obtener una tubería con un diseño más económico.

Asimismo debe tomarse en cuenta que los diámetros elegidos, deben cumplir con la condición, que en la tubería se desarrolle una velocidad entre 2 a 8 m/seg y produzcan una pérdida de carga que esté entre 0.5 – 2 m por 100 metros de longitud de tubería.⁵

Se utilizará la expresión hallada:

$$\boxed{d(C_T) + d(C_e) = 0} \quad (4.35)$$

4.5.1 Caso de tuberías de dos tramos con diámetros diferentes

Para un sistema con tubería forzada, que cuenta con dos tramos de longitudes L_1 y L_2 , con diámetros D_1 y D_2 respectivamente, tal como se muestra en la figura

⁵ Nozaki, Tsuguo. "Guía para la elaboración de proyectos de centrales hidroeléctricas destinadas a la electrificación rural del Perú". Enero 1985. página 18.

(4.3), se hallarán los diámetros económicos, que nos permitirán diseñar la tubería con un menor costo.

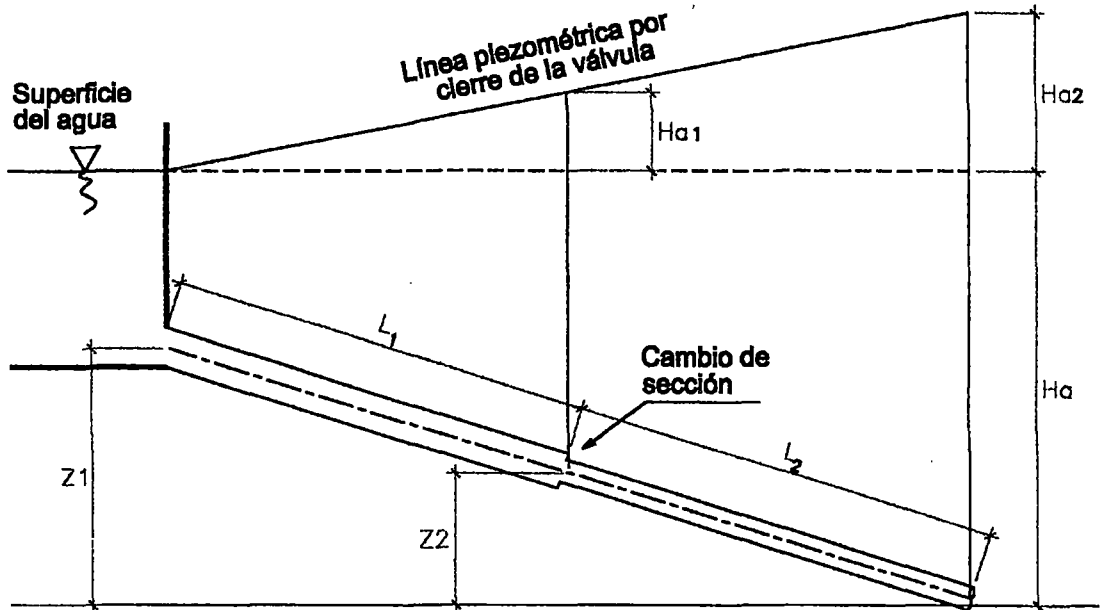


Fig. 4.3 Tubería forzada de dos tramos con cambio de sección.

El costo anual de la tubería con sección constante, fue hallado por la relación:

$$C_T = \alpha L H D^2 \quad (4.16)$$

donde:

$$\alpha = k_1 k_2 \gamma_c \pi \frac{\gamma}{2 \sigma} c_a t \quad (4.14)$$

Generalizando esta fórmula para un sistema de dos tramos, se obtendrá:

$$C_T = \alpha (L_1 H_1 D_1^2 + L_2 H_2 D_2^2) \quad (4.46)$$

El valor de las pérdidas de energía h_f , producto de la fricción del agua con las paredes de la tubería, es calculado por la fórmula de Darcy:

$$h_f = \left(\frac{8 f}{\pi^2 g} \right) \frac{L Q^2}{D^5} \quad (4.23)$$

Fue definida la constante ξ , como:

$$\xi = \frac{8f}{\pi^2 g} \quad (4.24)$$

Entonces la pérdida de carga h_f , fue expresada como:

$$h_f = \xi Q^2 \frac{L}{D^5} \quad (4.25)$$

Generalizando ésta fórmula para un sistema de dos tramos, donde el caudal Q es constante, se tiene:

$$h_f = \xi Q^2 \left(\frac{L_1}{D_1^5} + \frac{L_2}{D_2^5} \right) \quad (4.47)$$

La tubería tiene una longitud total igual a L , cuenta con dos tramos de longitudes L_1 y L_2 , correspondiendo L_1 al tramo superior o junto a la cámara de carga. La ubicación del cambio de sección es desconocida, por lo que es necesario analizar diversas alternativas en las que varíe la relación de L_1 y L_2 , con respecto a la longitud total L , entonces se puede escribir las siguientes relaciones:

$$\frac{L_1}{L} = K_1 \quad \frac{L_2}{L} = K_2 \quad K_1 + K_2 = 1 \quad (4.48)$$

En el esquema mostrado en la figura (4.4), se puede observar que para efectos prácticos de montaje y recomendaciones de diseño, el cambio de sección se realiza en la ubicación de los anclajes, definiéndose por lo tanto $N-1$ alternativas, siendo N : el número de tramos de tubería definidos por los anclajes.

Reemplazando las expresiones (4.48) en la relación (4.46), entonces el costo anual de la tubería con dos tramos puede ser expresado como:

$$C_T = \alpha L \left(K_1 H_1 D_1^2 + K_2 H_2 D_2^2 \right) \quad (4.49)$$

Reemplazando las expresiones (4.48) en la relación (4.47), entonces la pérdida de carga para un sistema de dos tramos, donde el valor del caudal Q es constante, se tiene:

$$h_f = \xi Q^2 L \left(\frac{K_1}{D_1^5} + \frac{K_2}{D_2^5} \right) \quad (4.50)$$

El costo de la tubería será menor cuando el costo anual de la tubería y las pérdidas anuales de energía sean menores, es decir cuando $dC_T=0$ y $dh_f=0$, entonces derivaremos las ecuaciones (4.49) y (4.50).

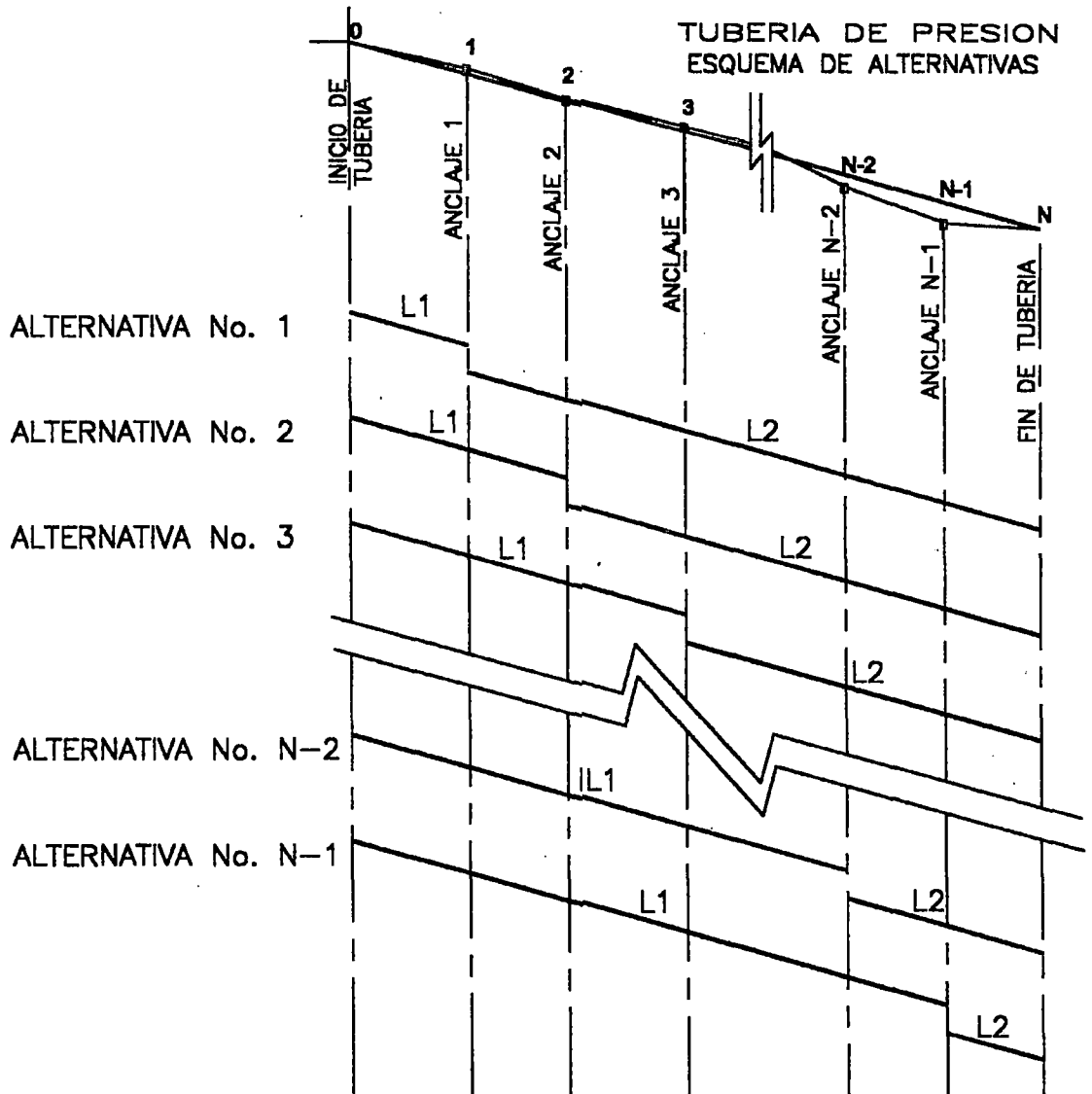


Fig. 4.4 Esquemas de las alternativas L₁/L₂

La derivada del costo total dada por la ecuación (4.49), será:

$$dC_T = 2 \alpha L (K_1 H_1 D_1 dD_1 + K_2 H_2 D_2 dD_2) = 0 \quad (4.51)$$

Se obtendrá entonces:

$$\boxed{K_1 H_1 D_1 dD_1 + K_2 H_2 D_2 dD_2 = 0} \quad (4.52)$$

La derivada de las pérdidas de cargas, dada por la ecuación (4.50), será:

$$\boxed{dh_f = -5 \xi Q^2 L \left(\frac{K_1 dD_1}{D_1^6} + \frac{K_2 dD_2}{D_2^6} \right) = 0} \quad (4.53)$$

de donde:

$$\boxed{\frac{K_1 dD_1}{D_1^6} = -\frac{K_2 dD_2}{D_2^6}} \quad (4.54)$$

despejando dD_2 , se obtiene:

$$\boxed{dD_2 = -\frac{K_1}{K_2} \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^6 dD_1} \quad (4.55)$$

Reemplazando en (4.52):

$$\boxed{K_1 H_1 D_1 dD_1 + K_2 H_2 D_2 \left[-\frac{K_1}{K_2} \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^6 dD_1 \right] = 0} \quad (4.56)$$

Simplificando:

$$\boxed{H_1 D_1 - H_2 D_2 \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^6 = 0} \quad (4.57)$$

de donde resulta:

$$\boxed{H_1 D_1^7 = H_2 D_2^7} \quad (4.58)$$

Los valores de K_1 y K_2 no intervienen en la última relación, lo que significa que una adecuada ubicación del cambio de sección dependerá de la presión máxima en el extremo inferior de cada tramo.

La condición (4.58) correspondería a una tubería con diámetro variable que fuese disminuyendo hacia abajo en forma paulatina, al variar la presión a lo largo de la tubería, lo que por razones técnicas no sería factible. En la práctica se divide por ésta razón en varios tramos, con diámetros constantes pero cumpliendo la condición obtenida en (4.58).

Si se hubiera empleado la ecuación del costo de anual de la energía perdida en la central hidroeléctrica dada por la fórmula (4.32) $C_e = M_1 \frac{Q^3 L}{D^5}$ y su respectiva derivada obtenida por la fórmula (4.37), la cual en forma generalizada para una tubería de dos tramos, toma la forma siguiente:

$$\boxed{dC_e = -5 M_1 Q^3 L \left(\frac{K_1 dD_1}{D_1^6} + \frac{K_2 dD_2}{D_2^6} \right) = 0} \quad (4.59)$$

de donde se obtiene:

$$\boxed{\frac{K_1 dD_1}{D_1^6} = - \frac{K_2 dD_2}{D_2^6}} \quad (4.60)$$

Esta relación obtenida es similar a la obtenida en (4.54), por lo que la condición hallada es correcta y cumple nuestro objetivo de obtener una tubería de menor costo anual y que produzca menor cantidad de pérdidas de carga anual, y por consiguiente, menores pérdidas de energía.

Tomando en cuenta que la tubería forzada de un solo tramo con sección constante, tiene como diámetro económico D , se puede relacionar con éste con los diámetros D_1 y D_2 de la alternativa de tubería con dos tramos, igualando las pérdidas de carga. Para lograr esto utilizaremos la ecuación de la pérdida de carga por fricción (Darcy):

$$\boxed{h_f = \left(\frac{8 f}{\pi^2 g} \right) \frac{L Q^2}{D^5}} \quad (4.23)$$

y la obtenida para la tubería con dos tramos.

$$\boxed{h_f = \xi Q^2 \left(\frac{L_1}{D_1^5} + \frac{L_2}{D_2^5} \right)} \quad (4.47)$$

Se obtiene entonces que:

$$\frac{L}{D^5} = \frac{L_1}{D_1^5} + \frac{L_2}{D_2^5} \quad (4.61)$$

De la relación (4.58), se puede expresar D_2 como:

$$D_2 = \left(\frac{H_1}{H_2} \right)^{1/7} D_1 \quad (4.62)$$

Reemplazando (4.62) en (4.61), se obtiene:

$$\frac{L}{D^5} = \frac{L_1}{D_1^5} + \left(\frac{H_2}{H_1} \right)^{5/7} \frac{L_2}{D_1^5} \quad (4.63)$$

Factorizando:

$$\frac{L}{D^5} = \frac{1}{D_1^5} \left[\frac{L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7}}{H_1^{5/7}} \right] \quad (4.64)$$

Despejando para hallar el valor de D_1 , se obtiene:

$$D_1 = \frac{D}{L^{1/5} H_1^{1/7}} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} \right]^{1/5} \quad (4.65)$$

El valor del diámetro D_2 puede ser hallado de la relación (4.62), reemplazando el valor hallado para D_1 :

$$D_2 = \frac{D}{L^{1/5} H_2^{1/7}} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} \right]^{1/5} \quad (4.66)$$

donde:

D : Diámetro económico de la tubería de sección constante.

L : Longitud de la tubería de sección constante.

D_1 : Diámetro económico del tramo de tubería 1 (superior junto a la cámara de carga).

L_1 : Longitud del tramo de tubería 1 (superior, junto a la cámara de carga).

D_2 : Diámetro económico del tramo de tubería 2 (inferior, junto a la válvula).

- L_2 : Longitud del tramo de tubería 2 (inferior, junto a la válvula).
- H_1 : Altura de presión estática en la parte inferior del tramo 1 de la tubería.
- H_2 : Altura de presión estática en la parte inferior del tramo 2 de la tubería.

Nota: Se considera H_1 y H_2 , como las alturas de presión estáticas en la parte inferior de sus respectivos tramos, porque el factor de sobrepresión por golpe de ariete se elimina al intervenir en ambos miembros de las expresiones (4.65) y (4.66), que permiten hallar los diámetros económicos de cada uno de los tramos de la tubería.

4.5.2 Caso de tuberías de "N" tramos con diámetros diferentes

De forma análoga al realizado en la determinación de los diámetros económicos para el sistema de tubería con dos tramos, se pueden generalizar las fórmulas para un sistema de "N" tramos, donde el caudal Q es constante.

La tubería tiene una longitud total igual a L, cuenta con "N" tramos de longitudes $L_1, L_2, L_3, \dots, L_N$, tal como se puede observar en la figura (4.5), correspondiendo L_1 al tramo superior o junto a la cámara de carga.

Debemos remarcar que los "N" tramos de la tubería están definidos por la ubicación de los anclajes, como se ha mencionado anteriormente.

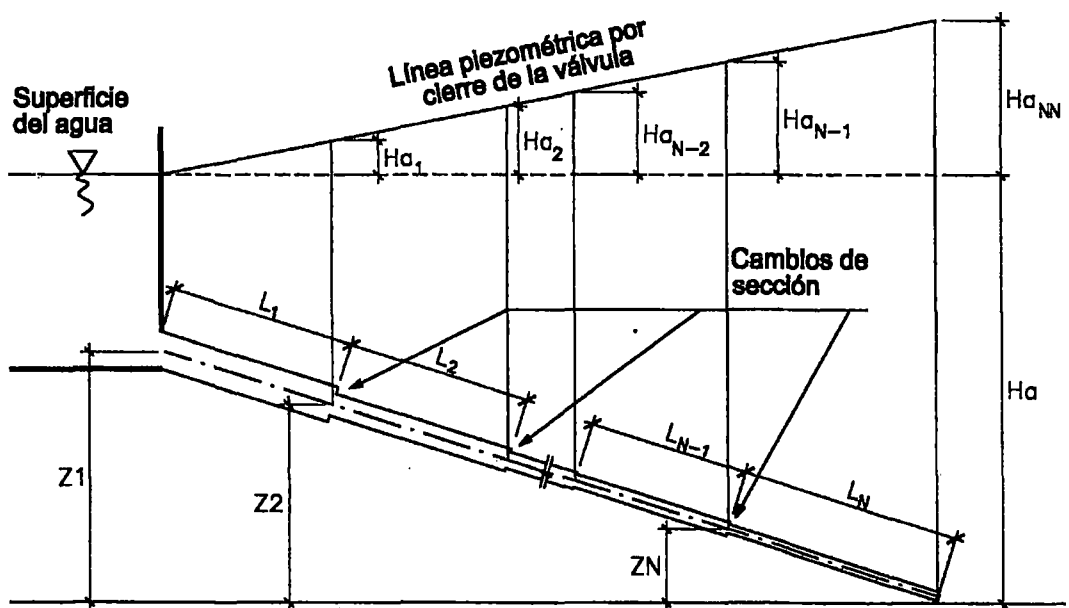


Fig. 4.5 Esquema del sistema de tubería con "N" tramos.

De la relación (4.46), entonces el costo anual de la tubería para un sistema de “N” tramos, puede ser expresado como:

$$C_T = \alpha L (H_1 D_1^2 + H_2 D_2^2 + \dots + H_N D_N^2) \quad (4.67)$$

De la relación (4.47), se puede generalizar la pérdida de carga para un sistema de “N” tramos, donde el caudal Q es constante, entonces se tiene:

$$h_f = \xi Q^2 \left(\frac{L_1}{D_1^5} + \frac{L_2}{D_2^5} + \dots + \frac{L_N}{D_N^5} \right) \quad (4.68)$$

Tomando en cuenta que la tubería forzada de un solo tramo con sección constante, tiene como diámetro económico D, se puede relacionar éste, con los diámetros D_1, D_2, \dots, D_N , de la alternativa de tubería con “N” tramos, igualando las pérdidas de carga. Para lograr esto utilizaremos la ecuación de la pérdida de carga por fricción (Darcy):

$$h_f = \left(\frac{8 f}{\pi^2 g} \right) \frac{L Q^2}{D^5} \quad (4.23)$$

y la obtenida en la ecuación (4.68) para la tubería con “N” tramos, se obtiene entonces que:

$$\frac{L}{D^5} = \frac{L_1}{D_1^5} + \frac{L_2}{D_2^5} + \dots + \frac{L_N}{D_N^5} \quad (4.69)$$

La relación (4.58) se puede escribir como:

$$H_1 \cdot D_1^7 = H_2 \cdot D_2^7 = \dots = H_N \cdot D_N^7 \quad (4.70)$$

De la relación (4.70), se puede expresar D_2 , en función de D_1 , como sigue:

$$D_2 = \left(\frac{H_1}{H_2} \right)^{1/7} D_1 \quad (4.71)$$

De la misma forma de la relación (4.70), se puede expresar D_3, \dots, D_N , en función de D_1 , como sigue:

$$\boxed{D_3 = \left(\frac{H_1}{H_3}\right)^{1/7} D_1} \quad \boxed{D_N = \left(\frac{H_1}{H_N}\right)^{1/7} D_1} \quad (4.72)$$

Reemplazando en (4.69), los valores de D_2, D_3, \dots, D_N , se obtiene:

$$\boxed{\frac{L}{D^5} = \frac{L_1}{D_1^5} + \left(\frac{H_2}{H_1}\right)^{5/7} \frac{L_2}{D_1^5} + \left(\frac{H_3}{H_1}\right)^{5/7} \frac{L_3}{D_1^5} + \dots + \left(\frac{H_N}{H_1}\right)^{5/7} \frac{L_N}{D_1^5}} \quad (4.73)$$

Factorizando:

$$\boxed{\frac{L}{D^5} = \frac{1}{D_1^5} \left[\frac{L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} + L_3 H_3^{5/7} + \dots + L_N H_N^{5/7}}{H_1^{5/7}} \right]} \quad (4.74)$$

Despejando para hallar el valor de D_1 , se obtiene:

$$\boxed{D_1 = \frac{D}{L^{1/5} H_1^{1/7} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} + L_3 H_3^{5/7} + \dots + L_N H_N^{5/7} \right]^{1/5}}}$$

El valor del diámetro D_2 puede ser hallado de la relación (4.71), reemplazando el valor hallado para D_1 :

$$\boxed{D_2 = \frac{D}{L^{1/5} H_2^{1/7} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} + L_3 H_3^{5/7} + \dots + L_N H_N^{5/7} \right]^{1/5}}}$$

Y así sucesivamente se puede hallar los valores de los diámetros D_3, \dots, D_N , pueden ser hallados de la relación (4.72), reemplazando el valor hallado para D_1 :

$$\boxed{D_3 = \frac{D}{L^{1/5} H_3^{1/7} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} + L_3 H_3^{5/7} + \dots + L_N H_N^{5/7} \right]^{1/5}}}$$

$$\boxed{D_N = \frac{D}{L^{1/5} H_N^{1/7} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} + L_3 H_3^{5/7} + \dots + L_N H_N^{5/7} \right]^{1/5}}}$$

donde:

- D : Diámetro económico de la tubería de sección constante.
- L : Longitud de la tubería de sección constante.

- D_1 : Diámetro económico del tramo de tubería 1 (superior, junto a la cámara de carga).
- L_1 : Longitud del tramo de tubería 1 (superior, junto a la cámara de carga).
- D_i : Diámetro económico del tramo de tubería i (inferior). ($i=2, 3, \dots, N$).
- L_i : Longitud del tramo de tubería i (inferior). ($i=2, 3, \dots, N$).
- H_1 : Altura de presión estática en la parte inferior del tramo 1 de la tubería.
- H_i : Altura de presión estática en la parte inferior del tramo i de la tubería. ($i=2, 3, \dots, N$).

Nota: Se considera $H_1, H_2, H_3, \dots, y H_N$, como las alturas de presión estáticas en la parte inferior de sus respectivos tramos, porque el factor de sobrepresión por golpe de ariete se elimina al intervenir en ambos miembros de las expresiones (4.75), (4.76), (4.77) y (4.78), para hallar los diámetros económicos de cada uno de los tramos de la tubería.

4.6 Pérdidas de carga por singularidad⁶

Las pérdidas de carga por singularidad más importantes son las ocasionadas por los codos en los cambios de dirección de la tubería y en los cambios de sección o reducción del diámetro.

Las pérdidas de carga en los codos son calculadas mediante la fórmula:

$$hf = \left(\frac{\alpha}{90} \right) kc \frac{V^2}{2g} \quad (4.79)$$

donde:

hf : Pérdida de carga en metros.

α : Angulo del codo de la tubería en grados.

kc : Coeficiente que depende del radio de la tubería y el radio R de curvatura del codo.

V : Velocidad del flujo en la tubería en m/seg.

g : Aceleración de la gravedad en m/seg^2 .

⁶ ZOPPETTI, Gaudencio. "Centrales Hidroeléctricas", Barcelona 1979

Tabla 4.1 Valores del coeficiente kc

r/R	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
kc	0.131	0.138	0.158	0.206	0.294	0.440	0.661	0.977	1.408	1.979

Las pérdidas de carga en los cambios de sección de la tubería, cuando el ensanchamiento es gradual son calculadas mediante la siguiente fórmula, que toma en cuenta la variación de velocidad del agua:

$$hf = \frac{(V_0 - V)^2}{2g} \operatorname{sen} \frac{\theta}{2} \quad (4.79)$$

donde:

hf : Pérdida de carga en metros.

θ : Angulo que forman las generatrices del cono (abocinamiento).

V_0 : Velocidad del flujo en la tubería antes del ensanchamiento en m/seg.

V : Velocidad del flujo en la tubería después del ensanchamiento en m/seg.

g : Aceleración de la gravedad en m/seg².

CAPÍTULO V

CÁLCULO DE LA TUBERIA FORZADA CON SECCIÓN UNIFORME

5.1 Generalidades

El diseño de la tubería de presión de un solo tramo con sección constante, se realizará mediante las fórmulas desarrolladas en los capítulos anteriores, y con la ayuda de programas de computación, desarrollados en el lenguaje de programación Fortran. Estos programas de cómputo son unas herramientas muy importantes para analizar rápidamente y en forma precisa cada una de las alternativas planteadas para obtener la solución más económica.

El diseño computarizado de la tubería forzada con sección uniforme, incluye determinar el diámetro económico, cálculo de las presiones por efecto del golpe de ariete, cálculo del espesor y el costo de la tubería. Se tiene como datos iniciales el caudal de flujo que debe conducir la tubería, el perfil topográfico del terreno, el perfil de la tubería con sus longitudes definidas por la ubicación de los anclajes.

La velocidad del flujo en la tubería está limitada entre 2 y 8 m/seg, para evitar problemas de erosión de sus paredes.

Teniendo como datos iniciales, la geometría del terreno, se ha de determinar el perfil vertical que ha de tener la tubería de presión, la cual se "tiende" sobre la superficie del terreno natural. Se evita en lo posible tener excesivos cortes y se considera tramos rectos de gran longitud para tener la menor cantidad de codos, los cuales unen los tramos de tubería, y a la vez ocasionan pérdidas de carga.

Se determinará en este capítulo una tubería equivalente, con ángulo de inclinación constante con la horizontal, que nos permitirá emplear las fórmulas y relaciones halladas en los capítulos anteriores, para la determinación del diámetro económico, las variaciones de presión por efecto del golpe de ariete y el espesor de la tubería.

5.2 Diseño computarizado de la tubería forzada con sección uniforme

Se ha elaborado una serie de programas de ayuda de diseño, basados en el fundamento teórico del golpe de ariete expuesto en los capítulos anteriores, para cada uno de los métodos expuestos que se presentarán en cada uno de los párrafos correspondientes.

Determinaremos a continuación una tubería forzada equivalente, con ángulo de inclinación constante, sobre la base de los tramos de tubería determinados por el perfil del terreno natural y por la ubicación de los anclajes, tal como se muestra en la figura (5.1).

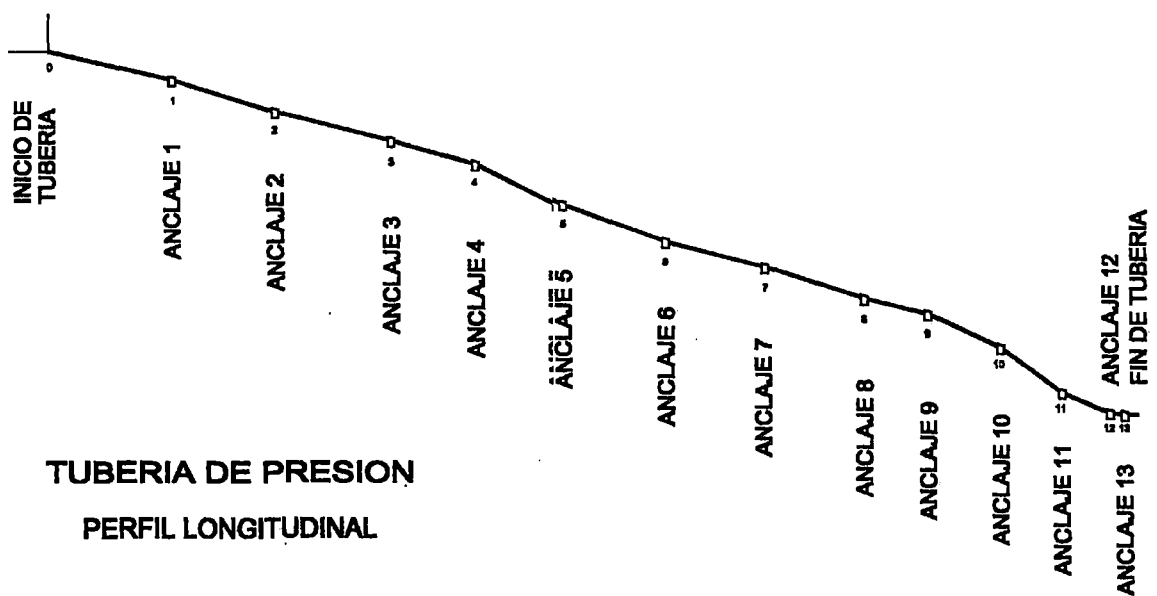


Fig. 5.1 Perfil de la tubería forzada.

En la tabla 5.1, se muestra las características del perfil de la tubería forzada, siendo los tramos delimitados por dos anclajes consecutivos, así como las cotas

correspondientes a cada uno de los anclajes, las longitudes de los tramos y sus ángulos de inclinación con respecto a la horizontal.

Tabla 5.1 Características del Perfil de la Tubería Forzada

Punto	Descripción	Cota	Longitud (m)	Long.acum. Arriba (m)	Long.acum. abajo (m)	Ángulo (grados)	Ángulo (radianes)
0	Nivel Máx. Inicio	1093.92 1089.07	0.00	0.00	765.37	12.79	0.2232
1	Anclaje 1	1069.22	87.45	87.45	677.92	17.63	0.3077
2	Anclaje 2	1047.35	68.80	156.25	609.12	14.39	0.2512
3	Anclaje 3	1027.54	78.35	234.60	530.77	16.34	0.2852
4	Anclaje 4	1010.86	56.90	291.50	473.87	26.24	0.4580
5	Anclaje 5	983.70	55.10	346.60	418.77	20.05	0.3499
6	Anclaje 6	958.06	70.25	416.85	348.52	14.62	0.2552
7	Anclaje 7	940.75	66.35	483.20	282.17	17.85	0.3115
8	Anclaje 8	918.96	67.65	550.85	214.52	14.14	0.2468
9	Anclaje 9	908.05	43.30	594.15	171.22	24.23	0.4229
10	Anclaje 10	885.86	49.30	643.45	121.92	35.48	0.6192
11	Anclaje 11	856.17	41.65	685.10	80.27	24.80	0.4328
12	Anclaje 12	841.27	32.25	717.35	48.02	6.71	0.1171
13	Anclaje 13	836.43	41.14	758.49	6.88	0.00	0.0000
14	fin de tubería	836.43	6.88	765.37	0.00		

En la Tabla 5.2 se realizan los cálculos para obtener el ángulo equivalente por el método de los mínimos cuadrados, sobre la base de las coordenadas de los anclajes de la tubería para trazar una tubería recta con ángulo constante, sobre un plano cartesiano.

La recta que se hallará viene expresada por:

$$y = a x + b \tag{5.1}$$

donde:

$$a = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \tag{5.2}$$

$$b = \frac{\sum y}{n} - a \frac{\sum x}{n} \tag{5.3}$$

En la tabla 5.2 se determinan los valores de los siguientes parámetros:

$$\sum x = 6364.72 \tag{5.4}$$

Tabla 5.2 Cálculo del ángulo equivalente de la Tubería Forzada

Punto	Descripción	Cota (m)	Longitud (m)	Long.acum abajo (m)	Angulo (grados)	dx	Coordenadas		xy	x ²
							x	y		
0	Nivel Máx. Inicio	1093.92 1089.07	0.00	0.00	12.79	0.00	0.00	1089.07	0	0.00
1	Anclaje 1	1069.22	87.45	87.45	17.63	83.34	83.34	1069.22	89111.64	6946.00
2	Anclaje 2	1047.35	68.80	156.25	14.39	66.64	149.98	1047.35	157085.92	22495.25
3	Anclaje 3	1027.54	78.35	234.60	16.34	75.19	225.17	1027.54	231370.71	50701.33
4	Anclaje 4	1010.86	56.90	291.50	26.24	51.04	276.21	1010.86	279205.59	76289.75
5	anclaje 5	983.70	55.10	346.60	20.05	51.76	327.97	983.70	322620.74	107562.09
6	anclaje 6	958.06	70.25	416.85	14.62	67.98	395.94	958.06	379336.17	156770.05
7	anclaje 7	940.75	66.35	483.20	17.85	63.16	459.10	940.75	431896.48	210771.01
8	anclaje 8	918.96	67.65	550.85	14.14	65.60	524.70	918.96	482176.80	275308.37
9	anclaje 9	908.05	43.30	594.15	24.23	39.49	564.18	908.05	512307.15	318303.43
10	anclaje 10	885.86	49.30	643.45	35.48	40.15	604.33	885.86	535351.55	365214.45
11	anclaje 11	856.17	41.65	685.10	24.80	37.81	642.14	856.17	549779.87	412342.09
12	anclaje 12	841.27	32.25	717.35	6.71	32.03	674.17	841.27	567157.12	454502.19
13	anclaje 13	836.43	41.14	758.49	0.00	41.14	715.31	836.43	598304.88	511665.22
14	fin de tubería	836.43	6.88	765.37		6.88	722.19	836.43	604059.52	521555.19
			Σ 765.37			Σ	6364.72	14209.72	5739764.21	3490426.42

a = -0.3667

b = 1102.92

$$\boxed{\Sigma y = 14209.72} \quad (5.5)$$

$$\boxed{\Sigma xy = 5739764.21} \quad (5.6)$$

$$\boxed{\Sigma x^2 = 3490426.42} \quad (5.7)$$

Reemplazando los valores obtenidos en la tabla 5.2 en las relaciones (5.2) y (5.3); y tomando en cuenta que **n**, es el número de puntos que definen el perfil de la tubería, se obtiene:

$$\boxed{a = \frac{15 \times 5739764.21 - 6364.72 \times 14209.72}{15 \times 3490426.42 - (6364.72)^2} = -0.3667} \quad (5.8)$$

$$\boxed{b = \frac{14209.72}{15} - (-0.3667) \frac{6364.72}{15} = 1102.91} \quad (5.9)$$

$$\boxed{y = -0.3667 x + 1102.91} \quad (5.10)$$

Entonces el ángulo equivalente, se deduce de la expresión (5.10), siendo dicho ángulo igual a la pendiente de la recta determinada, representándose de ésta manera una tubería con un ángulo de inclinación constante con respecto a la horizontal.

$$\boxed{\Theta = \arctg(0.3667) = 0.35147 \text{ radianes}} \quad (5.11)$$

Convirtiendo este valor del ángulo a grados obtenemos:

$$\boxed{\Theta = 20.13798 \text{ grados} = 20^{\circ}08'17''} \quad (5.12)$$

En la figura (5.2) se puede observar un esquema de la tubería equivalente, y su ubicación con respecto a los anclajes de la tubería de presión.

Obtenido este valor del ángulo de inclinación de la tubería de la tubería equivalente se procederá a determinar el diámetro económico de la tubería de presión.

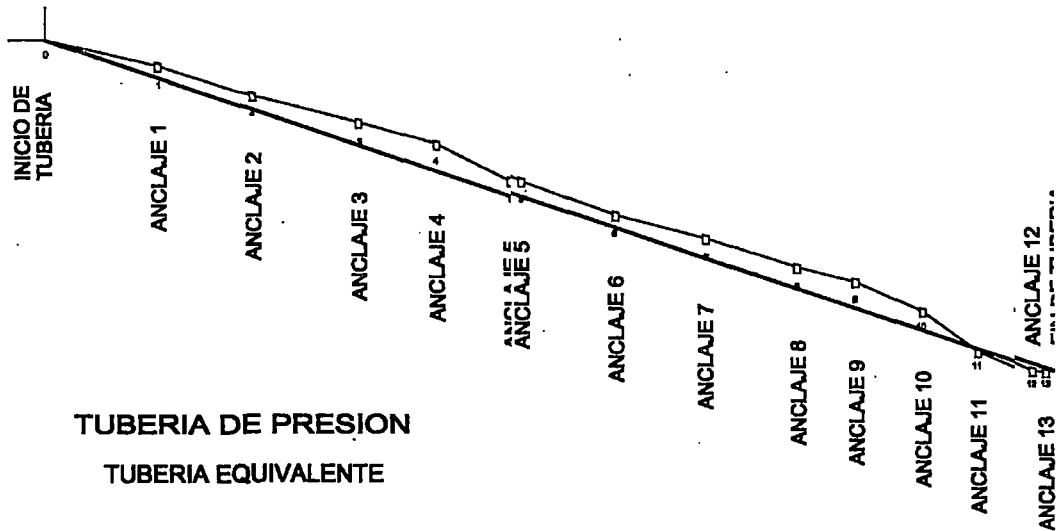


Fig. 5.2 Esquema de la tubería forzada equivalente.

5.3 Diámetro económico

El criterio del diámetro económico, es el de obtener un diámetro de tubería con el que se obtenga un menor costo de construcción y en la que se produzca un menor valor anual de energía pérdida.

Emplearemos las fórmulas deducidas en el capítulo IV para determinar el diámetro económico por medio de las fórmulas aproximada y exacta.

Fórmula aproximada

Utilizando la fórmula aproximada del diámetro económico, obtenida en (4.40):

$$D = \sqrt[3]{\frac{5 M_1 Q^3}{2 \alpha H}} \quad (4.40)$$

donde:

$$\alpha = k_2 \gamma_c \pi \frac{\gamma}{2 \sigma} c_a t \quad (4.14)$$

Siendo:

$$M_1 = C' \eta \gamma N \xi \quad (4.32)$$

$$\xi = \frac{8f}{\pi^2 g} \quad (4.24)$$

Los datos iniciales son:

Q = Caudal del flujo en la tubería.

$$Q = 1.3 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

La altura H corresponde a la suma de la altura de presión estática del agua, sobre la válvula, y la sobrepresión por efecto del golpe de ariete h_1 , que puede ser estimado por la siguiente relación:

$$h_1 = 0.15 \frac{L V}{T}$$

Siendo:

L = longitud total de la tubería.

$$L = 765.37 \text{ metros}$$

V = velocidad del flujo en la tubería, el cual es asumido.

$$V = 2 \text{ m/seg.}$$

$$T > \frac{L}{500} = \frac{765.37}{500} > 1.531 \text{ seg.}$$

Asumimos $T = 1.6 \text{ seg.}$

Reemplazando:

$$h_1 = 0.15 \frac{765.37 * 1.6}{2} = 91.84 \text{ m}$$

Entonces:

$$H = h + h_1 = 257.49 + 91.84 = 349.33 \text{ m.}$$

$$H = 349.33 \text{ m.}$$

C' = Costo de la energía que viene dado en \$/Kw-hora.

Este valor es calculado sobre la base del costo de la Central (en dólares) por kW de potencia instalada el cual se estima en 2000 US\$, y para un año de trabajo, convertido en horas, es decir:

$$C' = \frac{\text{Costo de la central por Kw}}{\text{Tiempo de vida (en horas)}}$$

$$C' = \frac{2000 \text{ \$/Kw}}{20 \times 4200 \text{ horas}} = 0.024 \text{ \$/Kw-h}$$

$$C' = 0.024 \text{ \$/Kw-h.}$$

η : Eficiencia de la central hidroeléctrica, siendo considerado en este valor, las eficiencias del generador (η_1) y de las turbinas(η_2).

$$\eta_1 = 0.90 \quad \text{y} \quad \eta_2 = 0.89$$

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2 = 0.90 \times 0.89 = 0.801$$

$$\eta = 0.8$$

γ : Peso específico del agua en kg/m^3 .
 $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$.

γ_c : Peso específico del acero en kg/m^3 .
 $\gamma_c = 7800 \text{ kg/m}^3$.

El costo de la tubería C_a en $\text{\$/kg}$, incluye el costo de fabricación, transporte, montaje, pintado y el costo de la inspección.

$$C_a = 2.96 \text{ \$/kg.}$$

El valor de la anualidad t , a pagar por la tubería, que incluye la tasa de interés anual y la amortización del capital, se calculará sobre la base de un interés del 12% anual y a un tiempo de pago de $n=10$ años. Entonces el valor de la anualidad t se obtiene por la fórmula siguiente:

$$t = \frac{(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

Reemplazando los valores se obtiene:

$$t = \frac{(1 + 0.12)^{10}}{(1 + 0.12)^{10} - 1} = \frac{3.10585}{2.10585} = 1.475$$

$$t = 1.475.$$

El esfuerzo de trabajo del acero igual a $\sigma = 1200 \text{ kg/cm}^2$, entonces:

$$\sigma = 1.2 \times 10^7 \text{ kg/m}^2$$

El coeficiente de fricción de Darcy para tuberías de acero es:

$$f = 0.019$$

El valor de la aceleración de la gravedad es:

$$g = 9.81 \text{ m/seg}^2$$

El factor de seguridad por eficiencia de la soldadura, para un esfuerzo de trabajo de 1500 kg/cm^2 , es igual a:

$$k_1 = 1.17$$

La constante K_2 incrementa el peso de la tubería, en 10% para solapes, cubrejuntas y remaches y 6% para piezas de dilatación y otras análogas, entonces:

$$k_2 = 1.16.$$

N = Número de horas efectivas de uso por año de la central, que varía entre 3000 y 4200 horas, como términos medios.

$$N = 4200 \text{ horas.}$$

Determinamos el valor de la constante α :

$$\alpha = k_1 k_2 \gamma_c \pi \frac{\gamma}{2\sigma} c_a t \tag{4.14}$$

$$\alpha = 1.17 \times 1.16 \times 7800 \pi \frac{1000}{2 \times 1.2 \times 10^7} \times 2.96 \times 1.475 = 6.050$$

Determinamos el valor de la constante ξ :

$$\xi = \frac{8f}{\pi^2 g} \quad (4.24)$$

$$\xi = \frac{8 \times 0.019}{\pi^2 \times 9.81} = 0.00157 \frac{\text{seg}^2}{\text{m}}$$

Determinamos el valor de la constante M_1 :

$$M_1 = C' \eta \gamma N \xi \quad (4.32)$$

$$M_1 = 0.024 \times 0.8 \times 1000 \times 4200 \times 0.00157 = 126.605 \frac{\$ \text{ kg seg}^2}{\text{Kw m}^4}$$

Reemplazando los valores iniciales en la fórmula (4.40), determinamos el valor del diámetro económico por la fórmula aproximada:

$$D = \sqrt[7]{\frac{5 M_1 Q^3}{2 \alpha H}} \quad (4.40)$$

$$D = \sqrt[7]{\frac{5 \times 126.605 \times (1.3)^3}{2 \times 6.05 \times 349.33}} = 0.8668 \text{ m}$$

Este valor de D es el diámetro económico para la tubería de un solo tramo, entonces:

$$D = 0.867 \text{ m}$$

Fórmula exacta

Se utilizará la fórmula exacta del diámetro económico, obtenida por la relación (4.45):

$$2 \beta D^7 + \delta D^6 - M_1 Q^3 = 0 \quad (4.45)$$

donde:

$$M_1 = C' \eta \gamma N \xi \quad (4.32)$$

$$\beta = r_1 s_1 H (1 + s_1 H) \quad (4.18a)$$

$$\delta = r_1 e_0 (1 + 2 s_1 H) \quad (4.18b)$$

$$r_1 = k_2 \gamma_c \pi c_a t \quad (4.14'a)$$

$$s_1 = k_1 \frac{\gamma}{2 \sigma} \quad (4.14'b)$$

El factor de seguridad por eficiencia de la soldadura, para un esfuerzo de trabajo de 1500 kg/cm², es igual a:

$$k_1 = 1.17$$

El espesor adicional por corrosión se considera igual a 2 mm, entonces:

$$e_0 = 0.002 \text{ m}$$

Hallamos los valores de las constantes anteriores:

Determinamos el valor de la constante ξ :

$$\xi = \frac{8 f}{\pi^2 g} \quad (4.24)$$

$$\xi = \frac{8 \times 0.019}{\pi^2 \times 9.81} = 0.00157 \frac{\text{seg}^2}{\text{m}}$$

Determinamos el valor de la constante M_1 :

$$M_1 = C' \eta \gamma N \xi \quad (4.32)$$

$$M_1 = 0.024 \times 0.8 \times 1000 \times 4200 \times 0.00157 = 126.605 \frac{\text{kg seg}^2}{\text{Kw m}^4}$$

Determinamos el valor de la constante r_1 :

$$r_1 = k_2 \gamma_c \pi c_a t \quad (4.14'a)$$

$$r_1 = 1.16 \times 7800 \times \pi \times 2.96 \times 1.475 = 124104.4$$

Determinamos el valor de la constante s_1 :

$$s_1 = k_1 \frac{\gamma}{2\sigma} \quad (4.14'b)$$

$$s_1 = 1.17 \times \frac{1000}{2 \times 1.2 \times 10^7} = 0.0000487$$

Determinamos el valor de la constante β :

$$\beta = r_1 s_1 H (1 + s_1 H) \quad (4.18a)$$

$$\beta = 124104.4 \times 0.0000487 \times 349.33 (1 + 0.0000487 \times 349.33) = 2147.22$$

Determinamos el valor de la constante δ :

$$\delta = r_1 e_0 (1 + 2 s_1 H) \quad (4.18b)$$

$$\delta = 124104.4 \times 0.002 (1 + 2 \times 0.0000487 \times 349.33) = 256.65$$

Reemplazando los valores anteriores en la expresión del diámetro económico, determinaremos dicho valor:

$$2 \beta D^7 + \delta D^6 - 5 M_1 Q^3 = 0 \quad (4.45)$$

$$2 \times 2147.22 D^7 + 256.65 D^6 - 5 \times 126.605 \times 1.3^3 = 0$$

$$4294.44 D^7 + 256.65 D^6 - 1390.756 = 0$$

$$D^7 + 0.06186 D^6 - 0.32385 = 0$$

Desarrollando la última expresión se obtiene el valor del diámetro económico D, habiéndose tomado en cuenta el valor de sobreespesor por corrosión, y por lo que puede ser considerado el valor más real para el diámetro económico:

$$D = 0.843 \text{ m}$$

A continuación se hace la comparación de los valores de los diámetros económicos obtenidos por las fórmulas aproximada y exacta, para la tubería de un solo tramo, de diámetro constante.

Fórmula aplicada	Diámetro económico (m)	%
Fórmula aproximada	0.867	102.85
Fórmula exacta	0.843	100

Del cuadro anterior se observa que la diferencia en porcentaje entre los dos valores es pequeña (2.85%), por lo que se puede emplear en este caso la fórmula aproximada con una apreciable estimación.

Debe mencionarse que la fórmula aproximada es aplicada generalmente en tuberías grandes¹, en las cuales no es necesario tener en cuenta el sobreespesor por corrosión por ser pequeño en comparación con el diámetro interior de la tubería forzada.

En conclusión se aceptará como diámetro económico práctico o “comercial” D para la tubería de un solo tramo:

$$D = 0.90 \text{ m}$$

5.4 Cálculo de las presiones por efecto del golpe de ariete

Se determinará las presiones por efecto del golpe de ariete en la tubería, por el método de las características, expuesta en el capítulo IV. Posteriormente se hará

¹ Balloffet, A., "Hidráulica". T. II, página 77

una comparación de los resultados obtenidos para diferentes tiempos de cierre de la válvula de control de flujo.

5.4.1 Cálculo de las presiones por el método de las características

Se aplica el método de las características para la determinación de las sobrepresiones por consecuencia del golpe de ariete, expuesto en los párrafos 3.4.y 3.5.

Siendo éste método el que mejor define las características del golpe de ariete y con el cual se logran resultados más exactos, ha sido empleado en el cálculo de las sobrepresiones y depresiones que ocurren en la tubería, mediante los programas desarrollados para los casos de cierre lineal y no lineal, en lenguaje de programación Fortran.

Caso de tubería simple para cierre lineal

El caso de la tubería simple para un cierre lineal es analizado mediante el programa MC1T1.FOR que nos permite calcular las sobrepresiones y velocidades del flujo para diferentes secciones de la tubería; siendo analizados dichos parámetros para diferentes tiempos que se inician desde un tiempo cero, es decir cuando el flujo discurre en condiciones normales, sin perturbaciones, hasta un tiempo de 10 segundos que nos permite observar lo que ocurre en la tubería ante un cierre repentino de la válvula de control de flujo.

Se debe señalar que el golpe de ariete ha sido analizado para diferentes tiempos de cierre lineal TC = 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 segundos.

A continuación se ofrece el listado del programa para el análisis del golpe de ariete en tuberías de sección constante para una condición de cierre lineal, basado en el algoritmo de Streeter².

```
C      PROGRAMA MC1T1.FOR
C      METODO GENERAL DE LAS CARACTERISTICAS
C      CALCULO DE LA VELOCIDAD DEL FLUJO Y VARIACIONES DE PRESION EN LA
C      TUBERIA DE UN SOLO TRAMO
C      CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL
C      DIMENSION VI(11),HI(11),HF(11),VF(11),HPMIN(11),HPMAX(11)
C      DIMENSION HPT(11),HPP(11),TMIN(11),TMAX(11)
C      REAL D,F,V0,A,G,GA,LONG,L,DL,KV,KR,DT,L1(11),Q(11)
```

² STREETER, Víctor. "Hydraulic transients", New York, 1967.


```

OPEN(5, FILE='MC1T1-D1.FOR', STATUS='OLD')
OPEN(6, FILE='MC1T1-R1.FOR', STATUS='NEW')
READ(5, *) L, D, AV, F, KR, KV, N, A, TDA, HRES, HTI, HTS, TCV
WRITE(6, *) '      PROGRAMA MC1T1.FOR'
WRITE(6, *) '      TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE'
WRITE(6, *) '      CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL'
WRITE(6, *)
WRITE(6, 181) L
181 FORMAT(6x, 'LONGITUD', 21x, '=', F10.3, ' m')
WRITE(6, 182) D
182 FORMAT(6x, 'DIAMETRO', 21x, '=', F10.3, ' m')
WRITE(6, 183) F
183 FORMAT(6x, 'COEFICIENTE DE FRICCION', 6x, '=', F10.3)
WRITE(6, 184) A
184 FORMAT(6x, 'ACELERACION DE ONDA', 10x, '=', F10.3, ' m/seg')
WRITE(6, 185) TCV
185 FORMAT(6x, 'TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA', 2x, '=', F10.3, ' seg')
WRITE(6, 186) TDA
186 FORMAT(6x, 'TIEMPO DE ANALISIS', 11x, '=', F10.3, ' seg')
WRITE(6, 187) N
187 FORMAT(6x, 'NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS', 1x, '=', I6)
WRITE(6, 188) HRES
188 FORMAT(6x, 'COTA EN CAMARA DE CARGA', 6x, '=', F10.3, ' m')
WRITE(6, 189) HTI
189 FORMAT(6x, 'COTA EN LA VALVULA', 11x, '=', F10.3, ' m')
WRITE(6, 191) HTS
191 FORMAT(6x, 'COTA TUBERIA EN EL INICIO', 4x, '=', F10.3, ' m')
G=9.81
PI=ATAN(1)*4
C   CALCULA EL INCREMENTO DE LONGITUD
DL=L/N
GA=G/A
SALF=(HTS-HTI)/L
C   ANALISIS DEL FLUJO INICIAL (FLUJO UNIFORME)
C   Cálculo de la velocidad en la tubería
V0=SQRT(2*G*(HRES-HTI)/(F*L/D+KR+KV+PI**2*D**4/(16*AV**2)))
Q0=V0*PI*D**2/4
WRITE(6, 7) V0, Q0
7   FORMAT(/, 6x, 'VELOCIDAD V0= ', F6.3, ' m/seg',
$/ , 6x, 'CAUDAL Q0= ', F6.3, ' m3/seg')
WRITE(6, *)
WRITE(6, 120)
120 FORMAT(15x, 'ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA')
WRITE(6, *)
WRITE(6, 105)
105 FORMAT(14x, 'LONGITUD', 4x, 'VELOC.', 4x, 'CAUDAL', 3x, 'ALT. PIEZ',
$2x, 'PRES. EST')
WRITE(6, 106)
106 FORMAT(16x, ' (m) ', 6x, ' (m/seg) ', 4x, ' (m3/s) ', 5x, ' (m) ', 7x, ' (m) ')
EPF=F*DL*V0**2/(2*G*D)
PL=KR*V0**2/(2*G)
DO 46 J=1, N+1
LONG=(J-1)*DL
VI(J)=V0
HI(J)=HRES-(J-1)*EPF-PL
HPP(J)=HI(J)+(J-1)*DL*SALF-HTS
HPMAX(J)=HPP(J)
HPMIN(J)=HPP(J)
WRITE(6, 16) J, LONG, VI(J), Q0, HI(J), HPP(J)
16  FORMAT(4x, I2, F15.2, F11.3, F10.3, F9.2, F10.2)

```

```

46  CONTINUE
    WRITE(6,*)
    WRITE(6,125)
125  FORMAT(19x,'ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE')
C    CALCULO DE LA PRESION Y VELOCIDAD POR GOLPE DE ARIETE
    DT=DL/(V0+A)
    T=DT
    tn=1
96  IF(T.GT.TDA) GOTO 99
C    CONDICION DE LIMITE: RESERVORIO
    CIZ=DT*(VI(1)-VI(2))/DL
    VRI=(VI(1)-A*CIZ)/(1-CIZ)
    HRI=HI(1)+DT*(HI(1)-HI(2))*(VRI-A)/DL
    EVS=VRI-GA*HRI+GA*VRI*DT*SALF-F*VRI*ABS(VRI)*DT/(2*D)
    IF(VF(2).LT.0) KR=-KR
    VF(1)=G*(SQRT(1+2*GA*(1+KR)*(GA*HRES+EVS)/G)-1)/(GA*(1+KR))
    HF(1)=(VF(1)-EVS)/GA
C    CALCULO DE PUNTOS INTERIORES DE LA TUBERIA
    DO 64 J=2,N
    CDE=DT*(VI(J)-VI(J-1))/DL
    VRD=(VI(J)-A*CDE)/(1+CDE)
    HRD=HI(J)-DT*(HI(J)-HI(J-1))*(VRD+A)/DL
    CIZ=DT*(VI(J)-VI(J+1))/DL
    VRI=(VI(J)-A*CIZ)/(1-CIZ)
    HRI=HI(J)+DT*(HI(J)-HI(J+1))*(VRI-A)/DL
    EVA=VRD+GA*HRD-GA*VRD*SALF*DT-F*VRD*ABS(VRD)*DT/(2*D)
    EVP=VRI-GA*HRI+GA*VRI*SALF*DT-F*VRI*ABS(VRI)*DT/(2*D)
    VF(J)=(EVA+EVP)/2.
    HF(J)=(EVA-EVP)/(2*GA)
64  CONTINUE
C    CONDICION DE LIMITE: VALVULA
    CDE=DT*(VI(N+1)-VI(N))/DL
    VRD=(VI(N+1)-A*CDE)/(1+CDE)
    HRD=HI(N+1)-DT*(HI(N+1)-HI(N))*(VRD+A)/DL
    EVI=VRD+GA*HRD-GA*VRD*SALF*DT-F*VRD*ABS(VRD)*DT/(2*D)
68  IF(T-TCV) 69,69,67
69  VF(N+1)=V0*(1-T/TCV)
    GOTO 57
67  VF(N+1)=0.
57  HF(N+1)=(EVI-VF(N+1))/GA
    DO 76 J=1,N+1
    LONG=(J-1)*DL
    L1(J)=LONG
    Q0=VF(J)*PI*D**2/4
    Q(J)=Q0
    HPT(J)=HF(J)+LONG*SALF-HTS
    IF(HPT(J).GE.HPMIN(J)) GOTO 71
    HPMIN(J)=HPT(J)
    TMIN(J)=T
71  IF(HPT(J).LE.HPMAX(J)) GOTO 73
    HPMAX(J)=HPT(J)
    TMAX(J)=T
73  HI(J)=HF(J)
    VI(J)=VF(J)
76  CONTINUE
C    IMPRESION DE RESULTADOS
    jj=int(tn+2)
    if(jj.ne.jj/3*3) GOTO 777
    WRITE(6,*)
    WRITE(6,5) T

```

```

5     FORMAT(6x, 'TIEMPO', 8x, 'T=', F9.3, 4x, 'seg')
      WRITE(6, *)
      WRITE(6, 162) (L1(J), J=1, N+1)
162   FORMAT(2x, 'L(m)', 11F9.2)
      WRITE(6, 164) (VF(J), J=1, N+1)
164   FORMAT(2x, 'V (m/seg)', 11F9.3)
      WRITE(6, 166) (Q(J), J=1, N+1)
166   FORMAT(2x, 'Q (m3/seg)', 11F9.3)
      WRITE(6, 168) (HF(J), J=1, N+1)
168   FORMAT(2x, 'HP      (m)', 11F9.2)
      WRITE(6, 172) (HPT(J), J=1, N+1)
172   FORMAT(2x, 'HPE      (m)', 11F9.2)
777   T=T+DT
      tn=tn+1
      GOTO 96
C     IMPRESION DE LAS PRESIONES MAXIMAS Y MININAS EN LA TUBERIA
99    WRITE(6, *)
      WRITE(6, 115)
115   FORMAT(/, 14x, 'ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS')
      WRITE(6, 116)
116   FORMAT(14x, '      POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE')
      WRITE(6, *)
      WRITE(6, *)
      WRITE(6, 118)
118   FORMAT(16x, 'LONG.', 4x, 'TIEMPO', 4x, 'PRES.MAX', 5x, '!!!', 5x,
% 'TIEMPO', 4x, 'PRES.MIN. ')
      WRITE(6, 119)
119   FORMAT(17x, ' (m)', 6x, ' (seg)', 6x, ' (m)', 8x, '!!!', 6x, ' (seg)', 7x, ' (m)')
      WRITE(6, *)
      DO 84 J=1, N+1
      LONG=(J-1)*DL
      WRITE(6, 17) J, LONG, TMAX(J), HPMAX(J), TMIN(J), HPMIN(J)
17    FORMAT(4x, I2, F15.2, F10.3, F12.3, 5x, '!!!', F11.3, F12.3)
84    CONTINUE
      STOP
      END

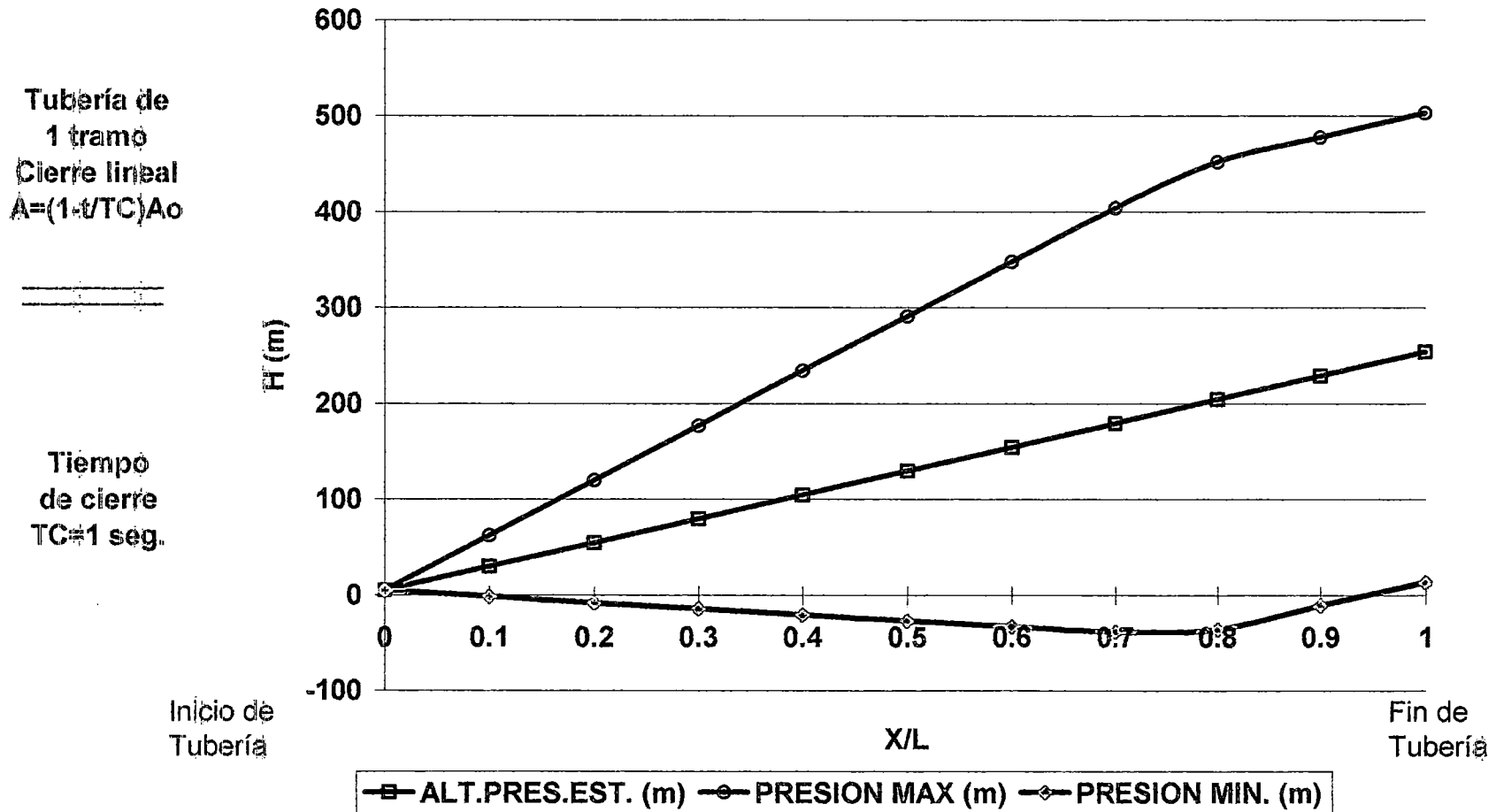
```

Con el programa presentado en este capítulo se obtiene los resultados para el caso de la tubería de diámetro constante, tal como se observa en el listado N 1 (ver anexo correspondiente), en el cuál se presentan dichos resultados en forma parcial por ser demasiado extenso, para los tiempos más representativos.

A continuación en las páginas siguientes se presentan los gráficos 5.1a, 5.2a, 5.3a, 5.4a, 5.5a, 5.6a y 5.7a, que corresponden a las presiones máximas, presiones estáticas y presiones mínimas a lo largo de la tubería para tiempos de cierre lineal de la válvula de control iguales a 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 segundos.

Asimismo se presentan los gráficos 5.1b, 5.2b, 5.3b, 5.4b, 5.5b, 5.6b y 5.7b, que corresponden a las presiones máximas en la válvula de control, en el centro y en la parte superior de la tubería, desde un tiempo cero hasta los 20 segundos,

Gráfico 5.1a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (TC=1 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.1b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal $TC = 1$ seg)

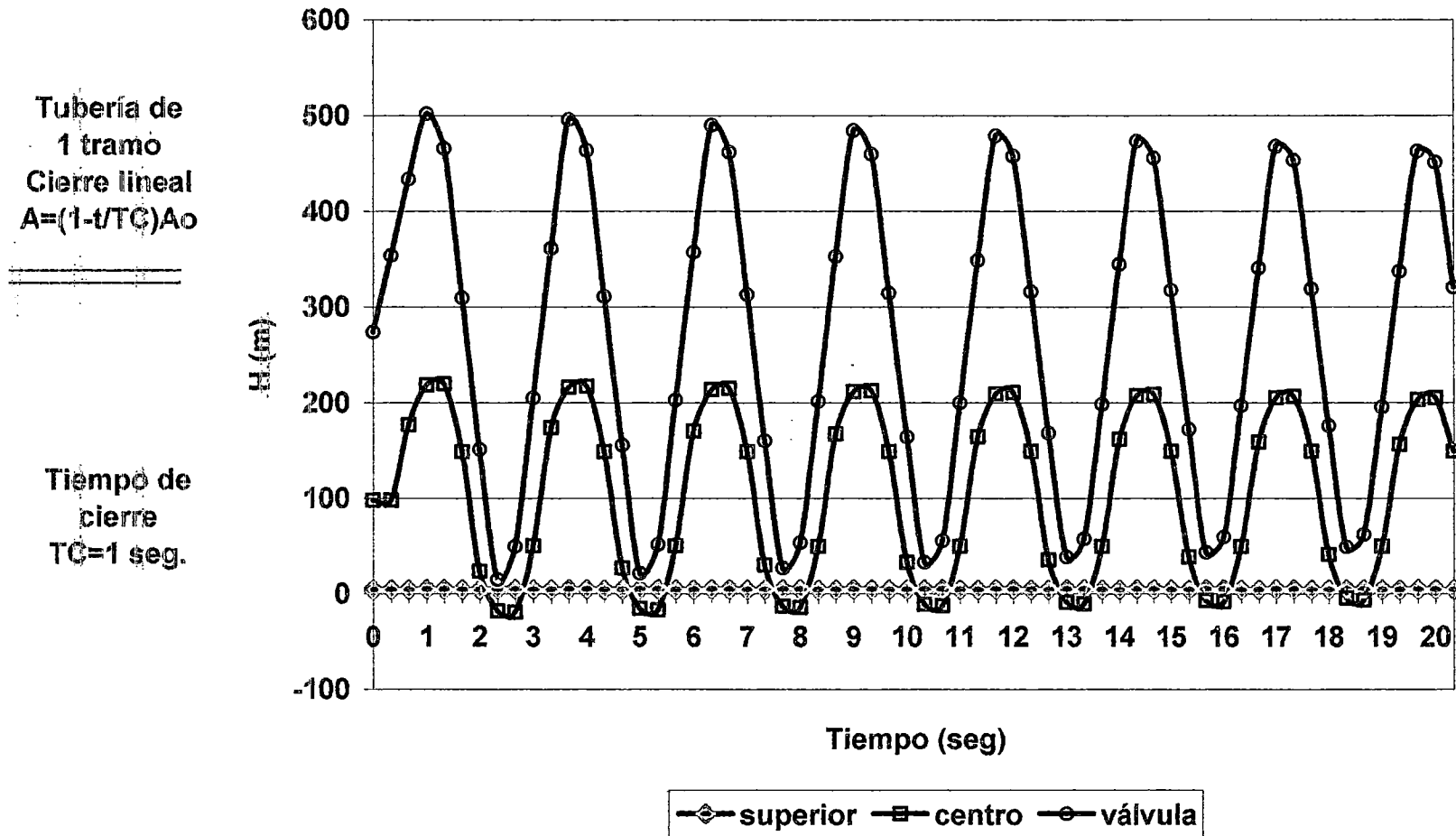
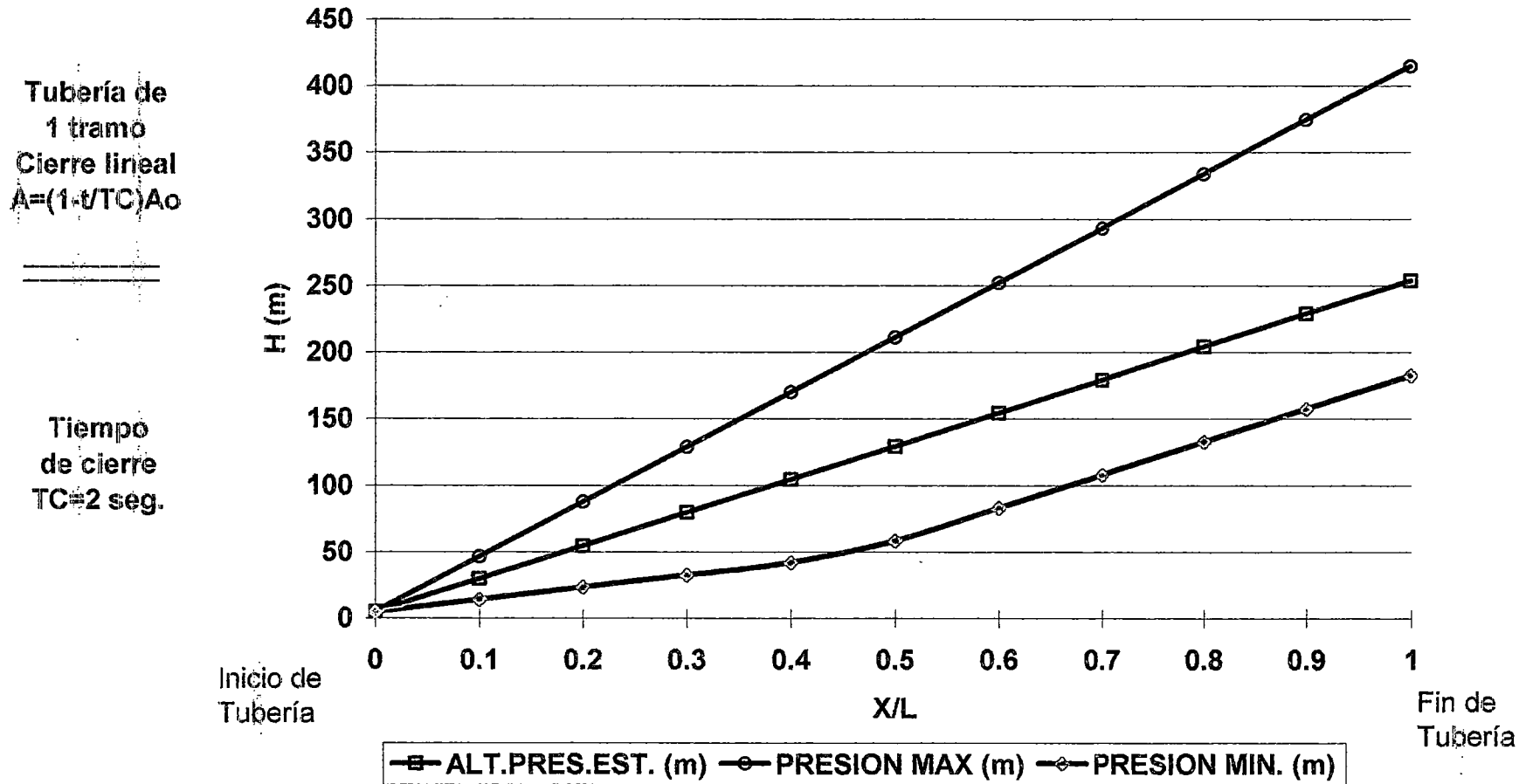


Gráfico 5.2a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre lineal TC=2 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.2b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 2 seg)

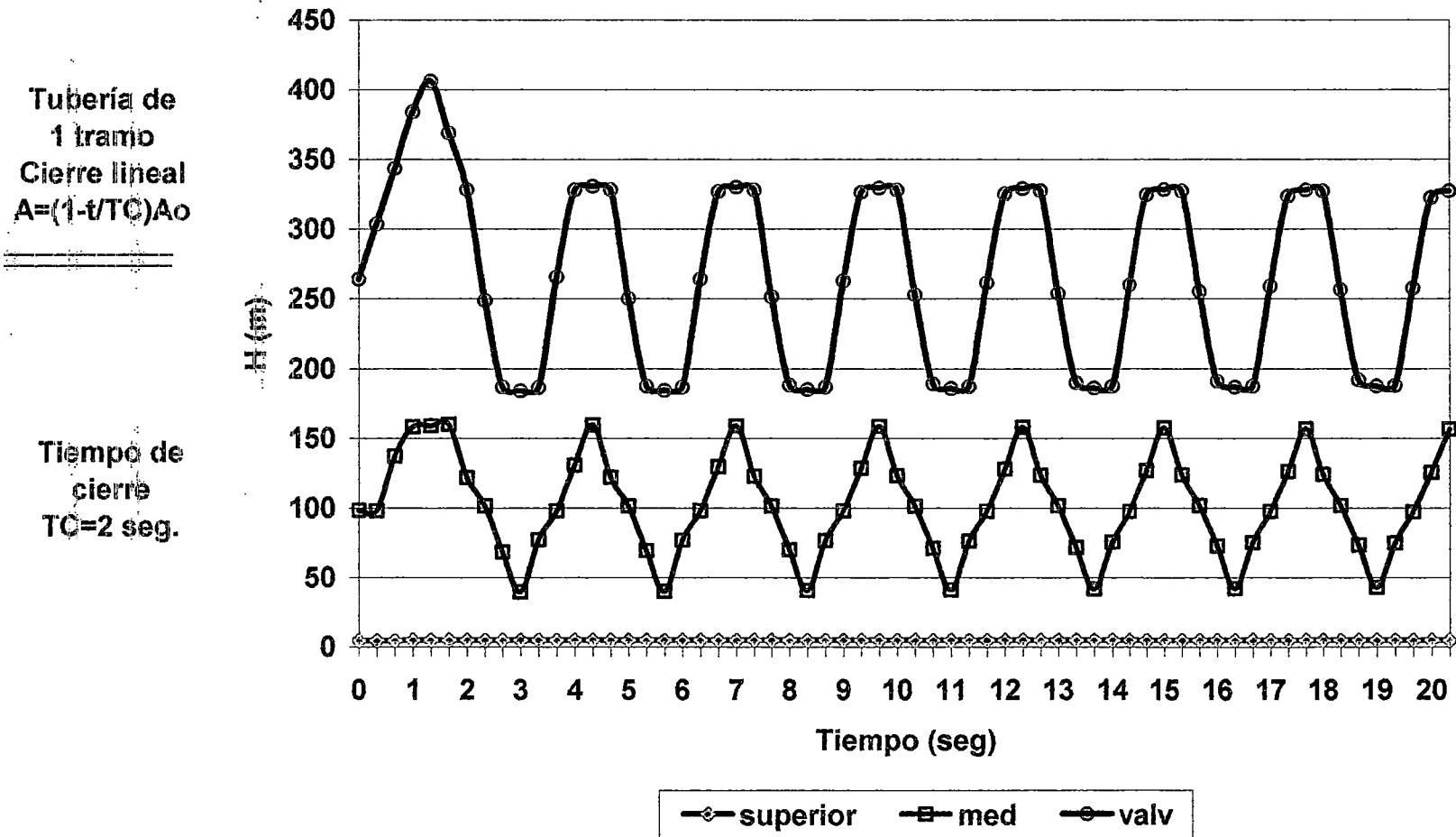
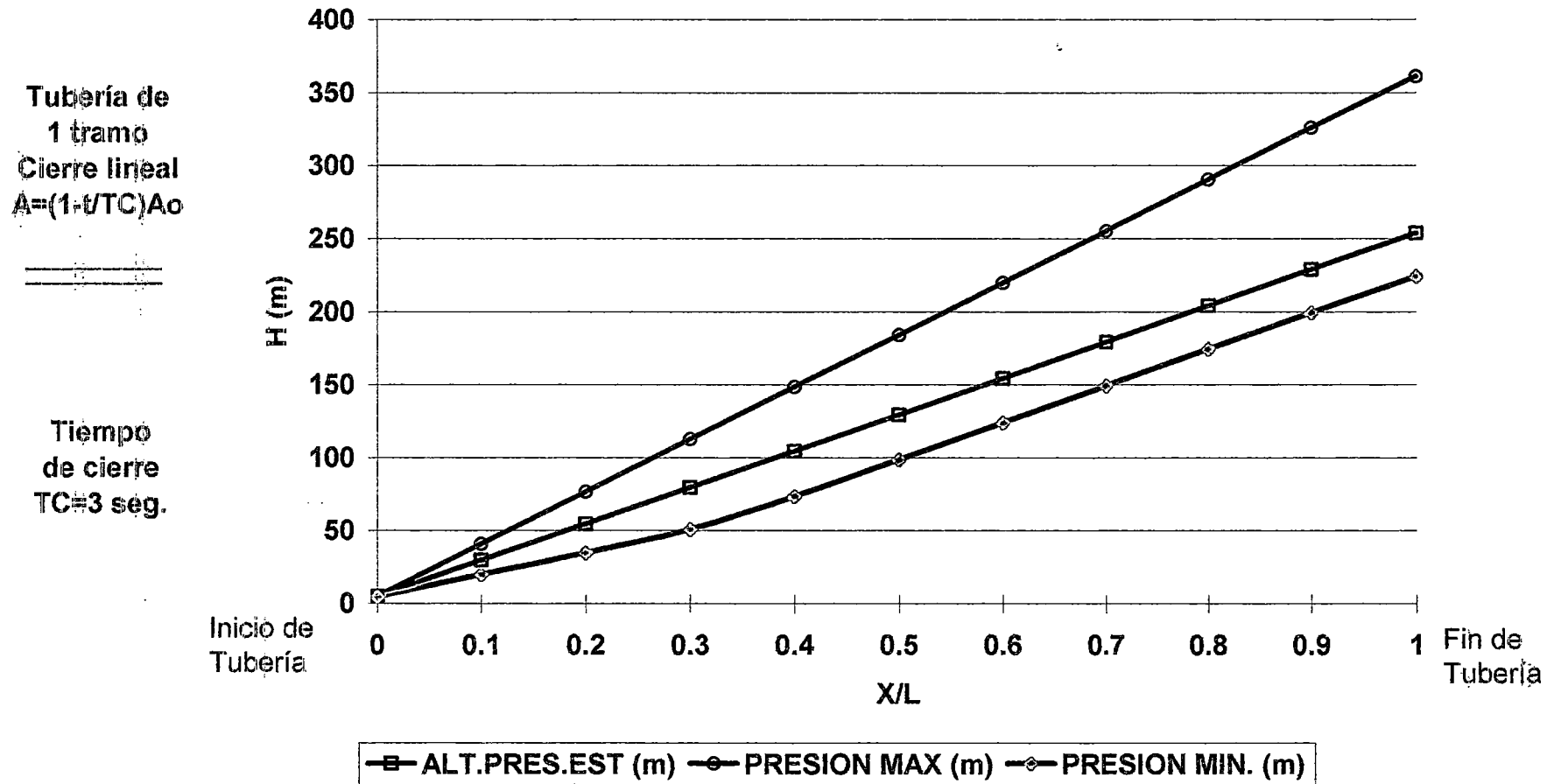


Gráfico 5.3a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre lineal TC=3 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.3b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 3 seg)

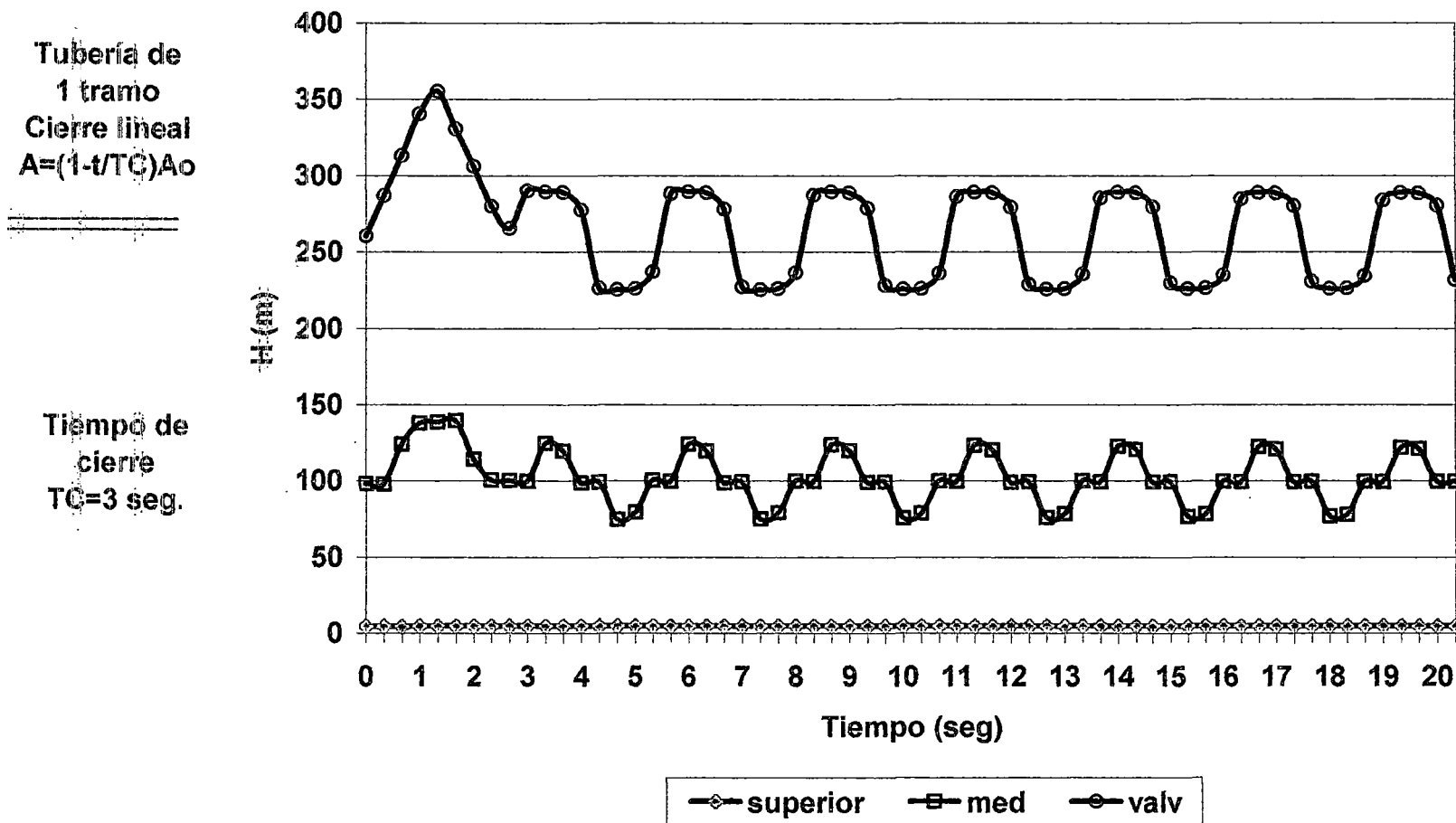
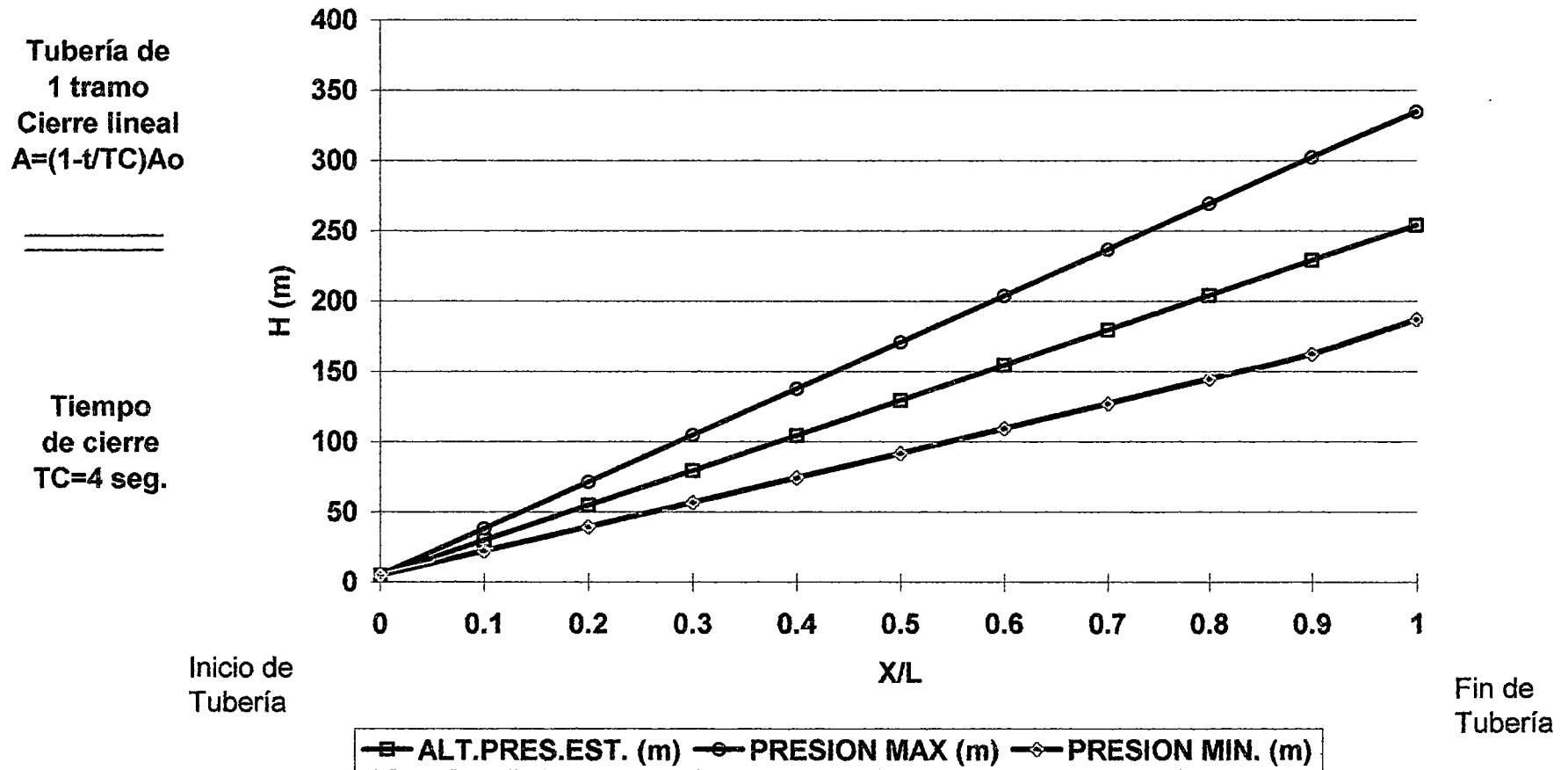


Gráfico 5.4a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre lineal TC=4 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.4b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 4 seg)

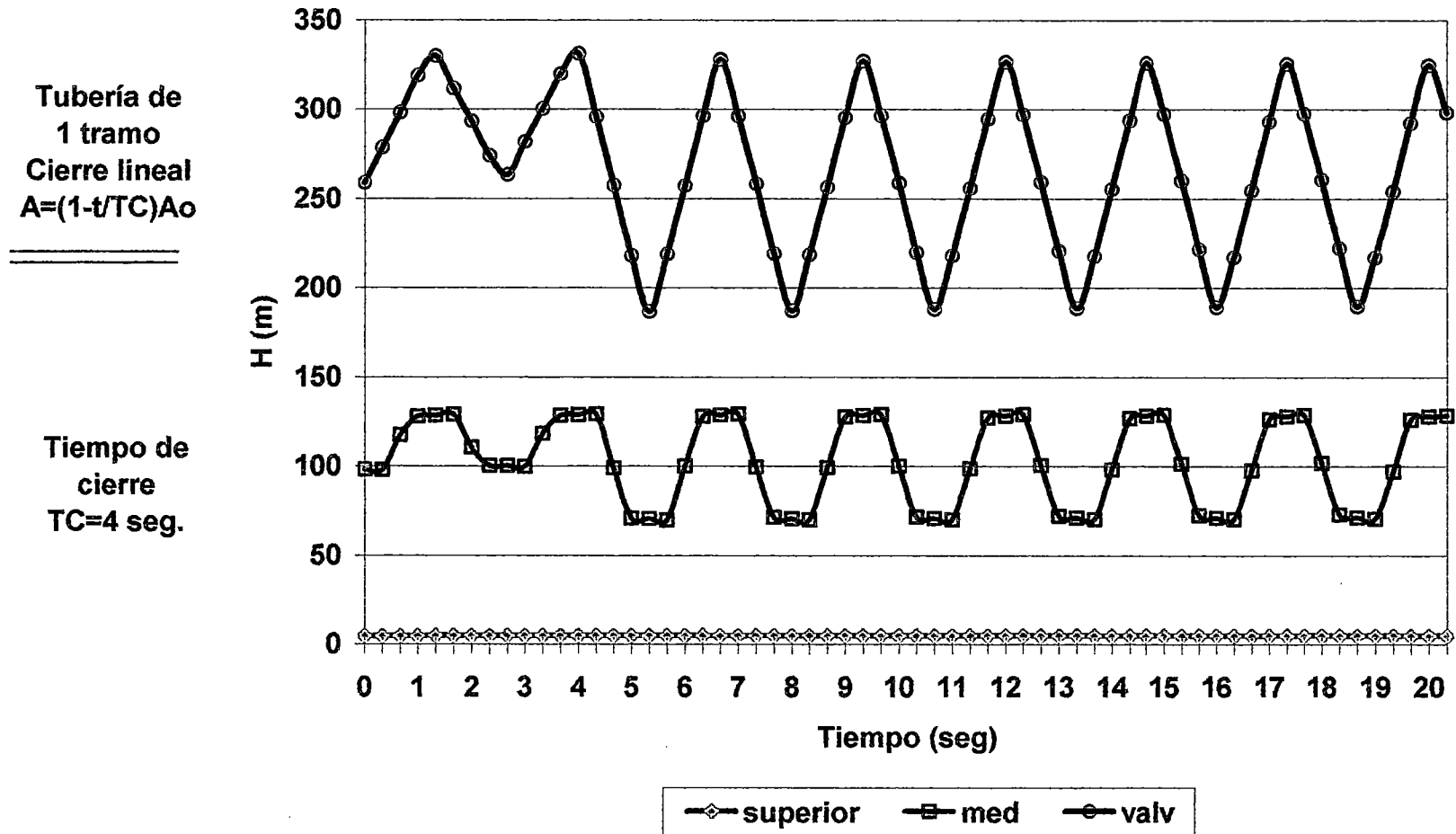
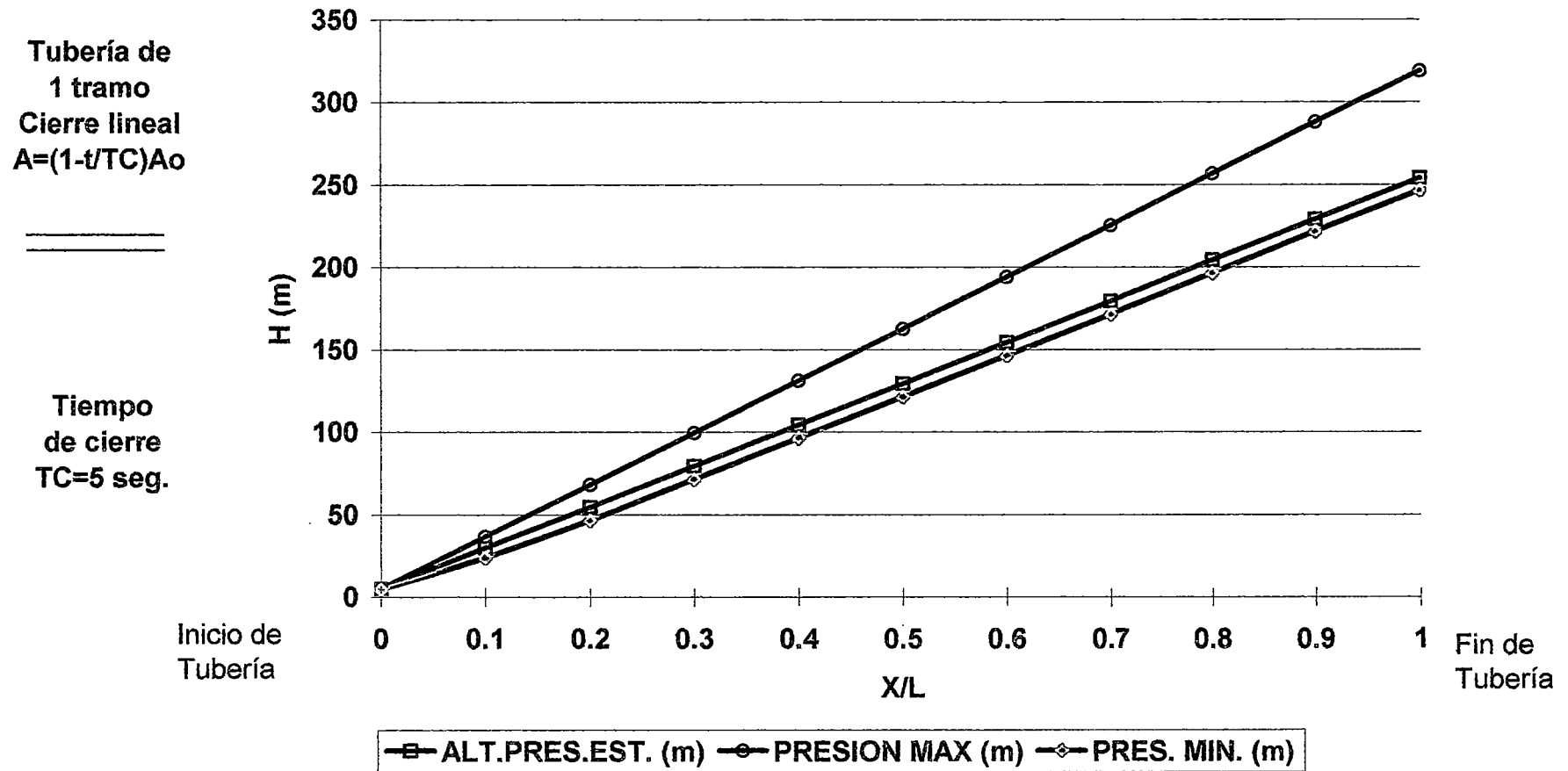


Gráfico 5.5a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre lineal TC=5 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.5b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 5 seg)

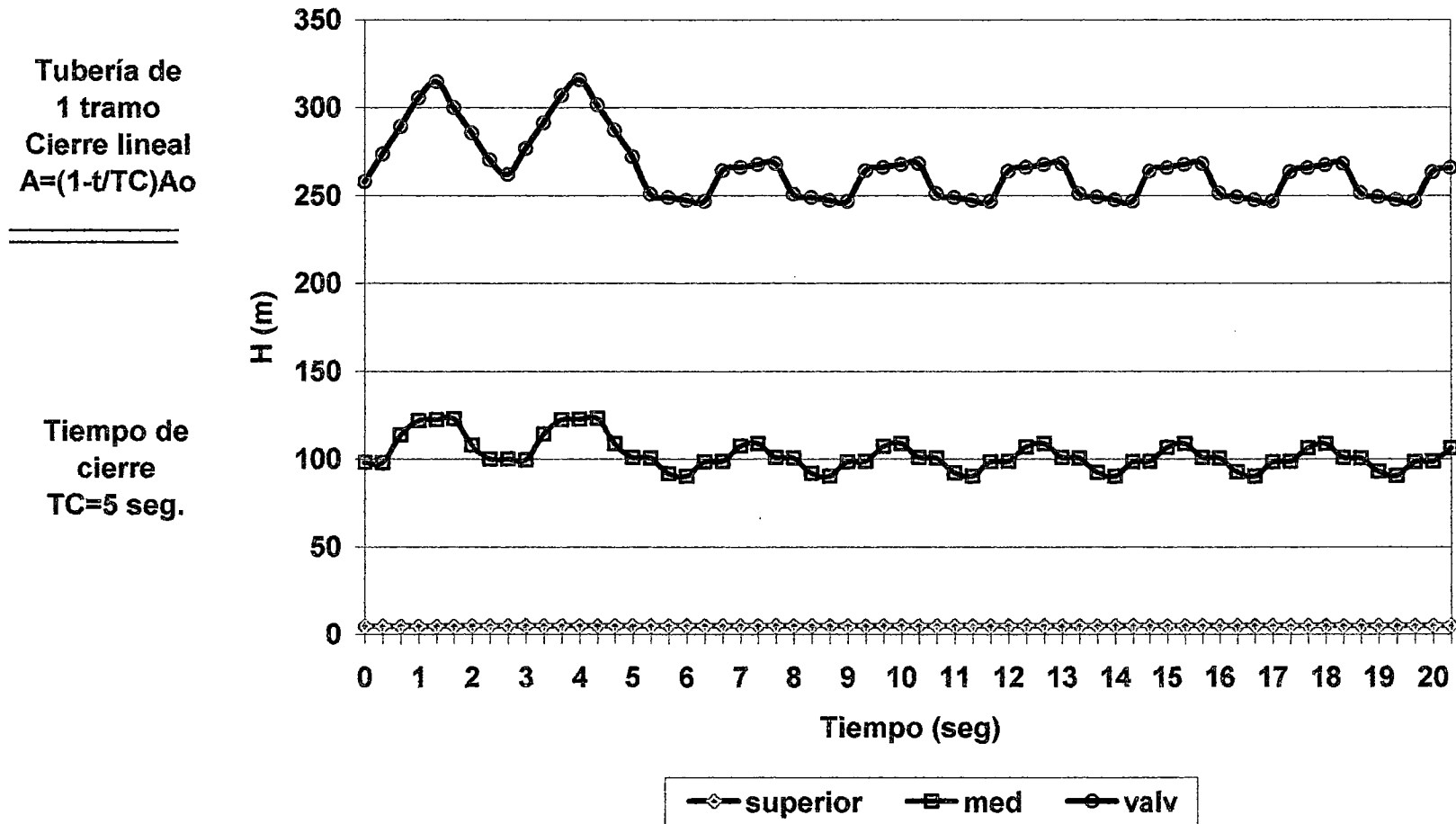
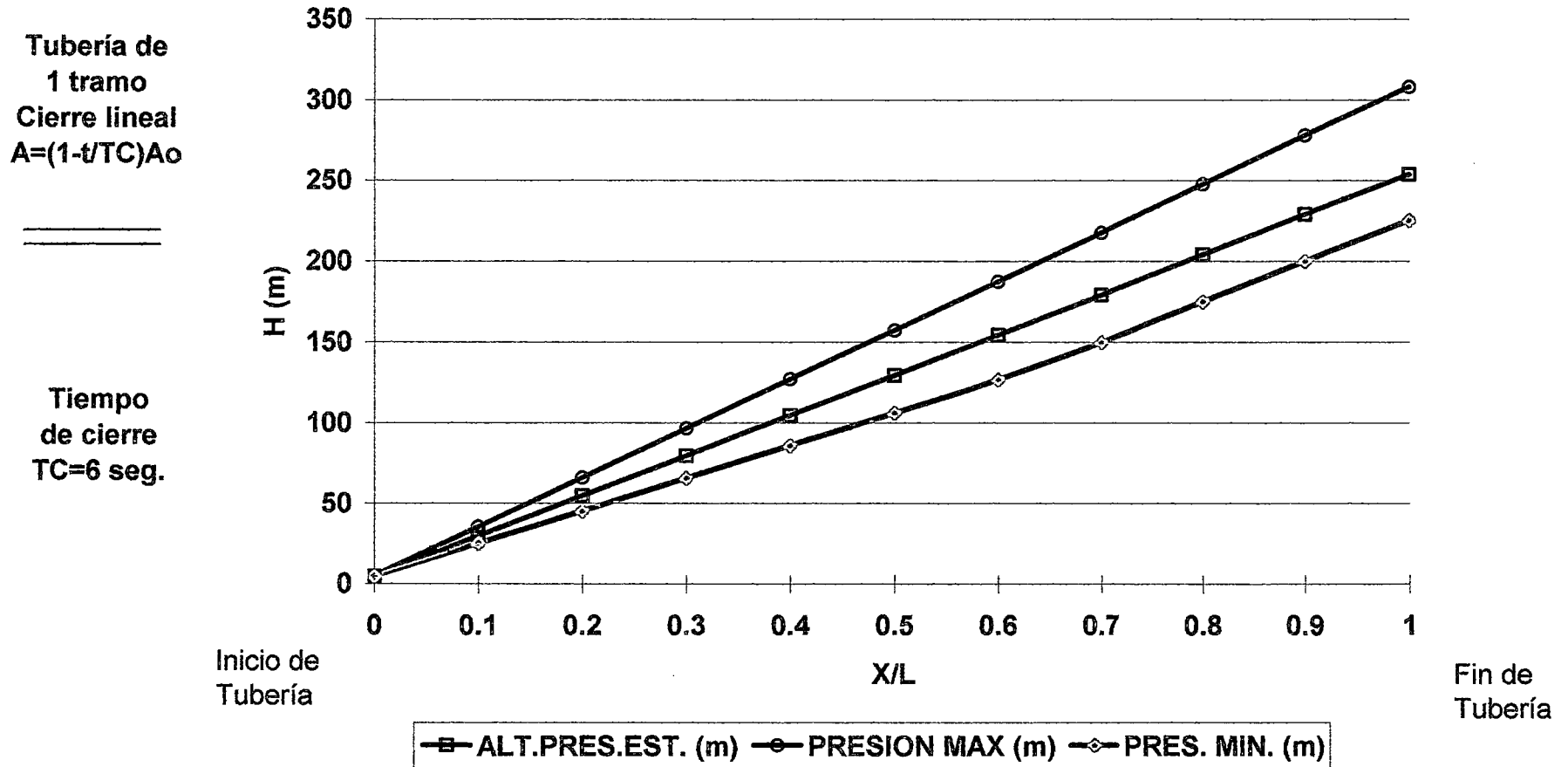


Gráfico 5.6a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre lineal TC=6 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.6b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 6 seg)

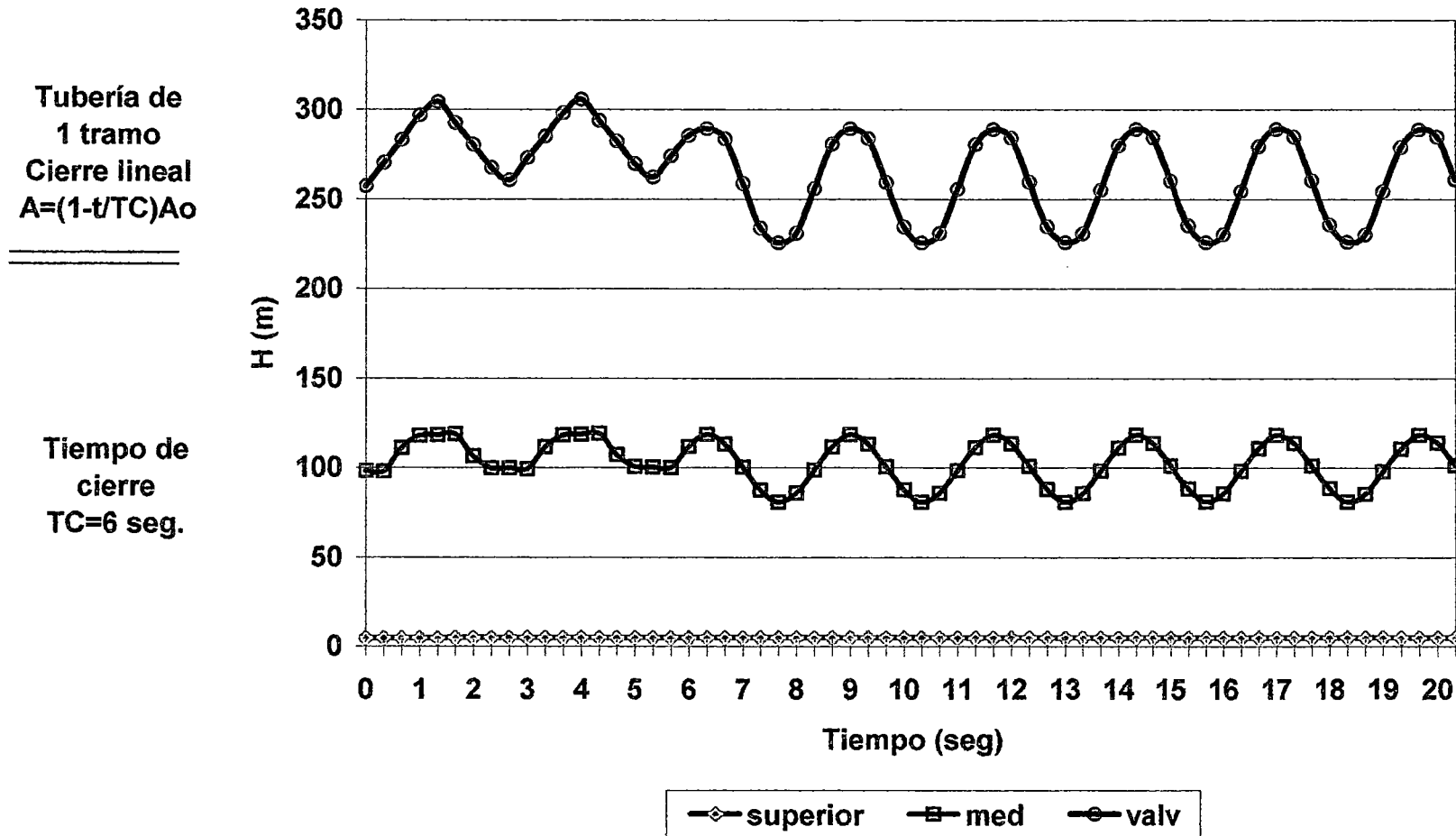
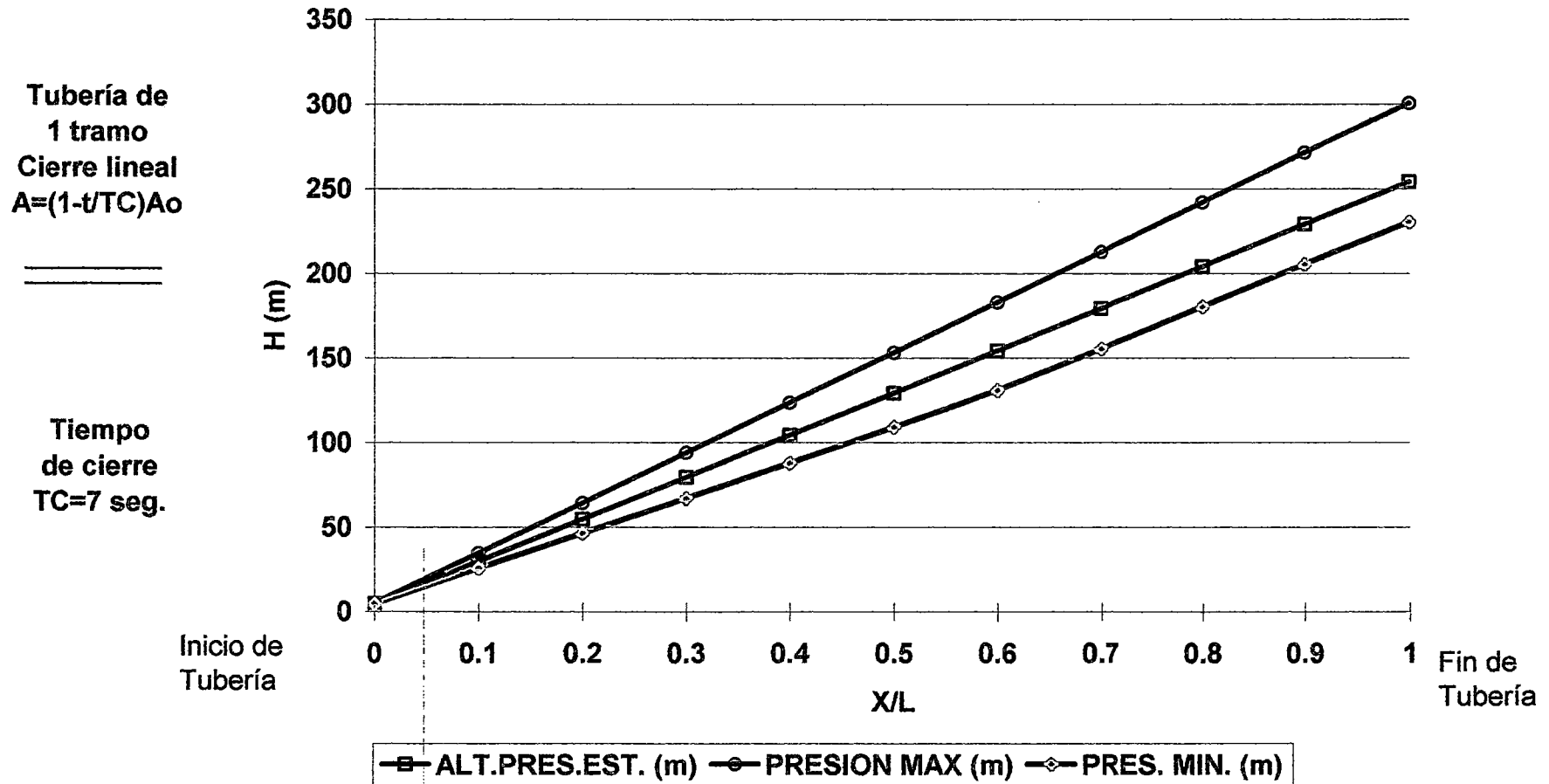
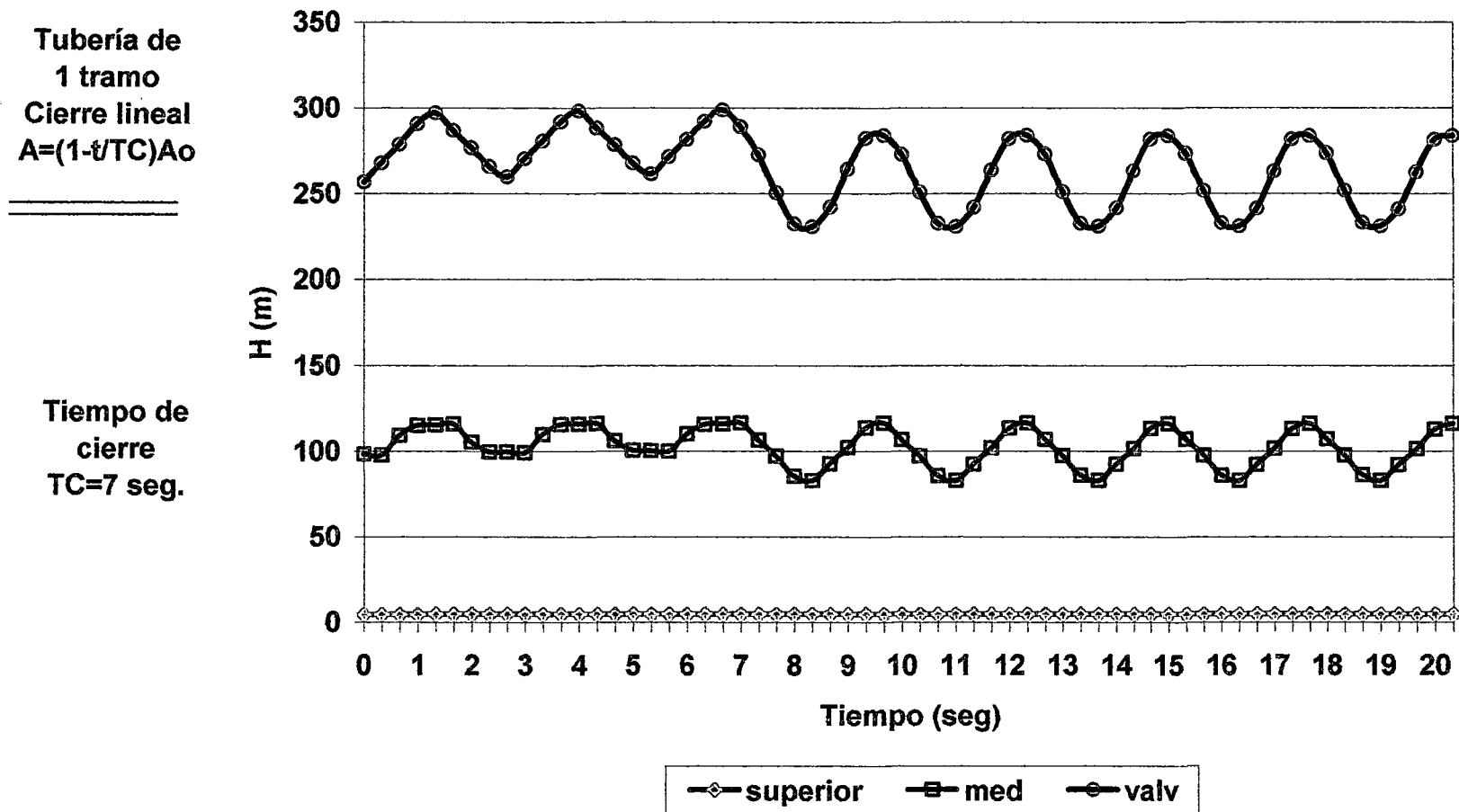


Gráfico 5.7a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre lineal TC=7 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.7b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 7 seg)



para tiempos de cierre lineal de la válvula de control iguales a 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 segundos.

En la tabla 5.1 se presenta un resumen de las sobrepresiones que ocurren en la tubería, por efecto del golpe de ariete para una condición de cierre lineal para la tubería de un solo tramo con diámetro constante.

Tabla 5.1 Presiones máximas para cierre lineal

TC (seg)	Tiempo de ocurrencia (seg)	Presión Máxima en la Válvula (m)	% Sobrepresión
1	1.292	503.09	95.4
2	1.292	414.73	61.1
3	1.292	361.08	40.2
4	3.875	334.78	30.0
5	3.875	318.79	23.8
6	3.875	308.06	19.6
7	6.459	300.57	16.7

TC: Tiempo de cierre.

Caso de tubería simple para cierre no lineal

El caso de la tubería simple para un cierre no lineal es analizado mediante el programa MC1T2.FOR que nos permite calcular las sobrepresiones y velocidades del flujo para diferentes secciones de la tubería. Estos parámetros son analizados para diferentes tiempos que se inician desde un tiempo cero, es decir cuando el flujo discurre en condiciones normales, sin perturbaciones, hasta un tiempo de 20 segundos que nos permite observar lo que ocurre en la tubería ante un cierre repentino de la válvula de control de flujo.

Se debe señalar que el golpe de ariete ha sido analizado para diferentes tiempos de cierre no lineal TC = 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 segundos.

A continuación se ofrece el listado del programa para el análisis del golpe de ariete en tuberías de sección constante para una condición de cierre no lineal, basado en el algoritmo de Streeter³.

```
C      PROGRAMA MC1T2.FOR
C      METODO GENERAL DE LAS CARACTERISTICAS
C      CALCULO DE LA VELOCIDAD DEL FLUJO Y VARIACIONES DE PRESION EN LA
C      TUBERIA DE UN SOLO TRAMO
C      CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL
DIMENSION VI(11),HI(11),HF(11),VF(11),HPMIN(11),HPMAX(11)
DIMENSION HPT(11),HPP(11),TMIN(11),TMAX(11)
REAL D,F,V0,A,G,GA,LONG,L,DL,KV,KR,DT,M,LAC,L1(11),Q(11)
OPEN(5,FILE='MC1T2-D7.FOR',STATUS='OLD')
OPEN(6,FILE='MC1T2-R7.FOR',STATUS='NEW')
READ(5,*) L,D,AV,F,KR,KV,N,A,TDA,HRES,HTI,HTS,TCV
WRITE(6,*) '      PROGRAMA MC1T2.FOR'
WRITE(6,*) '      TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE'
WRITE(6,*) '      CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL'
WRITE(6,181) L
181  FORMAT(6x,'LONGITUD',21x,'=',F10.3,' m')
WRITE(6,182) D
182  FORMAT(6x,'DIAMETRO',21x,'=',F10.3,' m')
WRITE(6,183) F
183  FORMAT(6x,'COEFICIENTE DE FRICCION',6x,'=',F10.3)
WRITE(6,184) A
184  FORMAT(6x,'ACELERACION DE ONDA',10x,'=',F10.3,' m/seg')
WRITE(6,185) TCV
185  FORMAT(6x,'TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA',2x,'=',F10.3,' seg')
WRITE(6,186) TDA
186  FORMAT(6x,'TIEMPO DE ANALISIS',11x,'=',F10.3,' seg')
WRITE(6,187) N
187  FORMAT(6x,'NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS',1x,'=',I6)
WRITE(6,188) HRES
188  FORMAT(6x,'COTA EN CAMARA DE CARGA',6x,'=',F10.3,' m')
```

³ STREETER, Víctor. "Hydraulic transients", New York, 1967.

```

WRITE(6,189) HTI
189 FORMAT(6x,'COTA EN LA VALVULA',11x,'=',F10.3,' m')
WRITE(6,191) HTS
191 FORMAT(6x,'COTA TUBERIA EN EL INICIO',4x,'=',F10.3,' m')
43 READ(5,*) M
WRITE(6,193) M
193 FORMAT(6x,'EXPONENTE M DE LA VALVULA',1x,'=',F10.3)
WRITE(6,*)
45 G=9.81
PI=ATAN(1)*4
C CALCULA EL INCREMENTO DE LONGITUD
DL=L/N
GA=G/A
SALF=(HTS-HTI)/L
C Cálculo de la velocidad en la tubería
V0=SQRT(2*G*(HRES-HTI)/(F*L/D+KR+KV+PI**2*D**4/(16*AV**2)))
Q0=V0*PI*D**2/4
WRITE(6,7) V0,Q0
7 FORMAT(6x,'VELOCIDAD V0=',F6.3,' m/seg',
$ /,6x,'CAUDAL Q0=',F6.3,' m3/seg')
WRITE(6,120)
120 FORMAT(15x,'ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA')
WRITE(6,105)
105 FORMAT(14x,'LONGITUD',4x,'VELOC.',4x,'CAUDAL',3x,'ALT.PIEZ',
$ 2x,'PRES.EST')
WRITE(6,106)
106 FORMAT(16x,'(m)',6x,'(m/seg)',4x,'(m3/s)',5x,'(m)',7x,'(m)')
EPF=F*DL*V0**2/(2*G*D)
PL=KR*V0**2/(2*G)
DO 46 J=1,N+1
LAC=(J-1)*DL
VI(J)=V0
HI(J)=HRES-(J-1)*EPF-PL
HPP(J)=HI(J)+(J-1)*DL*SALF-HTS
HPMAX(J)=HPP(J)
HPMIN(J)=HPP(J)
WRITE(6,16) J,LAC,VI(J),Q0,HI(J),HPP(J)
16 FORMAT(4x,I2,F15.2,F11.3,F10.3,F9.2,F10.2)
46 CONTINUE
WRITE(6,125)
125 FORMAT(19x,'ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE')
C CALCULO DE LA PRESION Y VELOCIDAD POR GOLPE DE ARIETE
DT=DL/(V0+A)
T=DT
tn=1
96 IF(T.GT.TDA) GOTO 99
C CONDICION DE LIMITE: RESERVORIO
CIZ=DT*(VI(1)-VI(2))/DL
VRI=(VI(1)-A*CIZ)/(1-CIZ)
HRI=HI(1)+DT*(HI(1)-HI(2))*(VRI-A)/DL
EVS=VRI-GA*HRI+GA*VRI*DT*SALF-F*VRI*ABS(VRI)*DT/(2*D)
IF(VF(2).LT.0) KR=-KR
VF(1)=G*(SQRT(1+2*GA*(1+KR)*(GA*HRES+EVS)/G)-1)/(GA*(1+KR))
HF(1)=(VF(1)-EVS)/GA
C CALCULO DE PUNTOS INTERIORES DE LA TUBERIA
DO 64 J=2,N
CDE=DT*(VI(J)-VI(J-1))/DL
VRD=(VI(J)-A*CDE)/(1+CDE)
HRD=HI(J)-DT*(HI(J)-HI(J-1))*(VRD+A)/DL
CIZ=DT*(VI(J)-VI(J+1))/DL

```

```

VRI=(VI(J)-A*CIZ)/(1-CIZ)
HRI=HI(J)+DT*(HI(J)-HI(J+1))*(VRI-A)/DL
EVA=VRD+GA*HRD-GA*VRD*SALF*DT-F*VRD*ABS(VRD)*DT/(2*D)
EVP=VRI-GA*HRI+GA*VRI*SALF*DT-F*VRI*ABS(VRI)*DT/(2*D)
VF(J)=(EVA+EVP)/2.
HF(J)=(EVA-EVP)/(2*GA)
64 CONTINUE
c  CONDICION DE LIMITE: VALVULA
CDE=DT*(VI(N+1)-VI(N))/DL
VRD=(VI(N+1)-A*CDE)/(1+CDE)
HRD=HI(N+1)-DT*(HI(N+1)-HI(N))*(VRD+A)/DL
EVI=VRD+GA*HRD-GA*VRD*SALF*DT-F*VRD*ABS(VRD)*DT/(2*D)
58 IF(T-TCV) 55,55,56
55 RA=(1-T/TCV)**M
GOTO 59
56 RA=0.
59 RL=V0**2*RA**2/(GA*HPP(N+1))
VF(N+1)=(SQRT(RL**2-4*RL*(GA*HTI-EVI))-RL)/2.
57 HF(N+1)=(EVI-VF(N+1))/GA
DO 76 J=1,N+1
LONG=(J-1)*DL
L1(J)=LONG
Q0=VF(J)*PI*D**2/4
Q(J)=Q0
HPT(J)=HF(J)+LONG*SALF-HTS
IF(HPT(J).GE.HPMIN(J)) GOTO 71
HPMIN(J)=HPT(J)
TMIN(J)=T
71 IF(HPT(J).LE.HPMAX(J)) GOTO 73
HPMAX(J)=HPT(J)
TMAX(J)=T
73 HI(J)=HF(J)
VI(J)=VF(J)
76 CONTINUE
C  IMPRESION DE RESULTADOS
jj=int(tn+2)
if(jj.ne.jj/3*3) goto 777
WRITE(6,5) T
5  FORMAT(6x,'TIEMPO',8x,'T=',F9.3,4x,'seg')
WRITE(6,162) (L1(J),J=1,N+1)
162 FORMAT(2x,'L      (m)',11F9.2)
WRITE(6,164) (VF(J),J=1,N+1)
164 FORMAT(2x,'V  (m/seg)',11F9.3)
WRITE(6,166) (Q(J),J=1,N+1)
166 FORMAT(2x,'Q  (m3/seg)',11F9.3)
WRITE(6,168) (HF(J),J=1,N+1)
168 FORMAT(2x,'HP      (m)',11F9.2)
WRITE(6,172) (HPT(J),J=1,N+1)
172 FORMAT(2x,'HPE      (m)',11F9.2)
777 T=T+DT
tn=tn+1
GOTO 96
C  IMPRESION DE LAS PRESIONES MAXIMAS Y MININAS EN LA TUBERIA
99 WRITE(6,*)
WRITE(6,115)
115 FORMAT(/,14x,'ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS')
WRITE(6,116)
116 FORMAT(14x,'      POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE')
WRITE(6,118)
118 FORMAT(16x,'LONG.',4x,'TIEMPO',4x,'PRES.MAX',5x,'!!!',5x,

```

```

        % 'TIEMPO' , 4x, 'PRES. MIN. ' )
        WRITE (6, 119)
    119  FORMAT (17x, ' (m) ' , 6x, ' (seg) ' , 6x, ' (m) ' , 8x, ' !!! ' , 6x, ' (seg) ' ,
        %7x, ' (m) ' )
        WRITE (6, *)
        DO 84 J=1, N+1
        LONG= (J-1) *DL
        WRITE (6, 17) J, LONG, TMAX (J) , HPMAX (J) , TMIN (J) , HPMIN (J)
    17  FORMAT (4x, I2, F15.2, F10.3, F12.3, 5x, ' !!! ' , F11.3, F12.3)
    84  CONTINUE
        STOP
        END
    
```

Con el programa presentado en este capítulo se obtienen los resultados que se ofrecen en el listado N 2 (ver anexo correspondiente), el cual se presenta en forma parcial, observándose los resultados para los tiempos más representativos.

A continuación en las páginas siguientes se presentan los gráficos 5.8a, 5.9a, 5.10a, 5.11a, 5.12a, 5.13a y 5.14a, que corresponden a las presiones máximas, presiones estáticas y presiones mínimas a lo largo de la tubería para tiempos de cierre no lineal (TC) de la válvula de control iguales a 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 segundos.

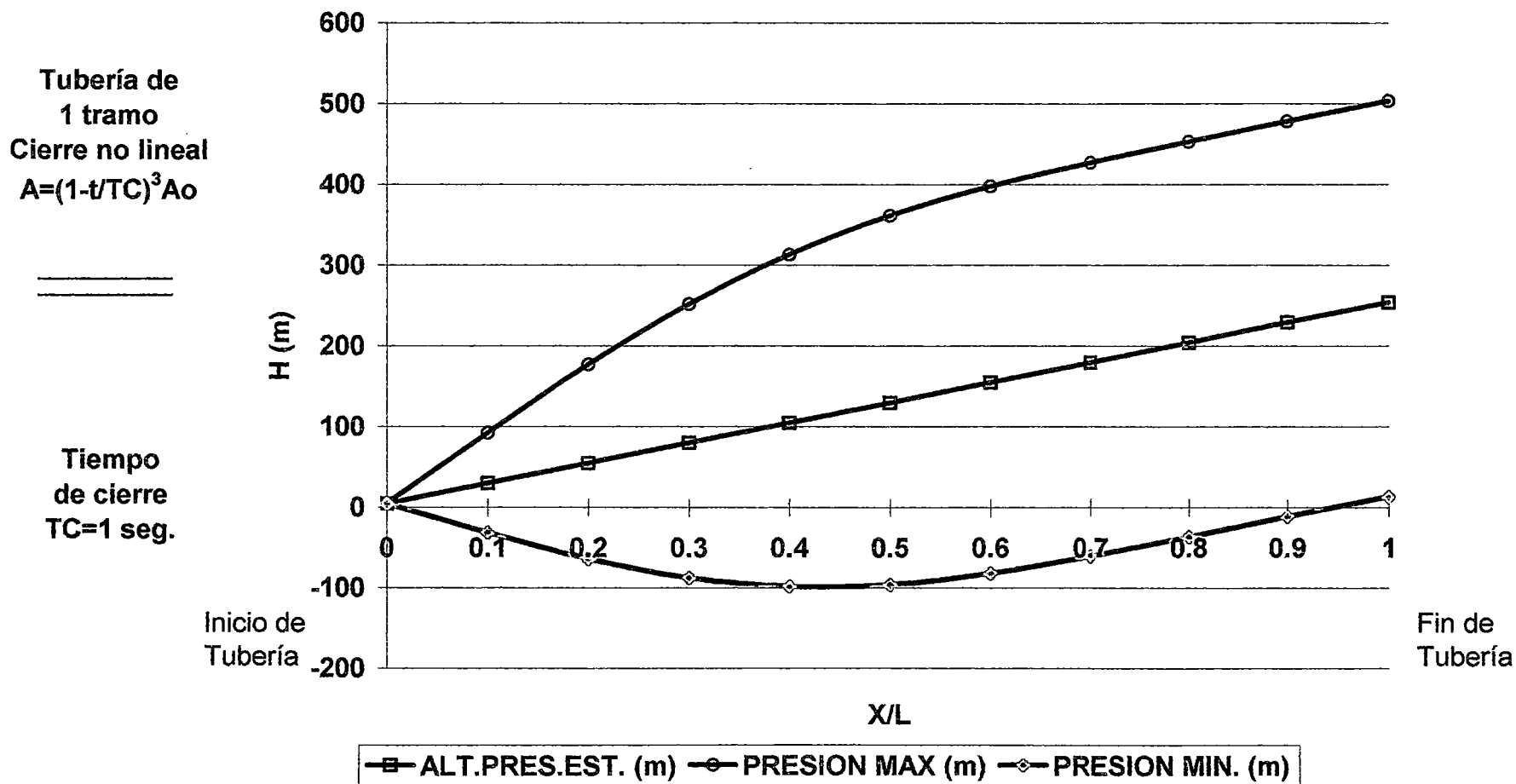
Asimismo se presentan los gráficos 5.8b, 5.9b, 5.10b, 5.11b, 5.12b, 5.13b y 5.14b, que corresponden a las presiones máximas en la válvula de control, en el centro y en la parte superior de la tubería, desde un tiempo cero hasta los 20 segundos, para tiempos de cierre no lineal (TC) de la válvula de control iguales a 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 segundos.

En la tabla 5.2 se presenta un resumen de las sobrepresiones que ocurren en la tubería, por efecto del golpe de ariete para una condición de cierre no lineal para la tubería de un solo tramo con diámetro constante.

Tabla 5.2 Presiones máximas para cierre no lineal

TC (seg)	Ocurrencia (seg)	Presión Máxima en la Válvula (m)	% Sobrepresión
1	1.292	503.58	95.6
2	1.292	487.82	89.5
3	1.292	442.36	71.8
4	1.292	405.33	57.4
5	1.292	378.85	47.1
6	1.292	359.68	39.7
7	1.292	345.37	34.1

Gráfico 5.8a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre no lineal TC=1 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.8b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 1 seg)

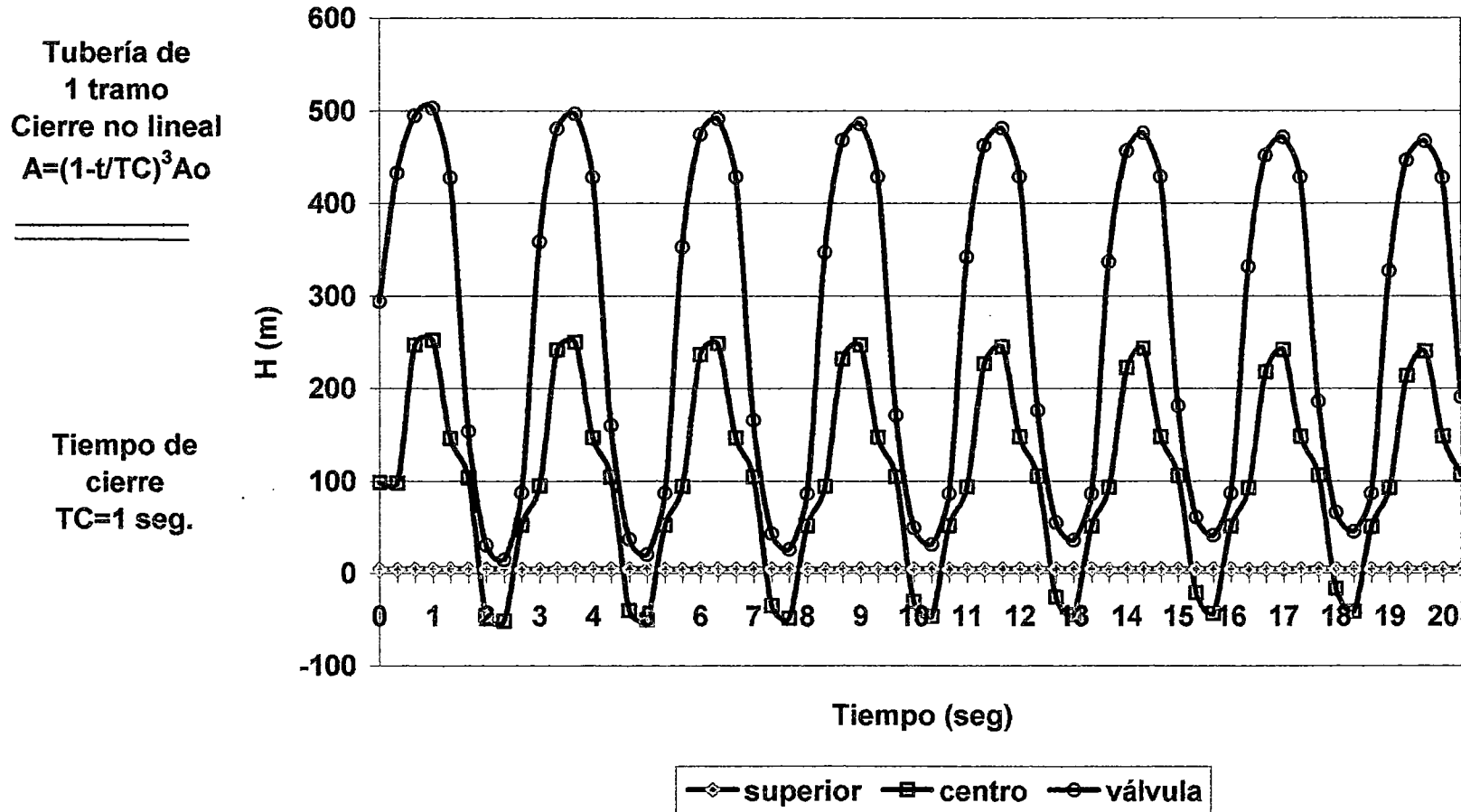
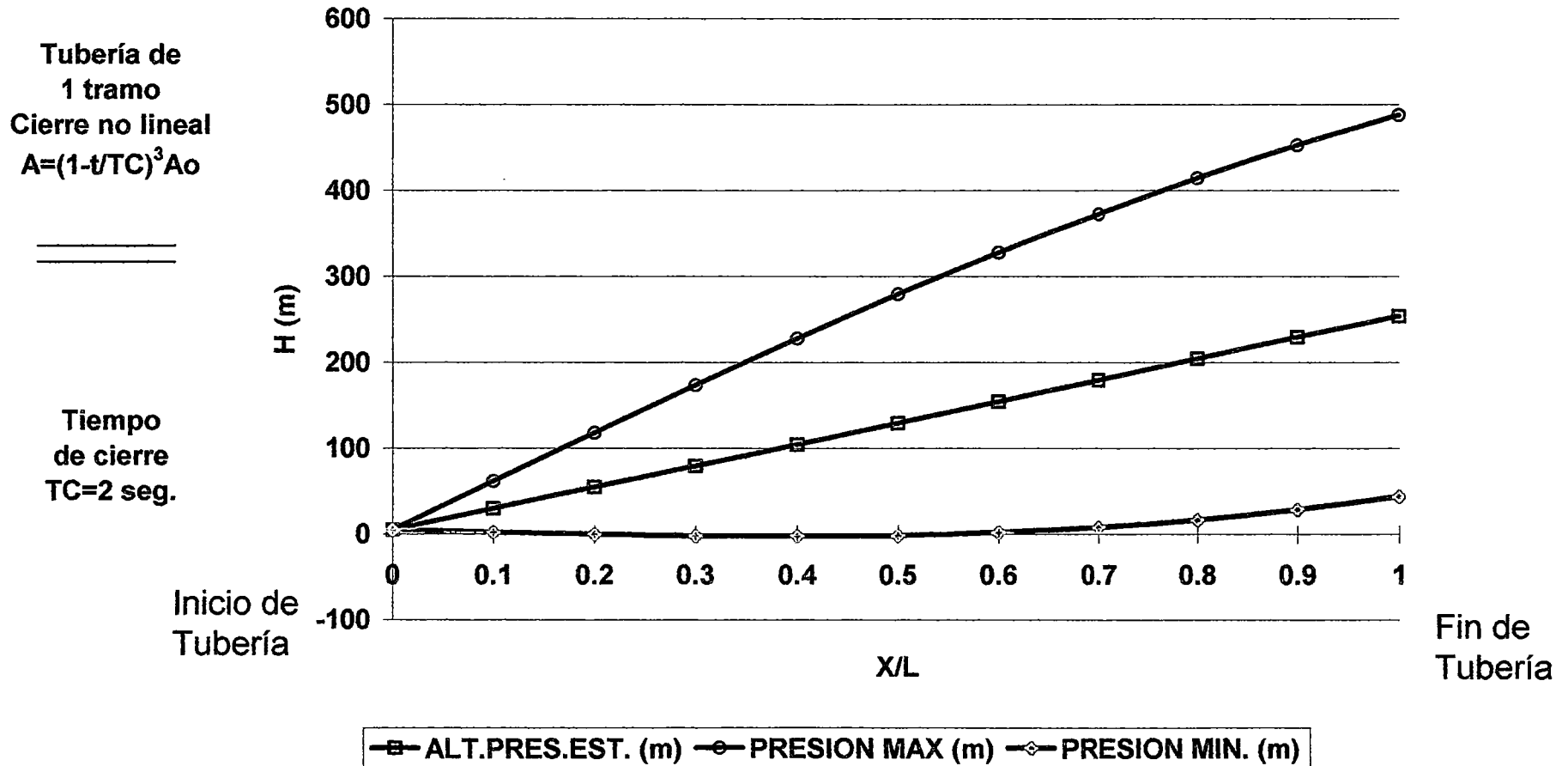


Gráfico 5.9a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre no lineal TC=2 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.9b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 2 seg)

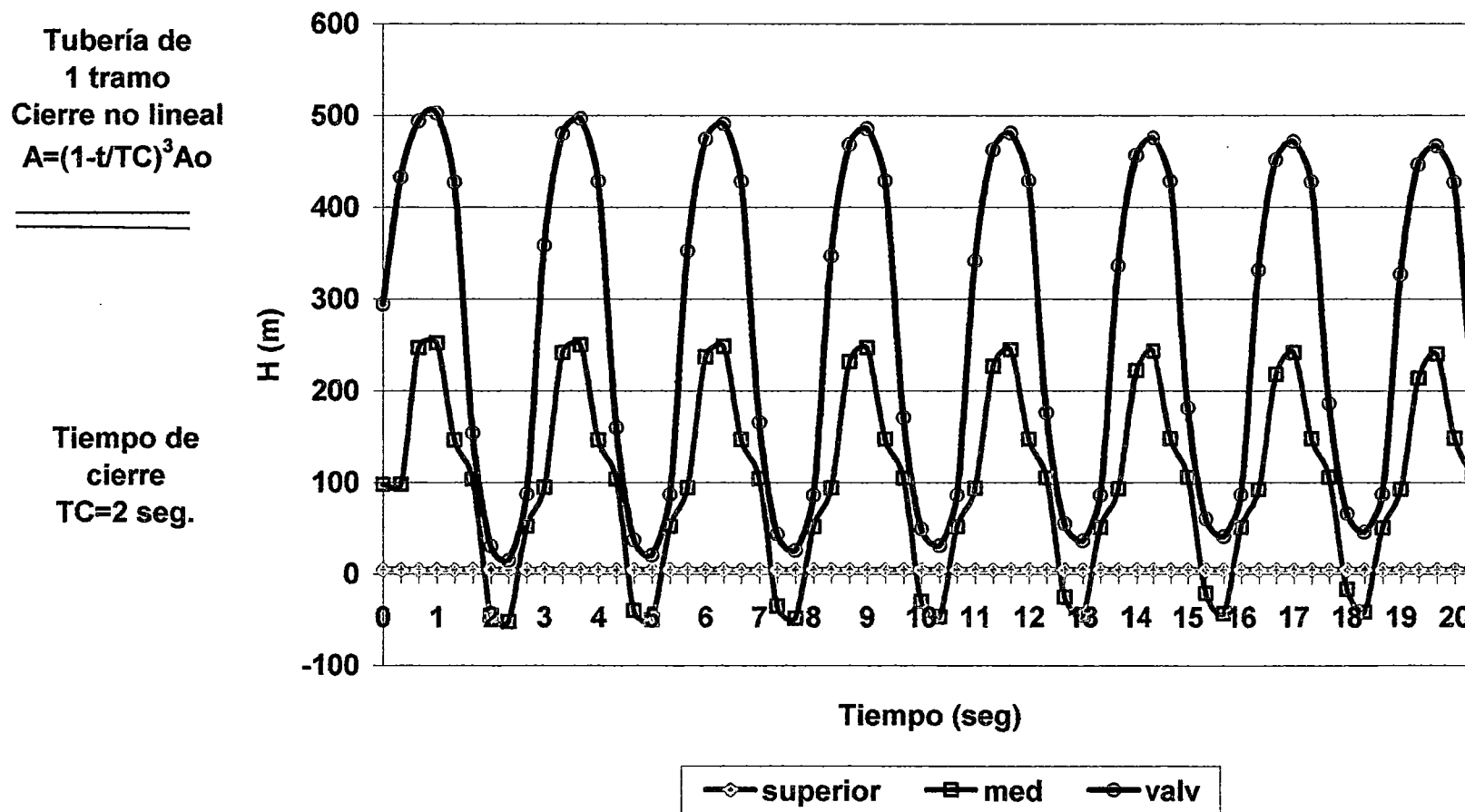
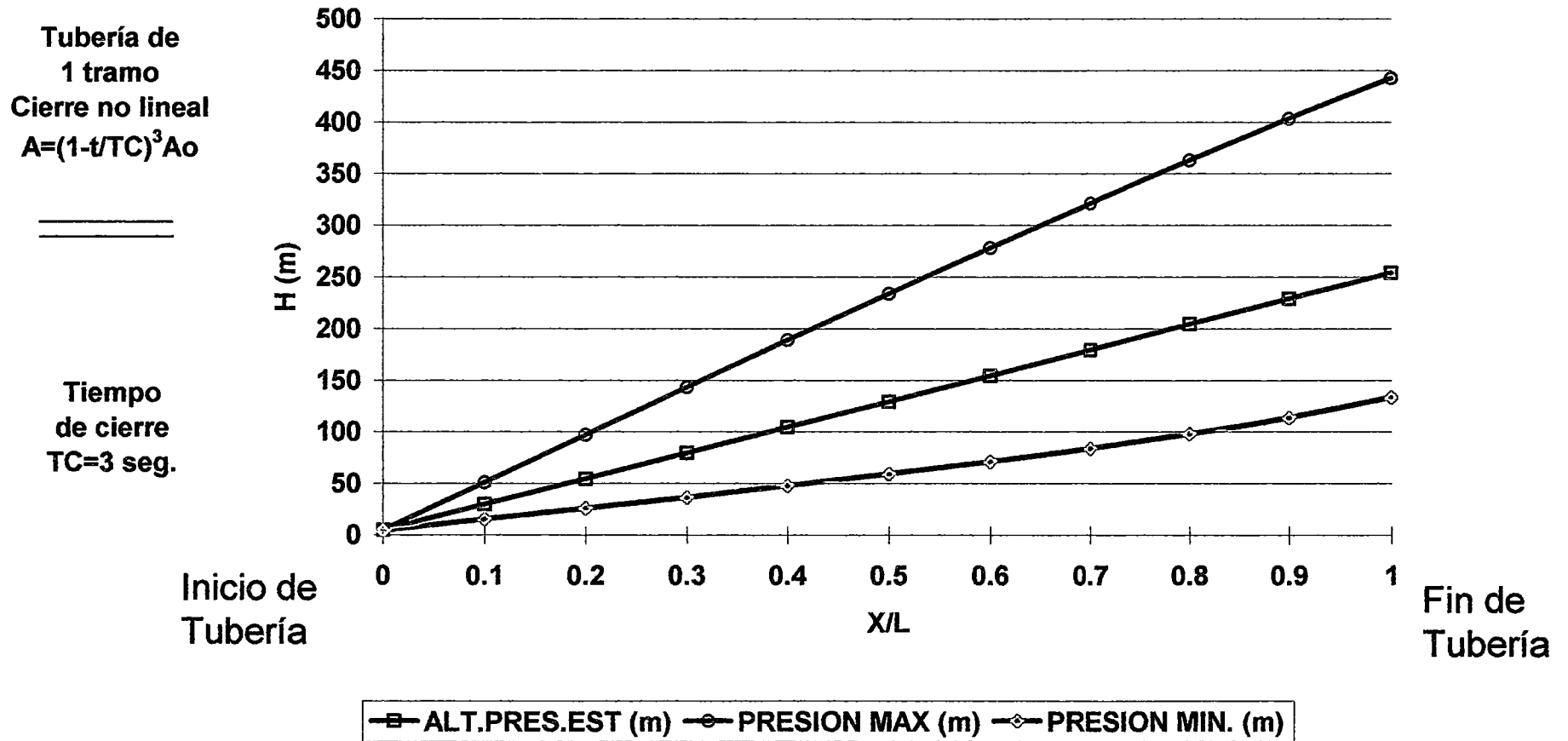


Gráfico 5.10a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre no lineal TC=3 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.10b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 3 seg)

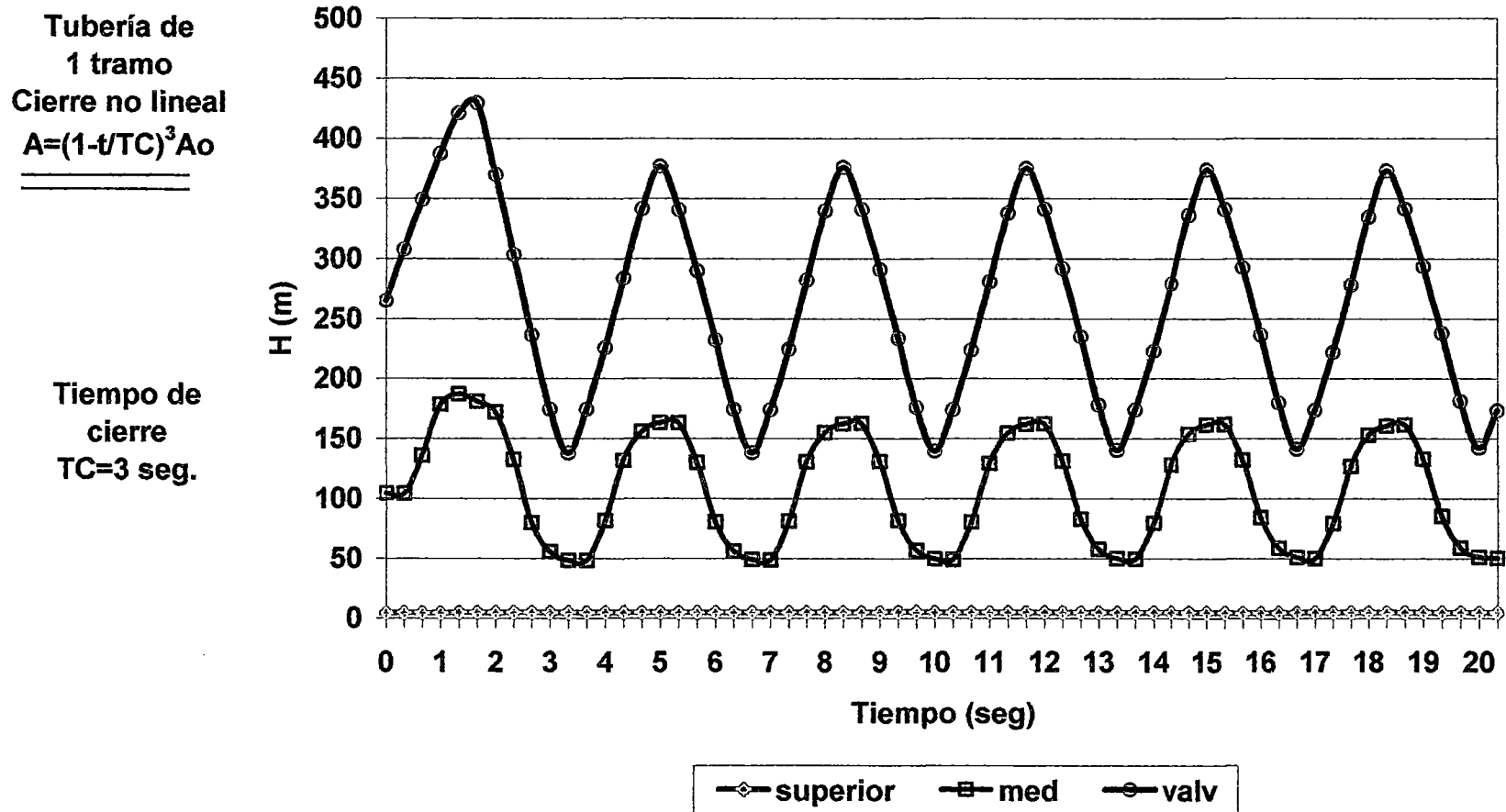
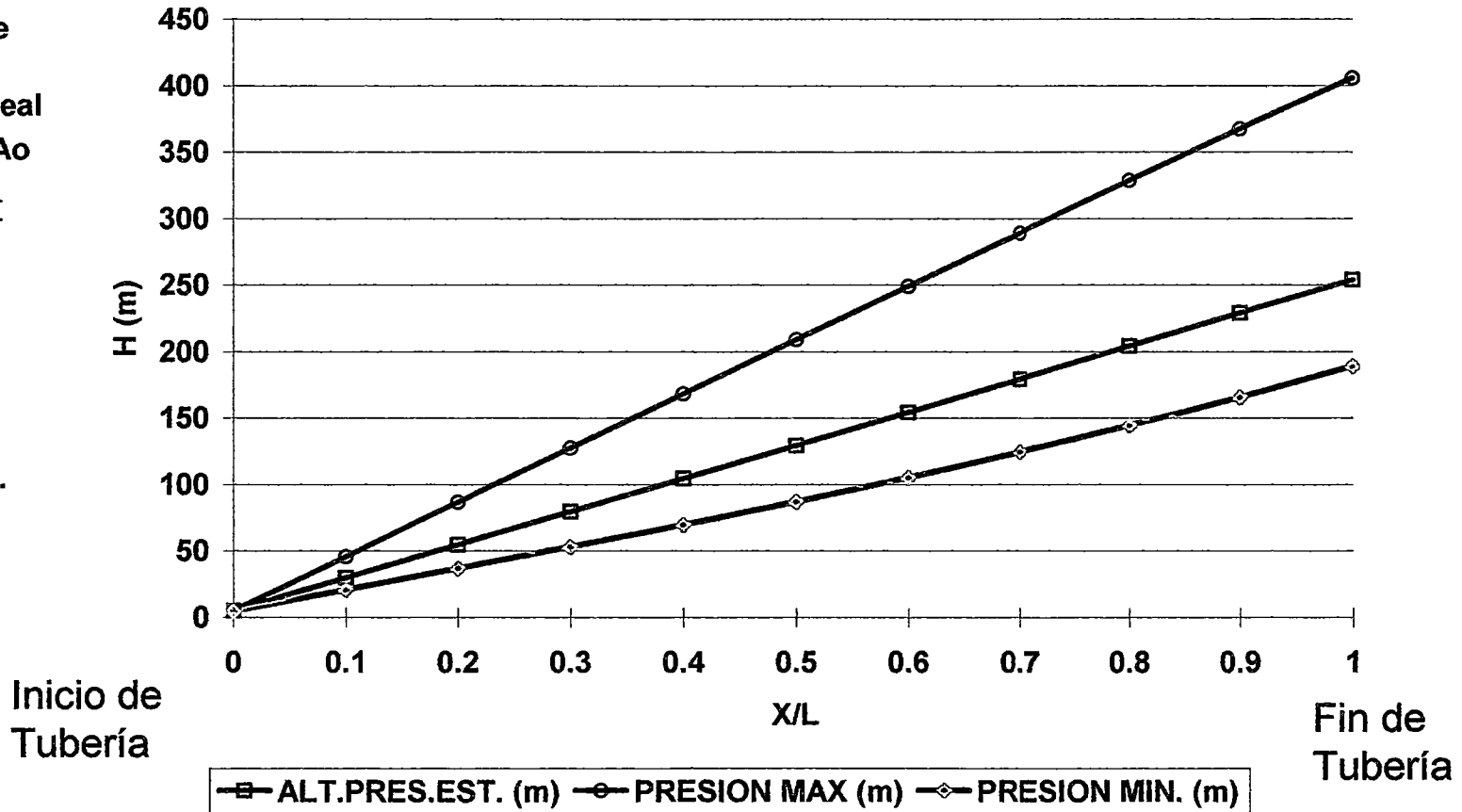


Gráfico 5.11a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre no lineal TC=4 seg.)

Tubería de
1 tramo
Cierre no lineal
 $A=(1-t/TC)^3 A_o$

Tiempo
de cierre
TC=4 seg.



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.11b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 4 seg)

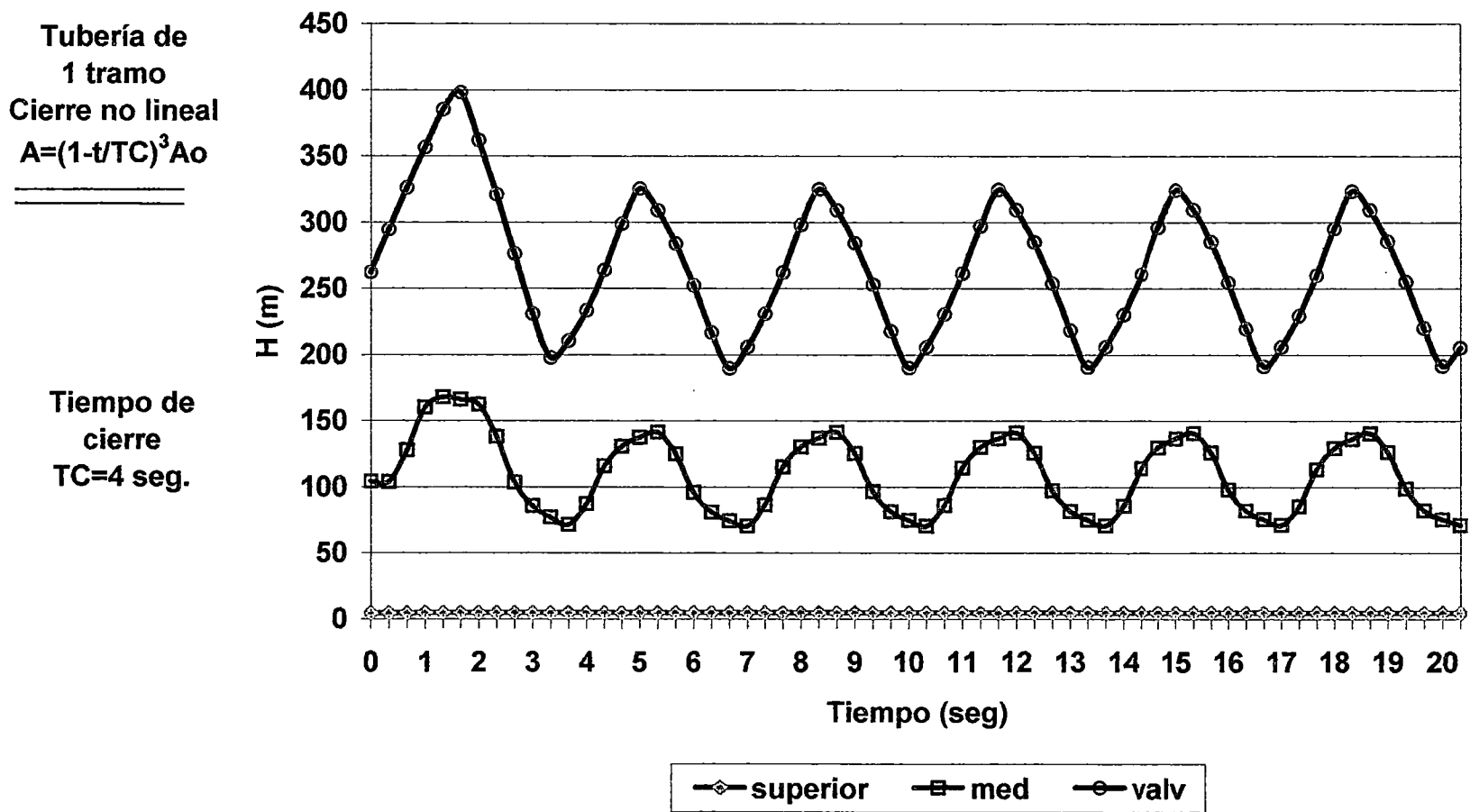
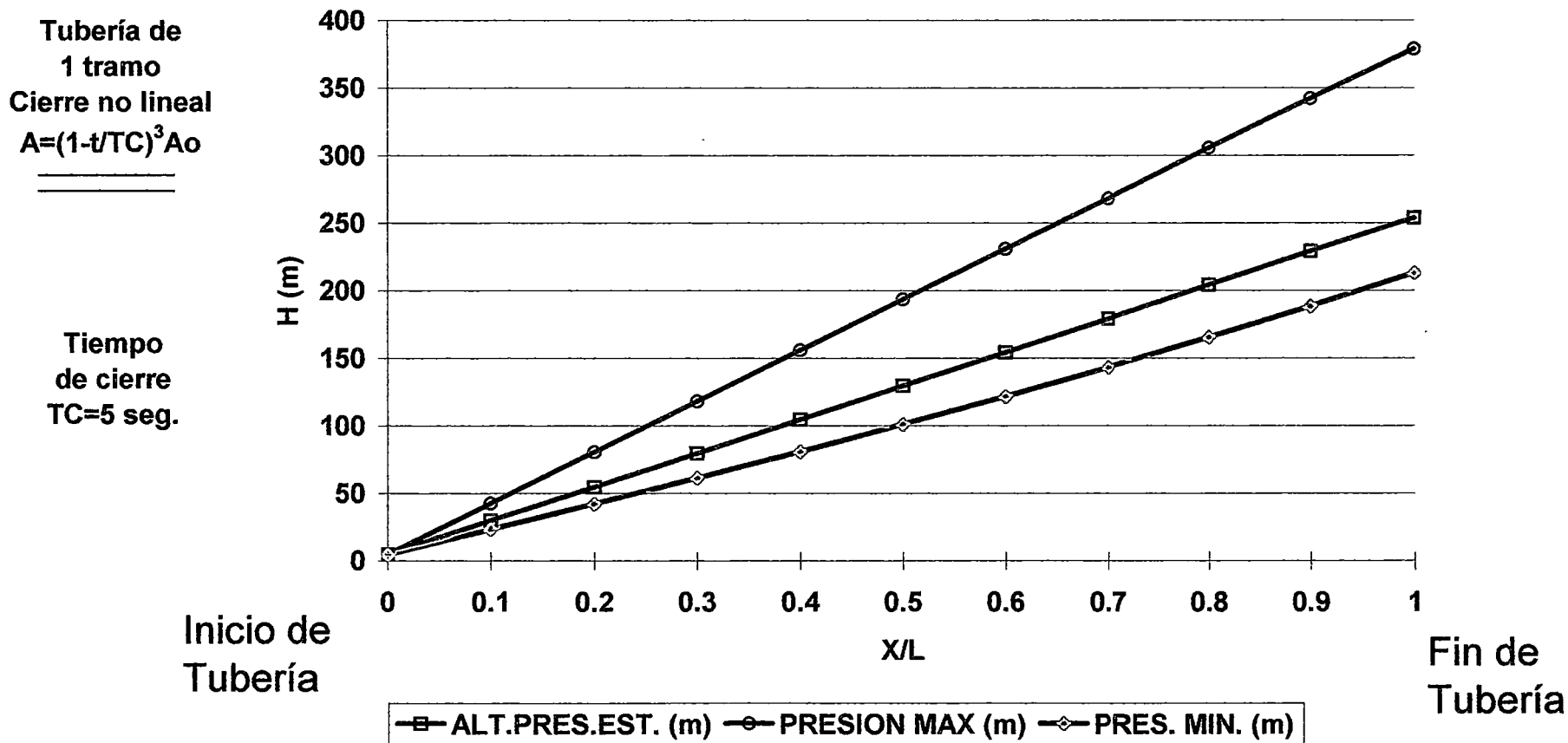


Gráfico 5.12a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre no lineal TC=5 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.12b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 5 seg)

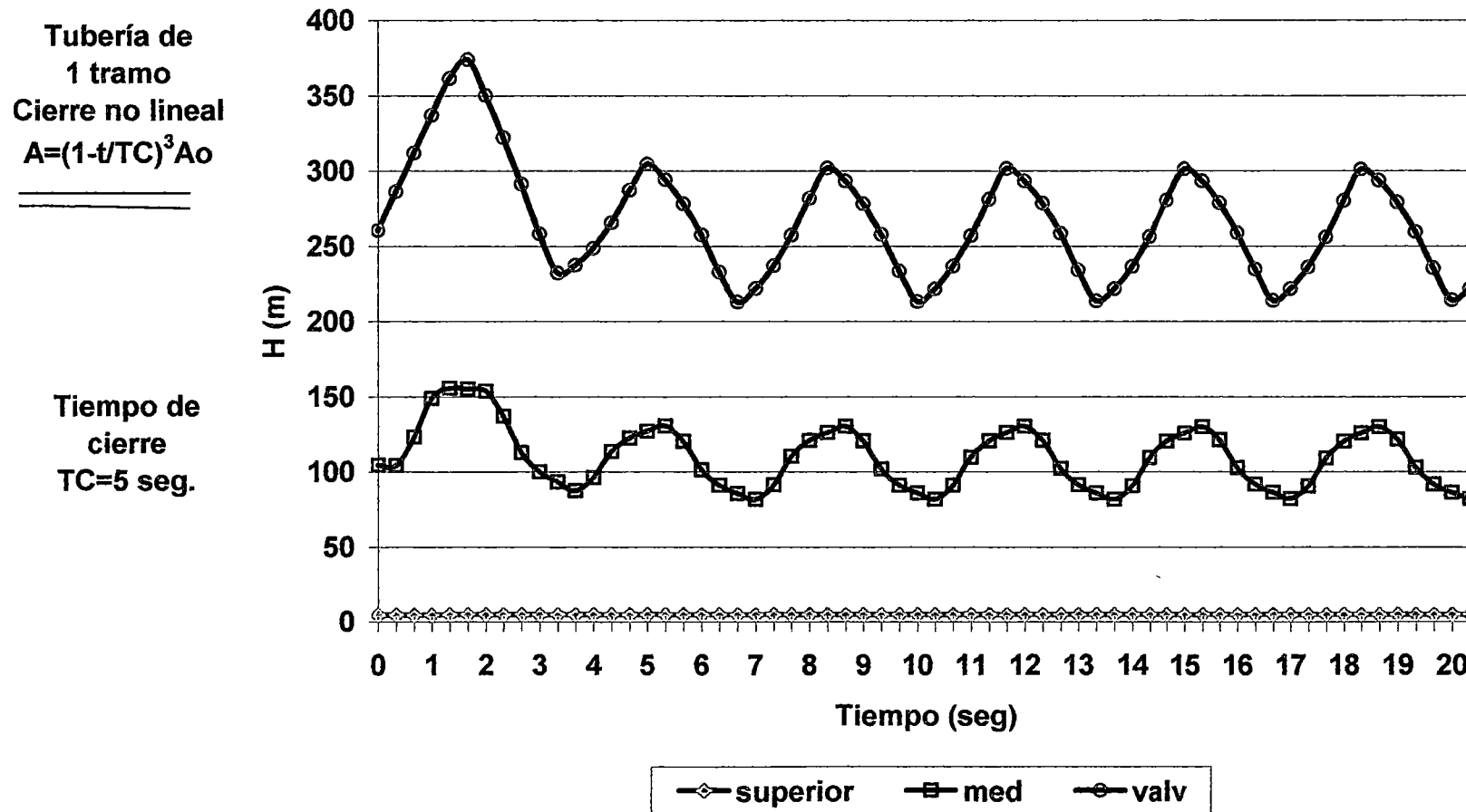
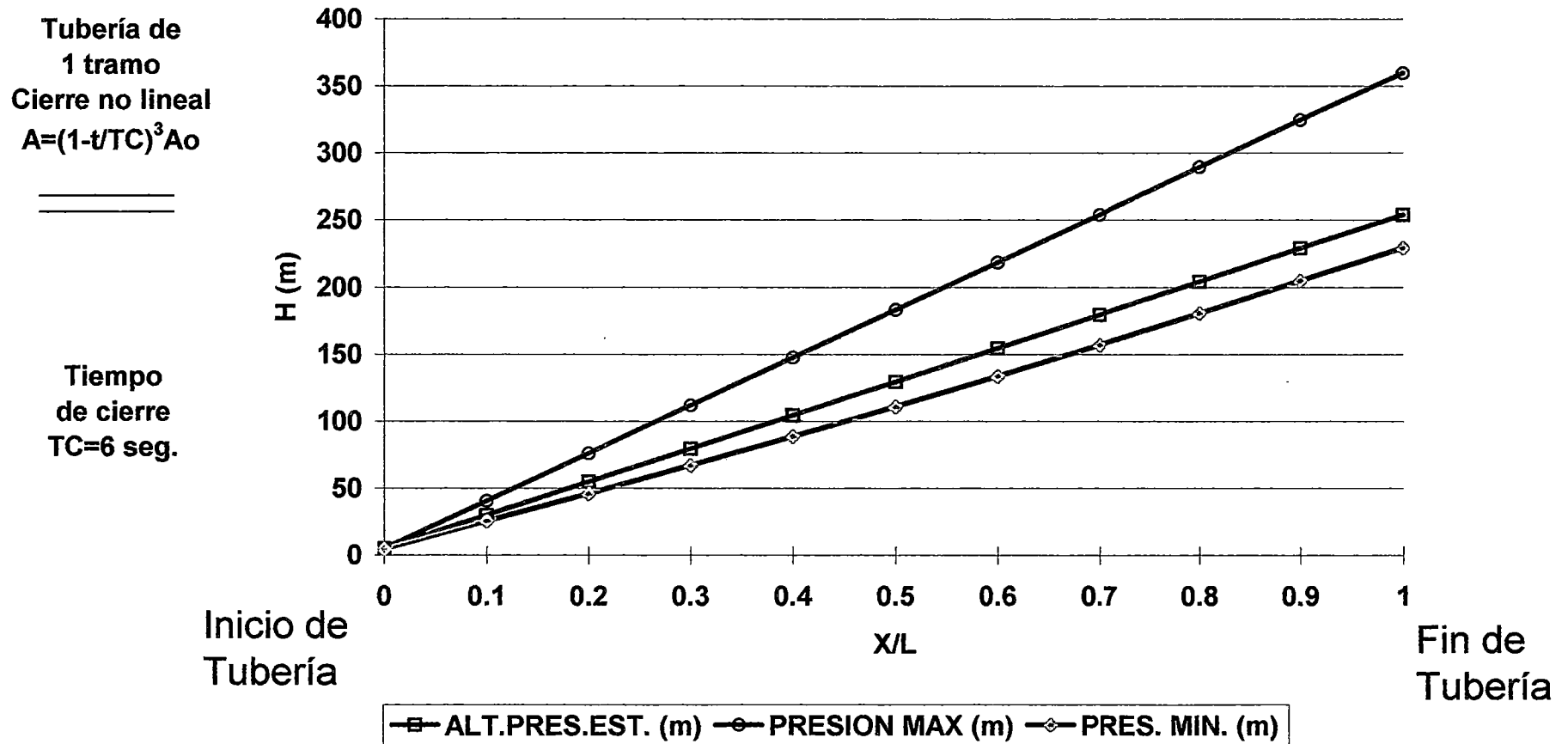


Gráfico 5.13a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre no lineal TC=6 seg.)

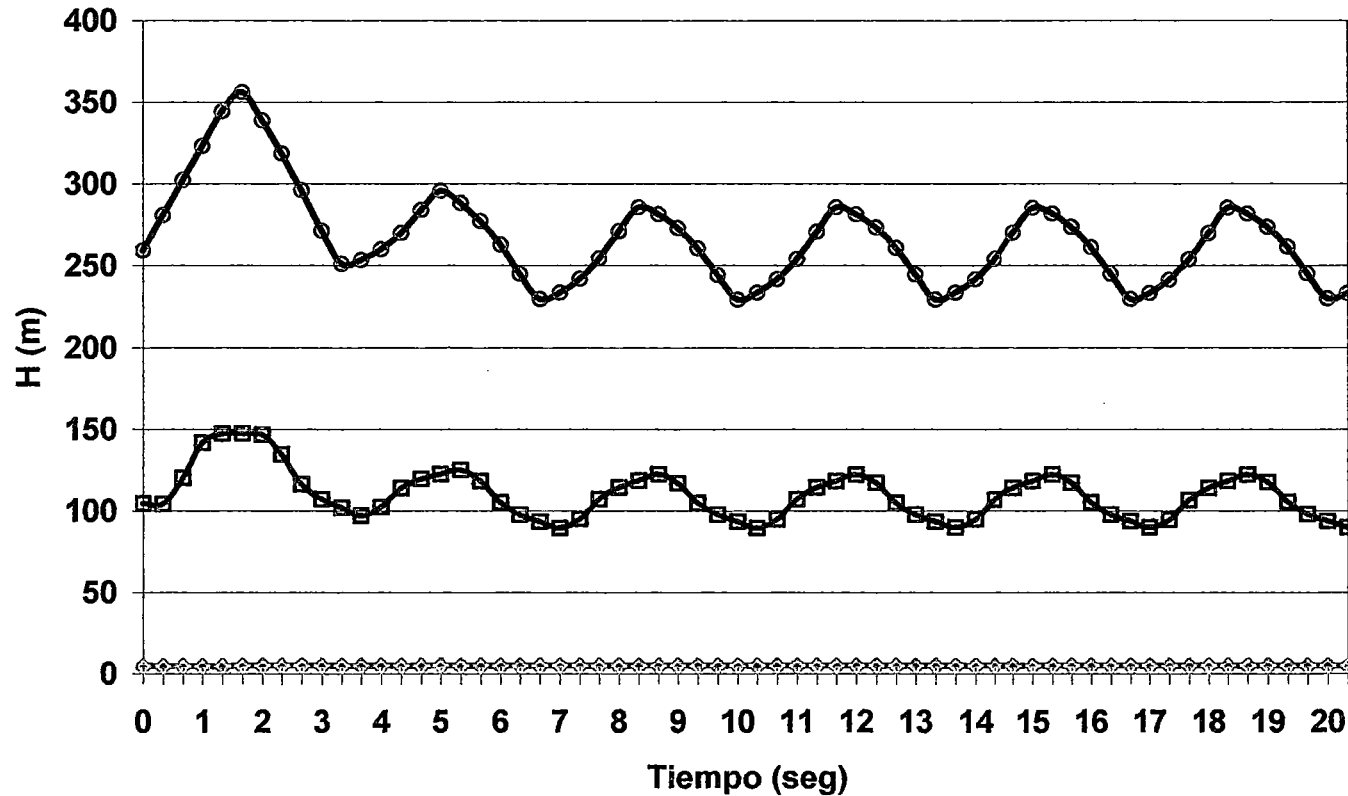


GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.13b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 6 seg)

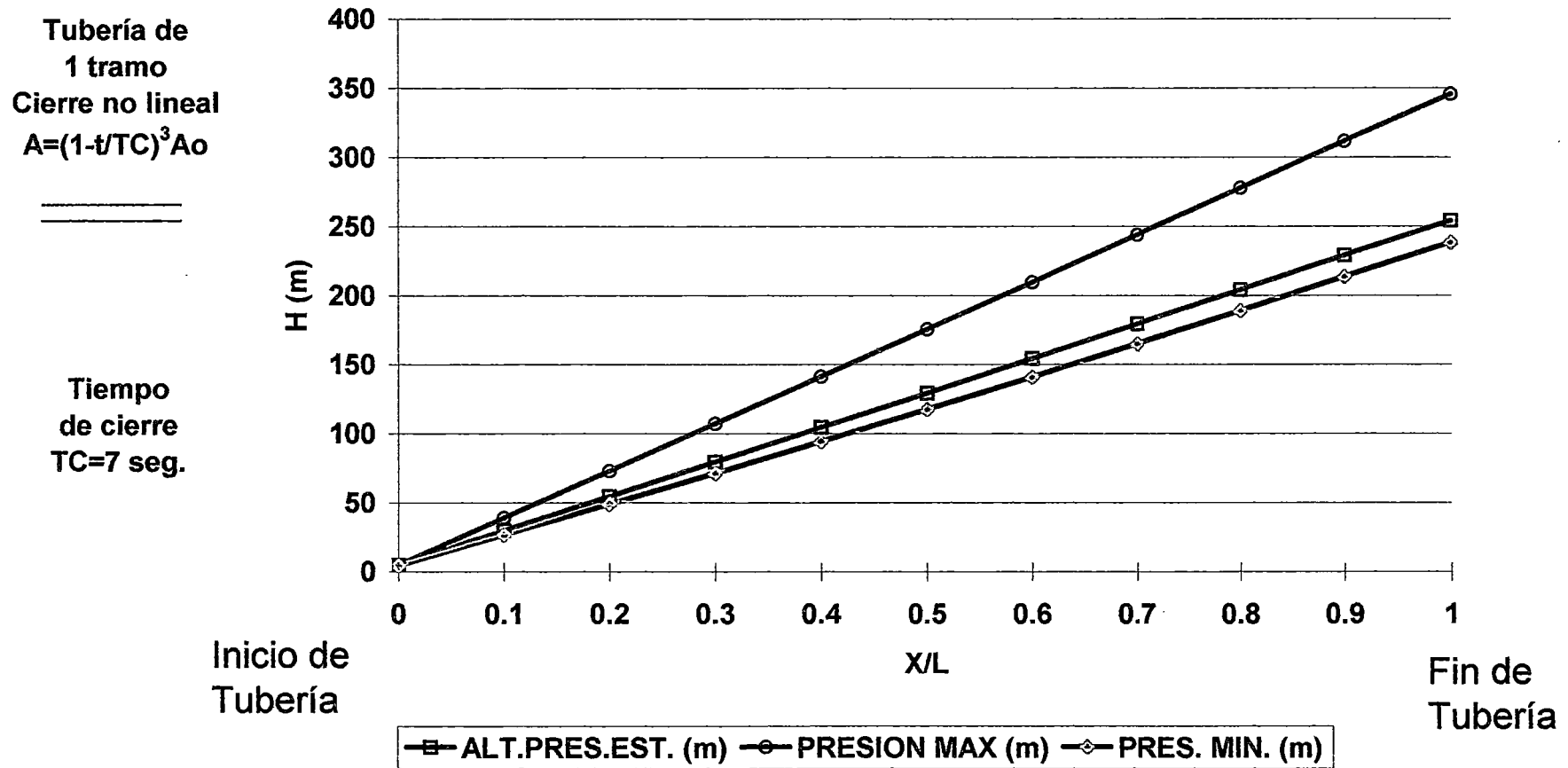
Tubería de
1 tramo
Cierre no lineal
 $A=(1-t/TC)^3 A_o$

Tiempo de
cierre
TC=6 seg.



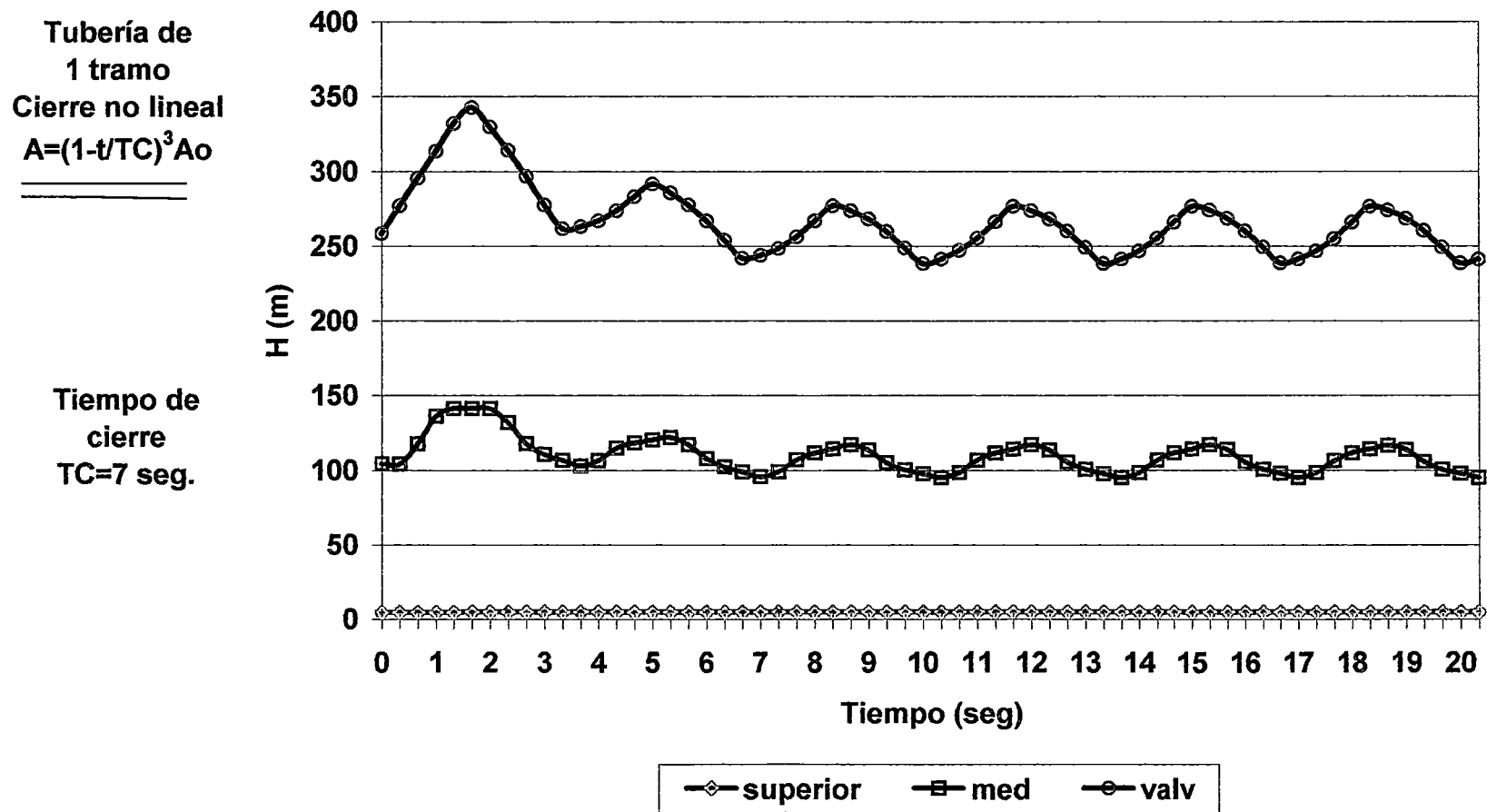
—◇— superior —□— med —○— valv

Gráfico 5.14a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de un tramo (Cierre no lineal TC=7 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 5.14b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 7 seg)



5.5 Cálculo del espesor de la tubería

Sobre la base de los resultados obtenidos de las presiones máximas por efecto del golpe de ariete en tramos de igual longitud, en la que fue dividida la tubería para su análisis por el método de las características, se determinará las presiones máximas en los anclajes; o sea en el punto donde se unen las tuberías en los cambios de dirección, esto se realiza mediante una simple interpolación de los valores obtenidos para secciones equidistantes una de otra. Estas presiones máximas (Hmax) nos permitirán posteriormente determinar los espesores de la tubería.

En la tabla 5.3 se puede apreciar los valores obtenidos de presión máxima para puntos ubicados en los anclajes.

Tabla 5.3 Cálculo de las presiones máximas en la tubería de un solo tramo

Punto	Descripción	Cota (m)	Longitud (m)	Long.acum arriba (m)	Angulo (grados)	Hmáx (m)
0	Nivel Máx. inicio	1093.92		0.00		
		1089.07	0.00	0.00	12.79	4.85
1	anclaje 1	1069.22	87.45	87.45	17.63	42.55
2	anclaje 2	1047.35	68.80	156.25	14.39	72.21
3	anclaje 3	1027.54	78.35	234.60	16.34	105.98
4	anclaje 4	1010.86	56.90	291.50	26.24	130.51
5	anclaje 5	983.70	55.10	346.60	20.05	154.26
6	anclaje 6	958.06	70.25	416.85	14.62	184.54
7	anclaje 7	940.75	66.35	483.20	17.85	213.14
8	anclaje 8	918.96	67.65	550.85	14.14	242.31
9	anclaje 9	908.05	43.30	594.15	24.23	260.97
10	anclaje 10	885.86	49.30	643.45	35.48	282.22
11	anclaje 11	856.17	41.65	685.10	24.80	300.18
12	anclaje 12	841.27	32.25	717.35	6.71	314.08
13	anclaje 13	836.43	41.14	758.49	0.00	331.81
14	fin de tubería	836.43	6.88	765.37		334.78

Calculados los valores de las presiones máximas (Hmax) que ocurren en la tubería, procedemos a calcular los espesores de tubería para cada uno de los tramos considerados, mediante las fórmulas determinadas en el capítulo IV.

Los pasos a seguir son el de determinar inicialmente los valores de los espesores teóricos, hallados directamente por fórmula, luego se incrementa el

valor del sobreespesor por corrosión ($e_0 = 2 \text{ mm}$). Luego de obtener este último valor procedemos a ajustar los valores a los espesores de las planchas de acero del que están fabricadas la tubería de presión, tal como se aprecia en la tabla 5.4.

Tabla 5.4 Cálculo de los espesores para la tubería de un solo tramo

Punto	Descripción	Cota (m)	Máxima Presión (m)	Long. (m)	Long acum (m)	D (m)	e teórico (m)	e+e ₀ (m)	e asumido (m)
0	Inicio	1089.07	4.85	0.00	0.00				
1	Anclaje 1	1069.22	42.55	87.45	87.45	0.900	0.0016	0.0036	0.0048
2	Anclaje 2	1047.35	72.21	68.80	156.25	0.900	0.0027	0.0047	0.0048
3	Anclaje 3	1027.54	105.98	78.35	234.60	0.900	0.0040	0.0060	0.0064
4	Anclaje 4	1010.86	130.51	56.90	291.50	0.900	0.0049	0.0069	0.0079
5	Anclaje 5	983.70	154.26	55.10	346.60	0.900	0.0058	0.0078	0.0079
6	Anclaje 6	958.06	184.54	70.25	416.85	0.900	0.0069	0.0089	0.0095
7	Anclaje 7	940.75	213.14	66.35	483.20	0.900	0.0080	0.0100	0.0111
8	Anclaje 8	918.96	242.31	67.65	550.85	0.900	0.0091	0.0111	0.0111
9	Anclaje 9	908.05	260.97	43.30	594.15	0.900	0.0098	0.0118	0.0138
10	Anclaje 10	885.86	282.22	49.30	643.45	0.900	0.0106	0.0126	0.0127
11	Anclaje 11	856.17	300.18	41.65	685.10	0.900	0.0113	0.0133	0.0143
12	Anclaje 12	841.27	314.08	32.25	717.35	0.900	0.0118	0.0138	0.0143
13	Anclaje 13	836.43	331.81	41.14	758.49	0.900	0.0124	0.0144	0.0143
14	Fin de tubería	836.43	334.78	6.88	765.37	0.900	0.0126	0.0146	0.0159

Obtenido los valores de los espesores correspondientes para cada tramo de tubería, pasamos a determinar el costo de la tubería.

5.6 Costo de la tubería

El costo de tubería se determina aplicando las fórmulas correspondientes para la determinación del peso de tubería, como se ha expuesto en el capítulo IV, se calcula en primer lugar el volumen de la tubería por metro lineal aplicando la fórmula correspondiente.

Multiplicando el valor del volumen de acero por metro lineal del que está compuesta la tubería por el costo por metro lineal, que incluye el costo de las planchas, transporte, montaje electromecánico y pintado; se obtiene el costo total de la tubería.

Los cálculos correspondientes para cada uno de los tramos, calculados con la ayuda de una hoja de cálculo, se pueden apreciar en la tabla 5.5.

Tabla 5.5 Cálculo del costo de la tubería de un solo tramo

Punto	Descripción	Cota (m)	Máxima Presión	Long. (m)	D (m)	e real (m)	Area (m2)	Volumen (m3)	Peso (kg)	Costo (\$)
0	Inicio	1089.07	4.85	0.00						
1	Anclaje 1	1069.22	42.55	87.45	0.900	0.0048	0.0136	1.193	9306.75	28013.32
2	Anclaje 2	1047.35	72.21	68.80	0.900	0.0048	0.0136	0.939	7321.95	22039.07
3	Anclaje 3	1027.54	105.98	78.35	0.900	0.0064	0.0182	1.428	11137.39	33523.54
4	Anclaje 4	1010.86	130.51	56.90	0.900	0.0079	0.0225	1.282	10000.50	30101.51
5	Anclaje 5	983.70	154.26	55.10	0.900	0.0079	0.0225	1.242	9684.14	29149.27
6	Anclaje 6	958.06	184.54	70.25	0.900	0.0095	0.0271	1.907	14873.63	44769.64
7	Anclaje 7	940.75	213.14	66.35	0.900	0.0111	0.0318	2.108	16442.75	49492.67
8	Anclaje 8	918.96	242.31	67.65	0.900	0.0111	0.0318	2.149	16764.91	50462.39
9	Anclaje 9	908.05	260.97	43.30	0.900	0.0138	0.0396	1.714	13366.86	40234.23
10	Anclaje 10	885.86	282.22	49.30	0.900	0.0127	0.0364	1.795	14003.07	42149.23
11	Anclaje 11	856.17	300.18	41.65	0.900	0.0143	0.0411	1.711	13343.94	40165.27
12	Anclaje 12	841.27	314.08	32.25	0.900	0.0143	0.0411	1.325	10332.35	31100.36
13	Anclaje 13	836.43	331.81	41.14	0.900	0.0143	0.0411	1.690	13180.55	39673.45
14	Fin de tubería	836.43	334.78	6.88	0.900	0.0159	0.0458	0.315	2455.15	7390.00
									162213.95	488263.97

Finalmente se ha obtenido el costo de la tubería con diámetro constante igual a 0.90 metros, y es igual a la suma de US\$ 488263.97.

5.7 Conclusiones

En este capítulo se ha realizado el análisis de la tubería con diámetro constante, que podría llamarse tradicional, habiéndose obtenido su respectivo diámetro económico, que finalmente fue aproximado al diámetro práctico de 0.90 metros. Tomando como base este diámetro se determinó las sobrepresiones y depresiones por efecto del golpe de ariete para determinar los espesores de la tubería, para finalmente hallar el costo de la tubería.

Estos resultados serán comparados con los que se efectúan en los capítulos VI y VII, donde se analizan las alternativas de tubería de dos tramos y la de N tramos. Para efectos de comparación sólo se toma el costo de la tubería, no considerándose el costo de los anclajes y apoyos, que se asume es igual para todas las alternativas.

CAPÍTULO VI

CÁLCULO DE LA TUBERÍA FORZADA CON DOS TRAMOS CON CAMBIO DE SECCIÓN

6.1 Generalidades

El diseño de la tubería de presión con dos tramos con cambio de sección, se realizará mediante las fórmulas desarrolladas en los capítulos anteriores, y con la ayuda de programas de computación, desarrollados en el lenguaje Fortran, que han de ser unas herramientas muy importantes para analizar rápidamente y en forma precisa cada una de las alternativas planteadas para obtener la solución más económica.

El diseño computarizado de la tubería forzada con un cambio de sección, es decir, con dos tramos de secciones uniformes, comprende determinar los diámetros económicos, el cálculo de las presiones por efecto del golpe de ariete a lo largo de la tubería, el cálculo de los espesores y el costo total de la tubería. Para lo cual se tiene como datos iniciales de diseño: el caudal de flujo que debe conducir la tubería, el perfil topográfico del terreno, el perfil de la tubería con sus longitudes definidas por la ubicación de los anclajes.

La velocidad del flujo dentro de la tubería está limitada entre 2 y 8 m/seg, para evitar problemas de erosión de sus paredes.

Teniendo como datos iniciales, la geometría del terreno, se ha de determinar en este capítulo, la ubicación del cambio de sección, para lo cual se evaluará diferentes posiciones a lo largo de la tubería; y sobre la base de las alternativas analizadas se elegirá la posición más eficiente, tomando en cuenta la posición de los anclajes.

El cambio de sección planteado en esta alternativa ha de realizarse donde se encuentren los puntos fijos (anclajes); y la transición de una sección a otra se efectúa mediante piezas cónicas, las cuales han de estar empotrados¹ dentro de los anclajes, cuya función es la de "anclar" la tubería forzada al terreno natural.

Posteriormente se determinará los valores de los diámetros económicos, las variaciones de presión por efecto del golpe de ariete en tuberías con cambio de sección, así como los espesores correspondientes para la tubería forzada.

6.2 Diseño computarizado de la tubería forzada con dos tramos

Se ha elaborado una serie de programas de ayuda de diseño, en lenguaje de programación Fortran y hojas de cálculo en Excel para analizar las alternativas planteadas para la elección del diámetro económico que se presentarán en cada uno de los párrafos correspondientes.

En la tabla 6.1, se muestra los tramos considerados, sus respectivas longitudes, ángulos de inclinación con respecto a la horizontal y las alturas de carga de presión sobre la tubería, en los puntos donde se ubican los anclajes. También se presentan los datos correspondientes a las longitudes de cada tramo y sus respectivos ángulos de inclinación con respecto a la horizontal.

Tabla 6.1 Características de la Tubería Forzada y alturas de presión estática

Punto	Descripción	Cota (m)	Alt. Presión (m)	Longitud (m)	Long.acum. arriba (m)	Long.acum. abajo (m)	Angulo (grados)
0	Nivel Máx. Inicio	1093.92 1089.07	0.00 4.85	0.00	0.00		
1	Anclaje 1	1069.22	24.70	87.45	87.45	765.37	12.79
2	Anclaje 2	1047.35	46.57	68.80	156.25	677.92	17.63
3	Anclaje 3	1027.54	66.38	78.35	234.60	609.12	14.39
4	Anclaje 4	1010.86	83.06	56.90	291.50	530.77	16.34
5	Anclaje 5	983.70	110.22	55.10	346.60	473.87	26.24
6	Anclaje 6	958.06	135.86	70.25	416.85	418.77	20.05
7	Anclaje 7	940.75	153.17	66.35	483.20	348.52	14.62
8	Anclaje 8	918.96	174.96	67.65	550.85	282.17	17.85
9	Anclaje 9	908.05	185.87	43.30	594.15	214.52	14.14
10	Anclaje 10	885.86	208.06	49.30	643.45	171.22	24.23
11	Anclaje 11	856.17	237.75	41.65	685.10	121.92	35.48
12	Anclaje 12	841.27	252.65	32.25	717.35	80.27	24.80
13	Anclaje 13	836.43	257.49	41.14	758.49	48.02	6.71
14	fin de tubería	836.43	257.49	6.88	765.37	6.88	0.00
						0.00	

¹ Schoklitsch, Armin. "Construcciones Hidráulicas", T II, página 282.

En la tabla 6.1 tenemos los datos necesarios para determinar la posición más conveniente para el cambio de sección en la tubería, el cual dependerá de los diámetros económicos y principalmente de las pérdidas de carga que se producen en la tubería.

En la figura (6.1) se observa el perfil de la tubería, con los puntos fijos (anclajes) que la definen; y que conjuntamente con los valores de las cargas de presión estáticas mostradas en la tabla 6.1, nos permitirán evaluar los diámetros económicos mediante las fórmulas expuestas en el capítulo IV.

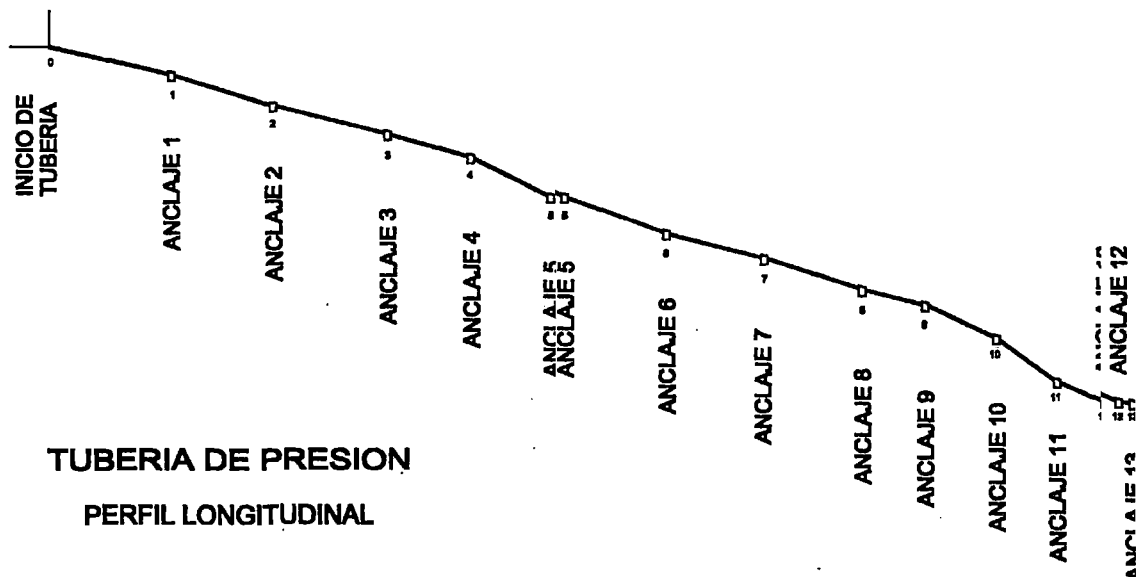


Fig. 6.1 Perfil de la tubería forzada.

Teniendo definido la ubicación de los anclajes y habiéndose establecido 14 tramos de tubería, se plantean 13 alternativas de ubicación del cambio de sección, tal como se puede apreciar en la figura (6.2). Cada alternativa tiene sus respectivas longitudes L_1 y L_2 , sus alturas de presión estáticas (que consideran las sobrepresiones por efecto del golpe de ariete) y por lo tanto tendrán sus respectivos diámetros económicos D_1 y D_2 .

Posteriormente se evaluará cuál de las alternativas planteadas es la más eficiente, para finalmente determinar sus espesores y asimismo comparar los costos de cada una de estas alternativas.

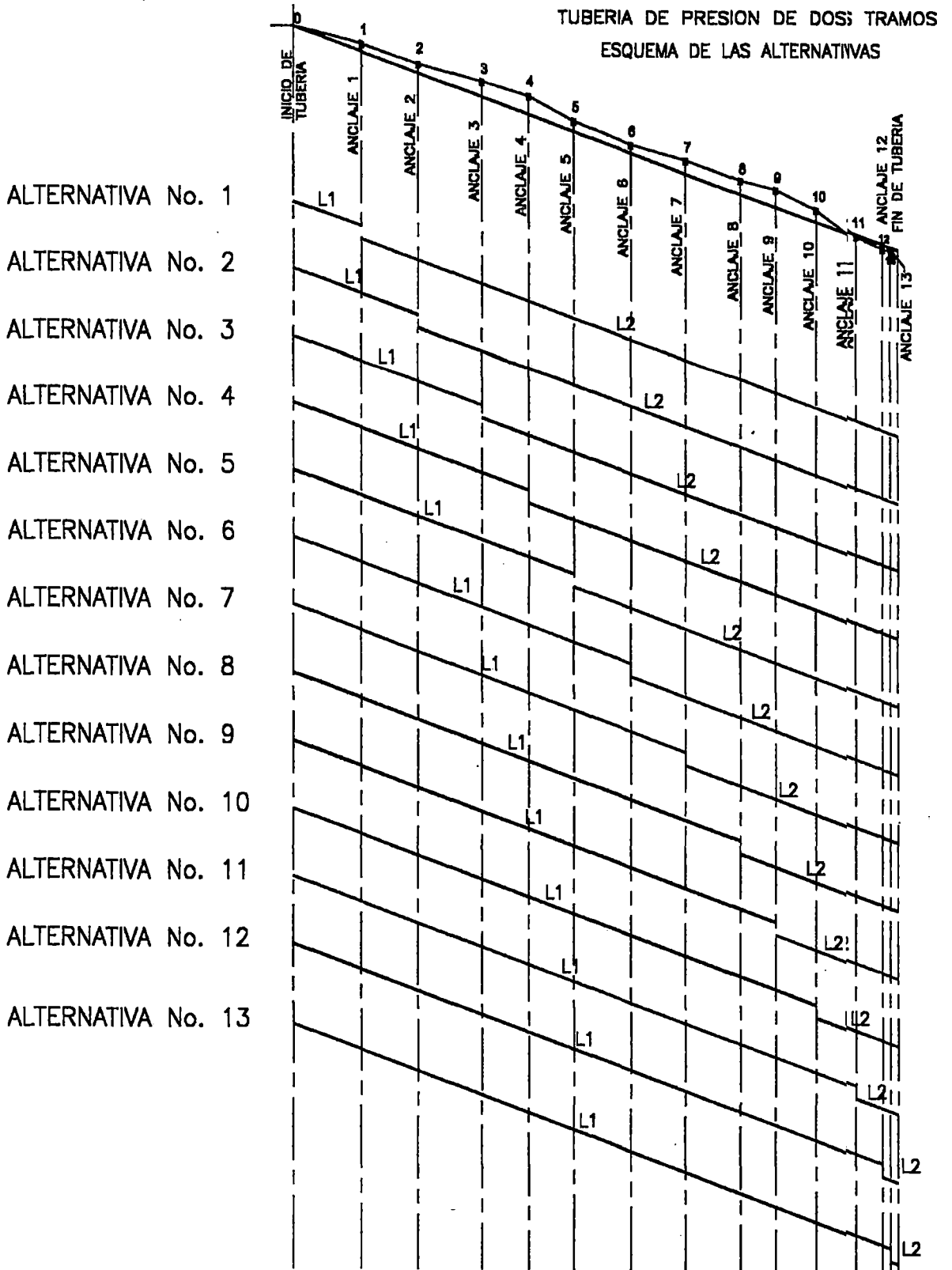


Fig. 6.2 Esquema de las alternativas de la tubería de dos tramos

6.3 Diámetros económicos

Los diámetros económicos serán determinados mediante la utilización de las fórmulas obtenidas en el capítulo IV, y que son las siguientes:

$$D_1 = \frac{D}{L^{1/5} H_1^{1/7}} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} \right]^{1/5} \quad (4.65)$$

$$D_2 = \frac{D}{L^{1/5} H_2^{1/7}} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} \right]^{1/5} \quad (4.66)$$

donde:

D : Diámetro económico de la tubería de sección constante.

L : Longitud de la tubería de sección constante.

D₁ : Diámetro económico del tramo 1 (superior junto a la cámara de carga).

L₁ : Longitud del tramo de tubería 1 (superior, junto a la cámara de carga).

D₂ : Diámetro económico del tramo de tubería 2 (inferior, junto a la válvula).

L₂ : Longitud del tramo de tubería 2 (inferior, junto a la válvula).

H₁ : Altura de presión estática en la parte inferior del tramo 1 de la tubería.

H₂ : Altura de presión estática en la parte inferior del tramo 2 de la tubería.

En la tabla 6.2 se observan las alturas de presión estáticas sobre los puntos considerados para un cambio de sección, en este caso como se mencionó líneas arriba, en la ubicación de los anclajes.

Tabla 6.2 Alturas de presión estática sobre los anclajes.

Alter-nativa	Cambio de sección	Cota (m)	Alt. Presión (m)	H ₁ (m)	H ₂ (m)	L ₁ (m)	L ₂ (m)
1	Anclaje 1	1069.22	24.70	24.70	257.49	87.45	677.92
2	Anclaje 2	1047.35	46.57	46.57	257.49	156.25	609.12
3	Anclaje 3	1027.54	66.38	66.38	257.49	234.60	530.77
4	Anclaje 4	1010.86	83.06	83.06	257.49	291.50	473.87
5	Anclaje 5	983.70	110.22	110.22	257.49	346.60	418.77
6	Anclaje 6	958.06	135.86	135.86	257.49	416.85	348.52
7	Anclaje 7	940.75	153.17	153.17	257.49	483.20	282.17
8	Anclaje 8	918.96	174.96	174.96	257.49	550.85	214.52
9	Anclaje 9	908.05	185.87	185.87	257.49	594.15	171.22
10	Anclaje 10	885.86	208.06	208.06	257.49	643.45	121.92
11	Anclaje 11	856.17	237.75	237.75	257.49	685.10	80.27
12	Anclaje 12	841.27	252.65	252.65	257.49	717.35	48.02
13	Anclaje 13	836.43	257.49	257.49	257.49	758.49	6.88

Con los datos de la tabla 6.2 podemos calcular los valores de los diámetros económicos para cada tramo de la tubería, tomando en cuenta también los siguientes datos para la tubería:

L	D	Q	F
765.37	0.843	1.3	0.019

Calculemos los diámetros económicos, por ejemplo para la ubicación del cambio de sección en el anclaje 5. Entonces tendremos los siguientes valores:

$$L_1 = 346.60 \text{ m.}$$

$$L_2 = 418.77 \text{ m.}$$

$$H_1 = 110.22 \text{ m.}$$

$$H_2 = 257.49 \text{ m.}$$

$$L = 765.37 \text{ m.}$$

Reemplazando los valores en las fórmulas (4.65) y (4.66), hallaremos los diámetros económicos D_1 y D_2 :

Diámetro D_1 :

$$D_1 = \frac{0.843}{765.37^{1/5} \times 110.22^{1/7}} \left[418.77 \times 257.49^{5/7} + 346.60 \times 110.22^{5/7} \right]^{1/5}$$

$$\boxed{D_1 = 0.909 \text{ m.}}$$

Diámetro D_2 :

$$D_2 = \frac{0.843}{765.37^{1/5} \times 257.49^{1/7}} \left[418.77 \times 257.49^{5/7} + 346.60 \times 110.22^{5/7} \right]^{1/5}$$

$$\boxed{D_2 = 0.805 \text{ m.}}$$

De la misma forma se calculan los demás diámetros económicos para cada una de las alternativas propuestas, cuyos resultados se muestran en la tabla 6.3.

Tabla 6.3 Alternativas de ubicación del cambio de sección y diámetros económicos de la tubería forzada

Alter-nativa	Cambio de sección	Altura de Presión (m)	H ₁ (m)	H ₂ (m)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	D ₁ (m)	D ₂ (m)	D ₁ asignado (m)	D ₂ asignado (m)
1	anclaje 1	24.70	24.70	257.49	87.45	677.92	1.156	0.827	1.100	0.800
2	anclaje 2	46.57	46.57	257.49	156.25	609.12	1.043	0.817	1.000	0.800
3	anclaje 3	66.38	66.38	257.49	234.60	530.77	0.981	0.808	1.000	0.800
4	anclaje 4	83.06	83.06	257.49	291.50	473.87	0.945	0.804	1.000	0.800
5	anclaje 5	110.22	110.22	257.49	346.60	418.77	0.909	0.805	0.900	0.800
6	anclaje 6	135.86	135.86	257.49	416.85	348.52	0.893	0.806	0.900	0.800
7	anclaje 7	153.17	153.17	257.49	483.20	282.17	0.869	0.807	0.900	0.800
8	anclaje 8	174.96	174.96	257.49	550.85	214.52	0.858	0.811	0.900	0.800
9	anclaje 9	185.87	185.87	257.49	594.15	171.22	0.853	0.814	0.900	0.800
10	anclaje 10	208.06	208.06	257.49	643.45	121.92	0.847	0.822	0.900	0.800
11	anclaje 11	237.75	237.75	257.49	685.10	80.27	0.844	0.834	0.900	0.800
12	anclaje 12	252.65	252.65	257.49	717.35	48.02	0.843	0.841	0.900	0.800
13	anclaje 13	257.49	257.49	257.49	758.49	6.88	0.843	0.843	0.800	0.800

6.4 Elección de la relación L₁/L más económica

El criterio para la elección de la ubicación del cambio de sección, es el de elegir una de las alternativas planteadas en la tabla 6.3, tomando en consideración que las velocidades deben estar comprendidas entre 2 y 8 m/seg.

Se puede observar un esquema de las alternativas planteadas en la figura (6.2), y sobre esta base se determinaron los valores consignados en la tabla 6.3.

Siguiendo este criterio confeccionamos la tabla 6.4, donde se muestran las velocidades y las pérdidas de carga por rozamiento halladas por la fórmula de Darcy, para cada una de las alternativas planteadas.

Asimismo en la tabla 6.4, se puede observar en la columna de verificación que las primeras cuatro alternativas no cumplen con la condición de la velocidad, que debe estar comprendida entre 2 y 8 m/seg, por lo que son descartadas para la ubicación del cambio de sección.

También se observa que las otras alternativas cumplen con la condición de la velocidad (son mayores a 2 m/seg). Siendo los diámetros prácticos asignados a los tramos iguales a D₁ = 0.90 m y D₂ = 0.80 m, elegimos la alternativa que más se aproxima a dichos diámetros prácticos o "comerciales" (ver tabla 6.3).

Tabla 6.4 Asignación de los diámetros comerciales y verificación de velocidades en los tramos de la tubería forzada

Punto	Descripción	H ₁ (m)	H ₂ (m)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	D ₁ (m)	D ₂ (m)	V ₁ m/seg	V ₂ m/seg	H _f (m)	ver
1	anclaje 1	24.70	257.49	87.45	677.92	1.100	0.800	1.368	2.586	5.633	X
2	anclaje 2	46.57	257.49	156.25	609.12	1.000	0.800	1.655	2.586	5.346	X
3	anclaje 3	66.38	257.49	234.60	530.77	1.000	0.800	1.655	2.586	4.920	X
4	anclaje 4	83.06	257.49	291.50	473.87	1.000	0.800	1.655	2.586	4.610	X
5	anclaje 5	110.22	257.49	346.60	418.77	0.900	0.800	2.043	2.586	4.948	OK
6	anclaje 6	135.86	257.49	416.85	348.52	0.900	0.800	2.043	2.586	4.695	
7	anclaje 7	153.17	257.49	483.20	282.17	0.900	0.800	2.043	2.586	4.456	
8	anclaje 8	174.96	257.49	550.85	214.52	0.900	0.800	2.043	2.586	4.212	
9	anclaje 9	185.87	257.49	594.15	171.22	0.900	0.800	2.043	2.586	4.056	
10	anclaje 10	208.06	257.49	643.45	121.92	0.900	0.800	2.043	2.586	3.878	
11	anclaje 11	237.75	257.49	685.10	80.27	0.900	0.800	2.043	2.586	3.728	
12	anclaje 12	252.65	257.49	717.35	48.02	0.900	0.800	2.043	2.586	3.612	
13	anclaje 13	257.49	257.49	758.49	6.88	0.800	0.800	2.586	2.586	6.197	

Las alternativas 5 y 6 tienen características casi similares, y sólo un análisis final nos determinará cuál de estas dos alternativas es la más económica.

Para efectos del cálculo, tomamos como la alternativa elegida la número 6, con los siguientes datos:

$$L_1 = 416.85 \text{ m.} \quad D_1 = 0.90 \text{ m.}$$

$$L_2 = 348.52 \text{ m.} \quad D_2 = 0.80 \text{ m.}$$

$$H_1 = 135.86 \text{ m.}$$

$$H_2 = 257.49 \text{ m.}$$

$$L = 765.37 \text{ m.}$$

Se puede notar que esta ubicación está muy pegada al punto medio de la tubería, y además fue elegida por tener el tramo 1 (de mayor diámetro), una mayor longitud comparada con el tramo 2 (inferior, junto a la válvula).

Posteriormente con la determinación de los espesores de cada tramo se evaluará el costo de la tubería, para luego ser comparada con la alternativa de tubería de un solo tramo y la de "N" tramos.

Debe notarse que la elección de la ubicación del cambio de sección, que define a la tubería de dos tramos, fue realizada de una forma aproximada, por lo que debe ser analizada en forma precisa para hallar las sobrepresiones por efecto del

golpe de ariete. Después de ello se determinarán los espesores finales de la tubería, con lo cual podremos finalmente hallar el costo de la alternativa elegida en éste capítulo.

6.5 Cálculo de las presiones por efecto del golpe de ariete

Para calcular las presiones por efecto del golpe de ariete se empezará por calcular la velocidad de propagación de la onda de presión a . La velocidad de las ondas de presión en una tubería forzada con paredes delgadas está dada por la fórmula (2.56):

$$a = \sqrt{\frac{1}{\frac{\gamma}{g} \left(\frac{1}{K} + \frac{Dc}{Ee} \right)}} \quad (2.56)$$

Donde:

- a : Aceleración de la onda de presión.
- γ : Peso específico del agua.
- E : Módulo de elasticidad del material de la tubería.
- e : Espesor de las paredes de la tubería.
- D : Diámetro interior de la tubería.
- g : Aceleración de la gravedad.
- K : Módulo de elasticidad volumétrica del agua (kg/m^2)
- μ : Módulo de Poisson.
- c : Constante que depende del material de la tubería y de su libertad de movimiento en la dirección longitudinal, en nuestro caso por ser una tubería con juntas de expansión entre anclajes. $c = 1 - \frac{\mu}{2}$

Para una tubería de acero comercial:

$$\mu = 0.25$$

Entonces:

$$c = 1 - \frac{0.25}{2} = 0.875$$

$$c = 0.875$$

El espesor de la tubería puede ser hallado por la fórmula

$$e = k_1 \frac{\gamma D H}{2 \sigma} + e_0 \quad (4.5)$$

donde:

e : Espesor de la tubería en m.

D : Diámetro interior en m.

σ : Esfuerzo de tracción del acero en kg/m^2 .

$$\sigma = 1500 \text{ kg/cm}^2 = 1.5 \times 10^7 \text{ kg/m}^2$$

γ : Peso específico del agua en kg/m^3 .

e_0 : Espesor adicional por corrosión en m, entre 2-5 mm.

γ_c : Peso específico del acero en kg/m^3 .

D : Diámetro interior en m.

k_1 : Factor de eficiencia de la soldadura.

H : Altura de presión estática en metros

Para una temperatura de 25°C , el módulo de elasticidad volumétrica del agua es igual:

$$K = 22.8 \times 10^7 \text{ kg/m}^2.$$

El módulo de elasticidad del acero comercial es igual a:

$$E = 2.1 \times 10^{10} \text{ kg/m}^2.$$

Reemplazando valores en la fórmula del espesor:

Para la tubería de diámetro $D_1 = 0.90 \text{ m}$

$$H_1 = 135.86 \text{ m} \times 1.3 = 176.62 \text{ m.}$$

$$e_1 = \frac{1000 \times 0.9 \times 176.62}{2 \times 1.5 \times 10^7} + 0.002 = 0.0073 \text{ m}$$

$$e_1 = 0.0073 \text{ m.}$$

Según la tabla 6.5, el espesor práctico asignado será:

$$e_1 = 0.00794 \text{ m.}$$

Finalmente hallamos la velocidad de la onda de presión:

$$a_1 = \sqrt{\frac{1}{\frac{1000}{9.81} \left(\frac{1}{22.8 \times 10^7} + \frac{0.8 \times 0.875}{2.1 \times 10^{10} \times 0.00794} \right)}} = 1069.02 \text{ m/seg.}$$

$$a_1 = 1069.02 \text{ m/seg.}$$

Para la tubería de diámetro $D_2 = 0.80 \text{ m}$

$$H_2 = 257.49 \times 1.3 = 334.74 \text{ m.}$$

$$e = \frac{1000 \times 0.8 \times 334.74}{2 \times 1.5 \times 10^7} + 0.002 = 0.01192 \text{ m}$$

$$e_2 = 0.0119 \text{ m.}$$

Según la tabla 6.5, el espesor práctico asignado será:

$$e_2 = 0.0127 \text{ m.}$$

Finalmente hallamos la velocidad de la onda de presión:

$$a_2 = \sqrt{\frac{1}{\frac{1000}{9.81} \left(\frac{1}{22.8 \times 10^7} + \frac{0.8 \times 0.875}{2.1 \times 10^{10} \times 0.0127} \right)}} = 1182.92 \text{ m/seg.}$$

$$a_2 = 1182.92 \text{ m/seg.}$$

Tabla 6.5 Equivalencia de diámetros comerciales

Espesor	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	5/8"	11/16"	3/4"	7/8"	1"
(cm)	0.635	0.794	0.952	1.111	1.27	1.587	1.746	1.905	2.222	2.54

Seguidamente procedemos con los datos de la tabla anterior a calcular las sobrepresiones por efecto del golpe de ariete en la tubería.

Se determinará las presiones por efecto del golpe de ariete en la tubería por el método de las características, expuesto en el capítulo IV. Posteriormente se hará una comparación de los resultados obtenidos para diferentes tiempos de cierre de

la válvula de control de flujo, con la finalidad de obtener las presiones máximas y mínimas en cada tramo de tubería.

6.5.1 Método de las características

Se aplica el método de las características para la determinación de las sobrepresiones por consecuencia del golpe de ariete, expuesto en los capítulos 3.4.y 3.5.

Siendo éste método el que mejor define las características del golpe de ariete y con el cuál se logran resultados más exactos, ha sido empleado en el cálculo de las sobrepresiones y depresiones que ocurren en la tubería de dos tramos, mediante los programas desarrollados para los casos de cierre lineal y no lineal, en lenguaje de programación Fortran.

Caso de tubería de dos tramos para cierre lineal

El caso de la tubería de dos tramos para un cierre lineal es analizado mediante el programa MCNT1.FOR que nos permite calcular las sobrepresiones y velocidades del flujo para diferentes secciones de la tubería; siendo analizados dichos parámetros para diferentes tiempos que se inician desde un tiempo cero, es decir cuando el flujo discurre en condiciones normales, sin perturbaciones, hasta un tiempo de 20 segundos, y que nos permite observar lo que ocurre en la tubería ante un cierre de la válvula de control de flujo.

Se debe señalar que el golpe de ariete ha sido analizado para diferentes tiempos de cierre lineal $TC = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ y 7 segundos.

A continuación se ofrece el listado del programa para el análisis del golpe de ariete en tuberías con cambios de sección constante para ambas condiciones de cierre, es decir, lineal y no lineal. Este programa está desarrollado en forma general por lo que también se empleará en el análisis de la tubería de N tramos, para los casos de cierre lineal y no lineal, basado en el algoritmo de Streeter².

```
C   PROGRAMA MCNT1.FOR
C   METODO GENERAL DE LAS CARACTERISTICAS
C   VELOCIDAD Y VARIACIONES DE PRESION EN TUBERIA DE N TRAMOS
C   CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL
```

² STREETER, Víctor. "Hydraulic transients", New York, 1967.

```

DIMENSION D(20),F(20),HES(20),V0(20),A(20),NP(20),Q0(20)
DIMENSION SALF(20),GA(20),AREA(20),HPMIN(20,10),HPMAX(20,10)
DIMENSION VI(20,10),HI(20,10),HF(20,10),VF(20,10),QF(20,10)
DIMENSION HPT(20,10),HPP(20,10),TMIN(20,10),TMAX(20,10)
REAL L(20),DL(20),KU(20),KV,EPF,LAC,NPX,M,CC,LONG,L1(20,10)
INTEGER R
OPEN(5,FILE='MCNT1-D7.FOR',STATUS='OLD')
OPEN(6,FILE='MCNT1-R7.FOR',STATUS='NEW')
READ(5,*) HRES,HTI,N,NT,AV,KV,TDA,TCV
WRITE(6,*) 'PROGRAMA MCNT1.FOR'
WRITE(6,*) 'TUBERIA DE 2 TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES'
WRITE(6,*) 'CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL'
WRITE(6,*)
WRITE(6,188) HRES
188 FORMAT(6x,'COTA EN CAMARA DE CARGA',6x,'=',F10.3,' m')
WRITE(6,189) HTI
189 FORMAT(6x,'COTA EN LA VALVULA',11x,'=',F10.3,' m')
WRITE(6,185) TCV
185 FORMAT(6x,'TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA',2x,'=',F10.3,' seg')
WRITE(6,186) TDA
186 FORMAT(6x,'TIEMPO DE ANALISIS',11x,'=',F10.3,' seg')
WRITE(6,187) N
187 FORMAT(6x,'NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS',1x,'=',I6)
WRITE(6,194) NT
194 FORMAT(6x,'NUMERO DE TUBERIAS',1x,'=',I6)
11 FORMAT('OPCION NO VALIDA, INGRESE CC = 1 o 2')
WRITE(6,*)
DO 20 I=1,NT
READ(5,*) L(I),D(I),F(I),KU(I),HES(I),A(I)
WRITE(6,195) I
195 FORMAT(9x,'TUBERIA',5x,'=',I4)
WRITE(6,181) L(I)
181 FORMAT(6x,'LONGITUD',21x,'=',F10.3,' m')
WRITE(6,182) D(I)
182 FORMAT(6x,'DIAMETRO',21x,'=',F10.3,' m')
WRITE(6,183) F(I)
183 FORMAT(6x,'COEFICIENTE DE FRICCION',6x,'=',F10.3)
WRITE(6,184) A(I)
184 FORMAT(6x,'ACELERACION DE ONDA',10x,'=',F10.3,' m/seg')
WRITE(6,196) HES(I)
196 FORMAT(6x,'COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.',3x,'=',F10.3,' m')
WRITE(6,*)
20 CONTINUE
READ(5,*) CC
C CONDICIONES EN LA VARIACION DE LA VALVULA DE CONTROL
WRITE(6,*) 'CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA : '
IF(CC.NE.1.AND.CC.NE.2) GOTO 300
IF(CC-1) 42,50,42
50 WRITE(6,*) 'Variación lineal de la velocidad de cierre'
WRITE(6,*)
GOTO 45
42 IF(CC-2) 300,43,300
C INGRESA EL VALOR DEL EXPONENTE DE VARIACION M
43 READ(5,*) M
WRITE(6,*)
WRITE(6,*) 'Cierre no lineal de la válvula'
WRITE(6,*)
45 G=9.81
PI=ATAN(1)*4
DO 22 I=1,NT-1
SALF(I)=(HES(I)-HES(I+1))/L(I)
22 CONTINUE
SALF(NT)=(HES(NT)-HTI)/L(NT)
SF=0.
SS=0.
LONG=0
C ANALISIS DEL FLUJO INICIAL (UNIFORME)

```

```

C      cálculo de pérdidas por fricción y áreas de tubería.
      DO 26 I=1,NT
      SF=SF+F(I)*L(I)/D(I)**5
      SS=SS+KU(I)/D(I)**4
      AREA(I)=PI*D(I)**2/4.
26     CONTINUE
c      Cálculo de la velocidad en cada tubería
      V0(1)=SQRT(2*G*(HRES-HTI)/(D(1)**4*(SF+SS+KV/D(NT)**4+
      $ PI**2/(16*AV**2))))
      DO 32 I=2,NT
      V0(I)=AREA(1)*V0(1)/AREA(I)
32     CONTINUE
      HIX=HRES
C      Cálculo del intervalo de tiempo de análisis y del
C      número de divisiones de cada tubería
      DT=L(1)/(N*(V0(1)+A(1)))
      R=1
      NMAX=N+1
      NP(1)=N
      DO 36 I=2,NT
      DTR=L(I)/(N*(V0(I)+A(I)))
      IF(DTR.GE.DT) GOTO 36
      DT=DTR
      R=I
      NP(R)=N
36     CONTINUE
      DO 40 I=1,NT
      GA(I)=G/A(I)
      IF(I.EQ.R) GOTO 40
      NPX=L(I)/(DT*(V0(I)+A(I)))
      NP(I)=INT(NPX)
      IF((NPX-NP(I)).GT.0.999) NP(I)=NP(I)+1
      IF(NP(I).GT.NMAX-1) NMAX=NP(I)+1
40     CONTINUE
c      Cálculo de la altura piezométrica y velocidad en cada
c      sección de las tuberías
      WRITE(6,120)
120    FORMAT(15x,'ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA')
      DO 44 I=1,NT
      DL(I)=L(I)/NP(I)
      Q0(I)=V0(I)*AREA(I)
      WRITE(6,*)
      WRITE(6,103) I
      WRITE(6,7) V0(I),Q0(I)
7      FORMAT(/,6x,'VELOCIDAD V0= ',F6.3,' m/seg',
      $      /,6x,'CAUDAL Q0= ',F6.3,' m3/seg')
      WRITE(6,*)
      WRITE(6,105)
105    FORMAT(10x,'LONGITUD',5x,'LONG.ACUM',5x,'CAUDAL',5x,
      $      'ALT.PIEZOM',2x,'ALT.PRES.EST. ')
      WRITE(6,106)
106    FORMAT(12x,'(m)',11x,'(m)',8x,'(m3/s)',9x,'(m)',10x,'(m)')
      WRITE(6,*)
      EPF=F(I)*DL(I)*V0(I)**2/(2*G*D(I))
      DO 46 J=1,NP(I)+1
      LAC=(J-1)*DL(I)
      VI(I,J)=V0(I)
      Q0(I)=V0(I)*AREA(I)
      IF(J.EQ.1) HIX=HIX-(1+KU(I))*V0(I)**2/(2*G)
      IF(J.EQ.1.AND.I.GT.1) HIX=HIX+V0(I-1)**2/(2*G)
      IF(J.GT.1) HIX=HIX-EPF
      HI(I,J)=HIX
      HPP(I,J)=HI(I,J)+LAC*SALF(I)-HES(I)
      HPMAX(I,J)=HPP(I,J)
      HPMIN(I,J)=HPP(I,J)
      IF(J-1) 47,48,47
48     LONG=LONG
    
```

```

        GOTO 49
    47 LONG=LONG+DL(I)
    49 WRITE(6,16) J,LAC, LONG, Q0(I), HI(I,J), HPP(I,J)
    16 FORMAT(3x, I2, F12.2, 2F13.3, 2F13.2)
    46 CONTINUE
    44 CONTINUE
        WRITE(6,*)
        WRITE(6,125)
    125 FORMAT(19x, 'ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE')
    C   CALCULO DE LA PRESION Y VELOCIDAD POR GOLPE DE ARIETE
        T=DT
        tn=1
    96 IF(T.GT.TDA) GOTO 99
    C   CONDICIONES DE BORDE : RESERVORIO
        CIZ=DT*(VI(1,1)-VI(1,2))/DL(1)
        VRI=(VI(1,1)-A(1)*CIZ)/(1-CIZ)
        HRI=HI(1,1)+DT*(HI(1,1)-HI(1,2))*(VRI-A(1))/DL(1)
        EVS=VRI-GA(1)*HRI+GA(1)*VRI*DT*SALF(1)-F(1)*VRI*ABS(VRI)*DT/(2*D(1))
        IF(VF(1,2).LT.0) KU(1)=-KU(1)
        VF(1,1)=G*(SQRT(1+2*GA(1)*(1+KU(1))*(GA(1)*HRES+EVS)/G)-
        $1)/GA(1)*(1+KU(1)))
        HF(1,1)=(VF(1,1)-EVS)/GA(1)
    C   CALCULO DE PUNTOS INTERIORES DE LA TUBERIA
        DO 62 I=1,NT
        DO 64 J=2,NP(I)
            CDE=DT*(VI(I,J)-VI(I,J-1))/DL(I)
            VRD=(VI(I,J)-A(I)*CDE)/(1+CDE)
            HRD=HI(I,J)-DT*(HI(I,J)-HI(I,J-1))*(VRD+A(I))/DL(I)
            CIZ=DT*(VI(I,J)-VI(I,J+1))/DL(I)
            VRI=(VI(I,J)-A(I)*CIZ)/(1-CIZ)
            HRI=HI(I,J)+DT*(HI(I,J)-HI(I,J+1))*(VRI-A(I))/DL(I)
            EVA=VRD+GA(I)*HRD-GA(I)*VRD*SALF(I)*DT-F(I)*VRD*ABS(VRD)*DT/(2*D(I))
            EVP=VRI-GA(I)*HRI+GA(I)*VRI*SALF(I)*DT-F(I)*VRI*ABS(VRI)*DT/(2*D(I))
            VF(I,J)=(EVA+EVP)/2.
            HF(I,J)=(EVA-EVP)/(2*GA(I))
        64 CONTINUE
    62 CONTINUE
    C   UNION ENTRE DOS TUBERIAS DE DIAMETROS DIFERENTES
        DO 66 I=1,NT-1
            CDE=DT*(VI(I,NP(I)+1)-VI(I,NP(I)))/DL(I)
            VRD=(VI(I,NP(I)+1)-A(I)*CDE)/(1+CDE)
            HRD=HI(I,NP(I)+1)-DT*(HI(I,NP(I)+1)-HI(I,NP(I)))*(VRD+A(I))/DL(I)
            CIZ=DT*(VI(I+1,1)-VI(I+1,2))/DL(I+1)
            VRI=(VI(I+1,1)-A(I+1)*CIZ)/(1-CIZ)
            HRI=HI(I+1,1)+DT*(HI(I+1,1)-HI(I+1,2))*(VRI-A(I+1))/DL(I+1)
            EVA=VRD+GA(I)*HRD-GA(I)*VRD*SALF(I)*DT-F(I)*VRD*ABS(VRD)*DT/(2*D(I))
            EVP=VRI-GA(I+1)*HRI+GA(I+1)*VRI*SALF(I+1)*DT-F(I+1)*VRI*ABS
            $ (VRI)*DT/(2*D(I+1))
            DEN=AREA(I)*GA(I)+AREA(I+1)*GA(I+1)
            HF(I,NP(I)+1)=(AREA(I)*EVA-AREA(I+1)*EVP)/DEN
    C   Igualdad de valores en la unión de las dos tuberías adyacentes
            HF(I+1,1)=HF(I,NP(I)+1)
            VF(I,NP(I)+1)=EVA-GA(I)*HF(I,NP(I)+1)
            VF(I+1,1)=EVP+GA(I+1)*HF(I+1,1)
        66 CONTINUE
    C   CONDICIONES DE BORDE: VALVULA
        CDE=DT*(VI(NT,NP(NT)+1)-VI(NT,NP(NT)))/DL(NT)
        VRD=(VI(NT,NP(NT)+1)-A(NT)*CDE)/(1+CDE)
        HRD=HI(NT,NP(NT)+1)-DT*(HI(NT,NP(NT)+1)-HI(NT,NP(NT)))*(VRD+
        $ A(NT))/DL(NT)
        EVI=VRD+GA(NT)*HRD-GA(NT)*VRD*SALF(NT)*DT-F(NT)*VRD*ABS(VRD)*
        $ DT/(2*D(NT))
        IF(CC-1) 70,68,70
    68 IF(T-TCV) 69,69,67
    69 VF(NT,NP(NT)+1)=V0(NT)*(1-T/TCV)
        GOTO 57
    67 VF(NT,NP(NT)+1)=0.
    
```

```

70 IF(CC-2) 57,58,57
58 IF(T-TCV) 55,55,56
55 RA=(1-T/TCV)**M
GOTO 59
56 RA=0.
59 RL=V0 (NT)**2*RA**2/(GA(NT)*HPP(NT,NP(NT)+1))
VF(NT,NP(NT)+1)=(SQRT(RL**2-4*RL*(GA(NT)*HTI-EVI))-RL)/2.
57 HF(NT,NP(NT)+1)=(EVI-VF(NT,NP(NT)+1))/GA(NT)
C IMPRESION DE RESULTADOS PARA CADA INTERVALO DE TIEMPO
jj=int(tn+6)
if(jj.ne.jj/7*7) goto 777
WRITE(6,*)
WRITE(6,5) T
5 FORMAT(6x,' TIEMPO T= ',F6.3,' seg')
DO 74 I=1,NT
WRITE(6,*)
WRITE(6,103) I
WRITE(6,*)
DO 76 J=1,NP(I)+1
LAC=(J-1)*DL(I)
L1(I,J)=LAC
IF(I.GT.1) L1(I,J)=L1(I-1,N+1)+LAC
QF(I,J)=VF(I,J)*AREA(I)
HPT(I,J)=HF(I,J)+LAC*SALF(I)-HES(I)
IF(HPT(I,J).GE.HPMIN(I,J)) GOTO 71
HPMIN(I,J)=HPT(I,J)
TMIN(I,J)=T
71 IF(HPT(I,J).LE.HPMAX(I,J)) GOTO 73
HPMAX(I,J)=HPT(I,J)
TMAX(I,J)=T
73 HI(I,J)=HF(I,J)
VI(I,J)=VF(I,J)
76 CONTINUE
WRITE(6,162) (L1(I,J),J=1,N+1)
162 FORMAT(2x,'L (m)',11F9.2)
WRITE(6,164) (VF(I,J),J=1,N+1)
164 FORMAT(2x,'V (m/seg)',11F9.3)
WRITE(6,166) (QF(I,J),J=1,N+1)
166 FORMAT(2x,'Q (m3/seg)',11F9.3)
WRITE(6,168) (HF(I,J),J=1,N+1)
168 FORMAT(2x,'HP (m)',11F9.2)
WRITE(6,172) (HPT(I,J),J=1,N+1)
172 FORMAT(2x,'HPE (m)',11F9.2)
74 CONTINUE
777 T=T+DT
tn=tn+1
GOTO 96
C IMPRESION DE LAS PRESIONES MAXIMAS Y MININAS EN LA TUBERIA
99 WRITE(6,*)
WRITE(6,115)
115 FORMAT(14x,'ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS')
WRITE(6,116)
116 FORMAT(14x,' POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE')
WRITE(6,*)
DO 82 I=1,NT
WRITE(6,103) I
103 FORMAT(6x,' NUMERO DE TUBERIA = ',I3)
WRITE(6,*)
WRITE(6,118)
118 FORMAT(8x,'LONGITUD',6x,'TIEMPO',3x,'PRESION MAX !!
% TIEMPO',5x,'PRES. MIN. ')
WRITE(6,119)
119 FORMAT(11x,'(m)',9x,'(seg)',8x,'(m)',6x,'!!!',4x,'(seg)',9x,'(m)')
WRITE(6,*)
DO 84 J=1,NP(I)+1
LAC=(J-1)*DL(I)
WRITE(6,17) J,LAC,TMAX(I,J),HPMAX(I,J),TMIN(I,J),HPMIN(I,J)

```

```

17  FORMAT(2x,I2,F12.2,2F12.3,5x,'!!!',F9.3,F13.3)
84  CONTINUE
82  CONTINUE
    GOTO 400
300 WRITE(6,11)
400  STOP
    END
    
```

Con la aplicación del programa presentado en este capítulo, se obtienen los resultados para el caso de la tubería de dos tramos con diámetros constantes, tal como se observa en el listado N° 3 (ver anexo correspondiente), en el cuál se presentan dichos resultados en forma parcial por ser demasiado extenso, para los tiempos más representativos.

A continuación en las páginas siguientes se presentan los gráficos 6.1a, 6.2a, 6.3a, 6.4a, 6.5a, 6.6a y 6.7a, que corresponden a las presiones máximas, presiones estáticas y presiones mínimas a lo largo de la tubería para tiempos de cierre lineal de la válvula de control iguales a TC = 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 segundos.

Asimismo se presentan los gráficos 6.1b, 6.2b, 6.3b, 6.4b, 6.5b, 6.6b y 6.7b, que corresponden a las presiones máximas en la válvula de control, en el centro y en la parte superior de la tubería, desde un tiempo cero hasta los 20 segundos. Estas presiones son calculadas para tiempos de cierre lineal de la válvula de control iguales a 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 segundos.

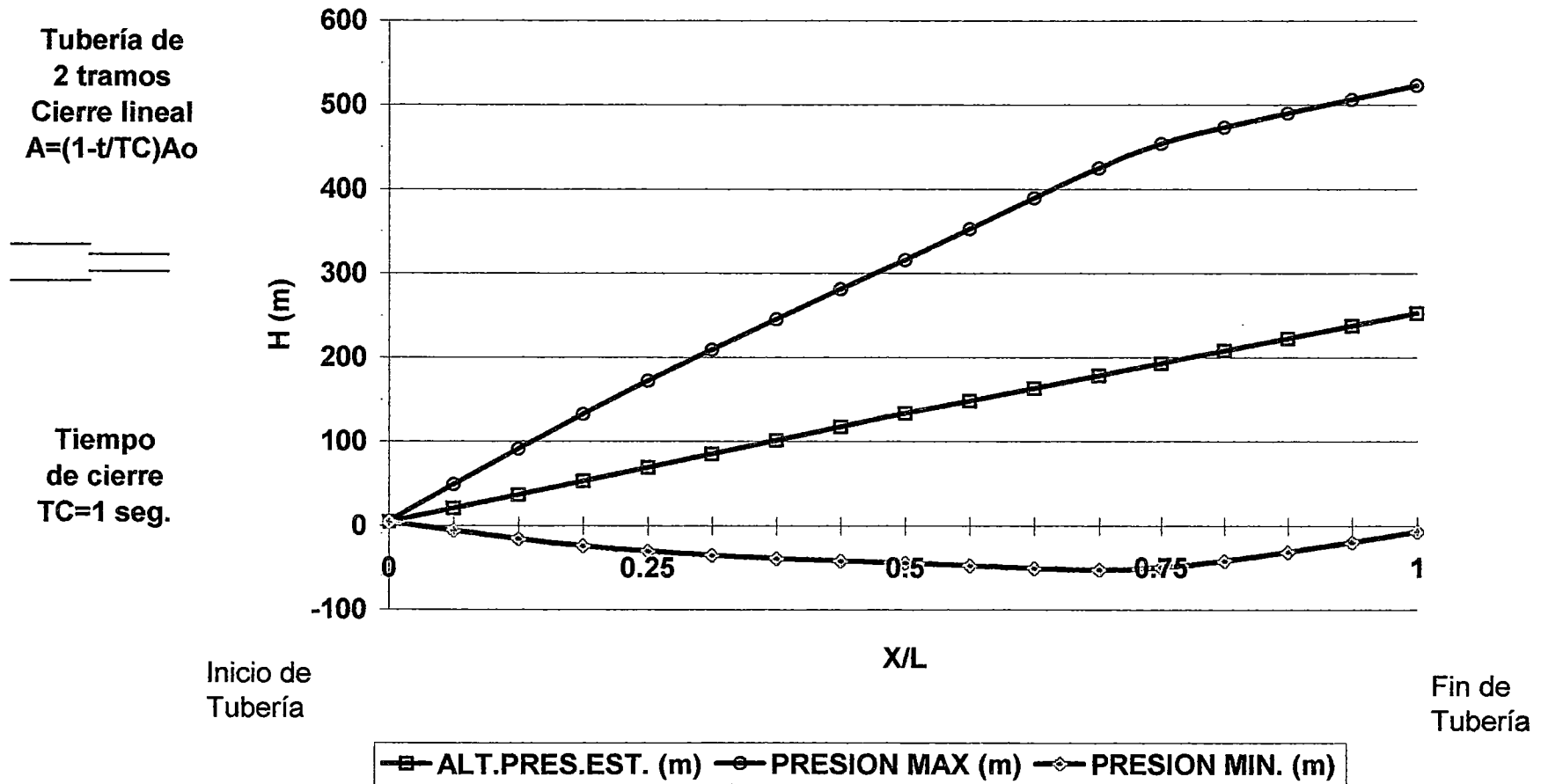
En la tabla 6.6 se presenta un resumen de las sobrepresiones que ocurren en la tubería, por efecto del golpe de ariete para una condición de cierre lineal para la tubería de dos tramos con diámetros constantes.

Tabla 6.6 Presiones máximas en la tubería de dos tramos para cierre lineal

TC (seg)	Tiempo de ocurrencia (seg)	Presión Máxima en la Válvula (m)	% Sobrepresión
1	1.016	522.94	103.1
2	1.342	428.43	66.4
3	1.342	370.01	43.7
4	1.342	340.74	32.3
5	1.342	323.15	25.5
6	1.342	311.41	20.9
7	1.342	303.03	17.7

TC: Tiempo de cierre.

Gráfico 6.1a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre lineal TC=1 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.1b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 1 seg)

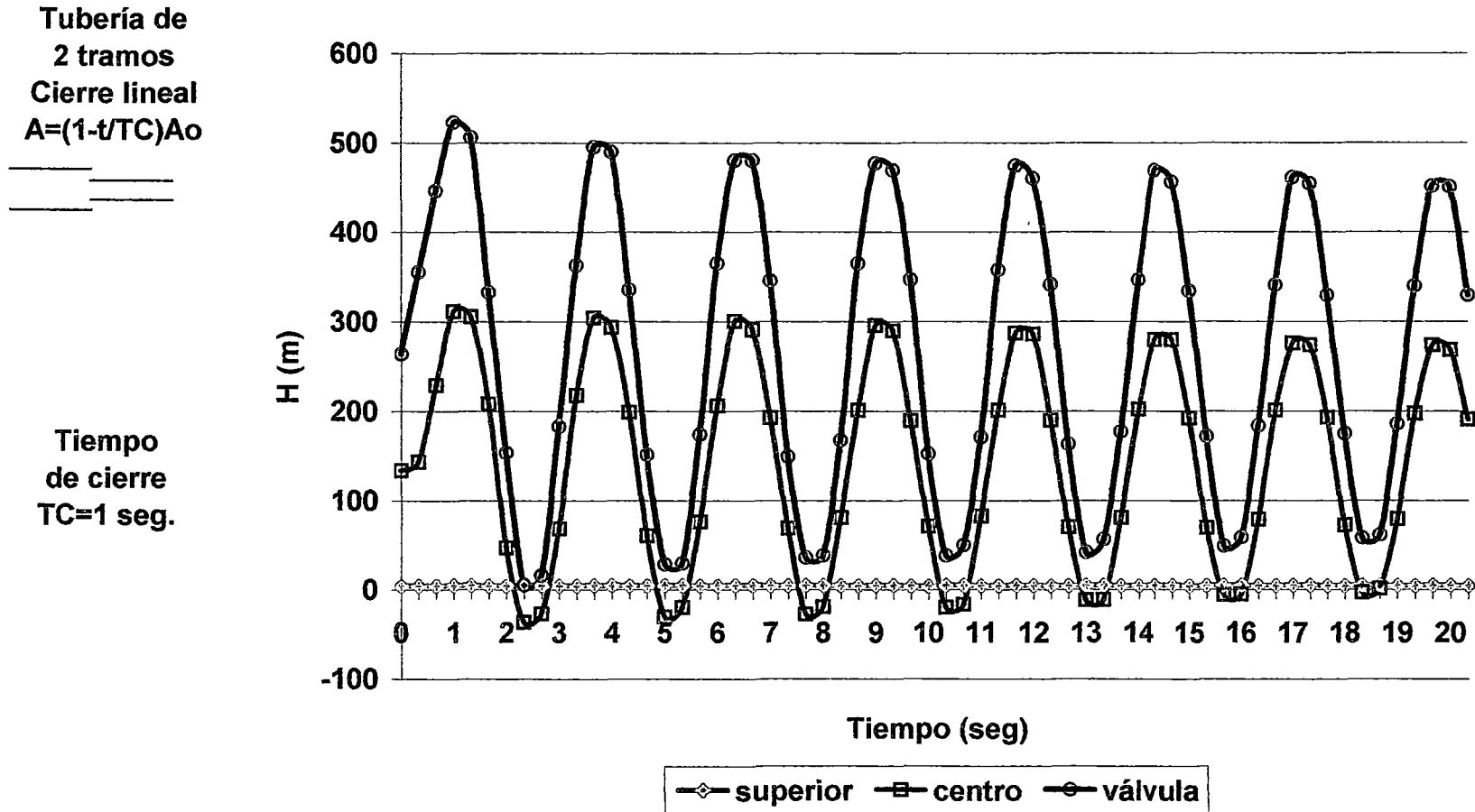
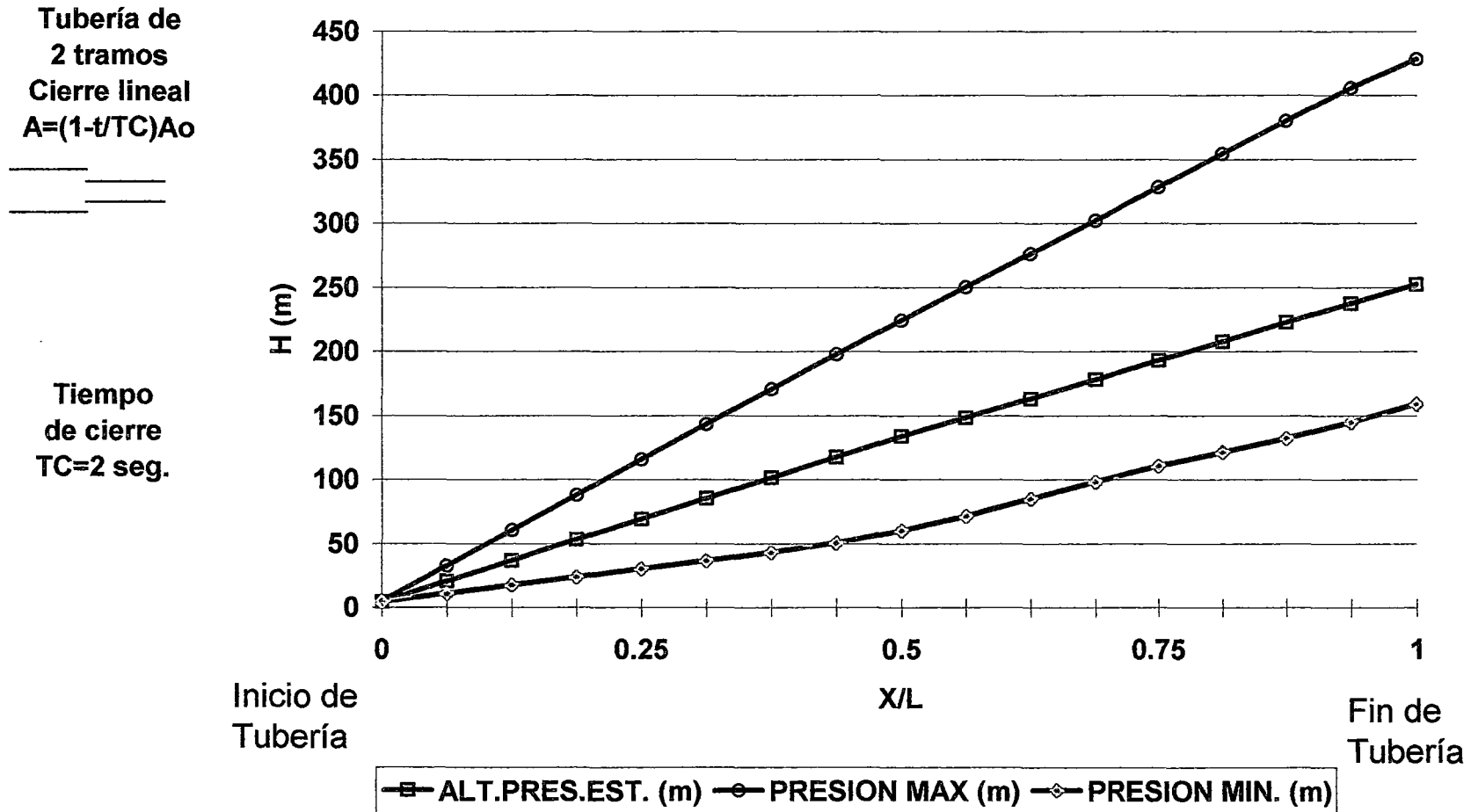


Gráfico 6.2a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre lineal TC=2 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.2b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 2 seg)

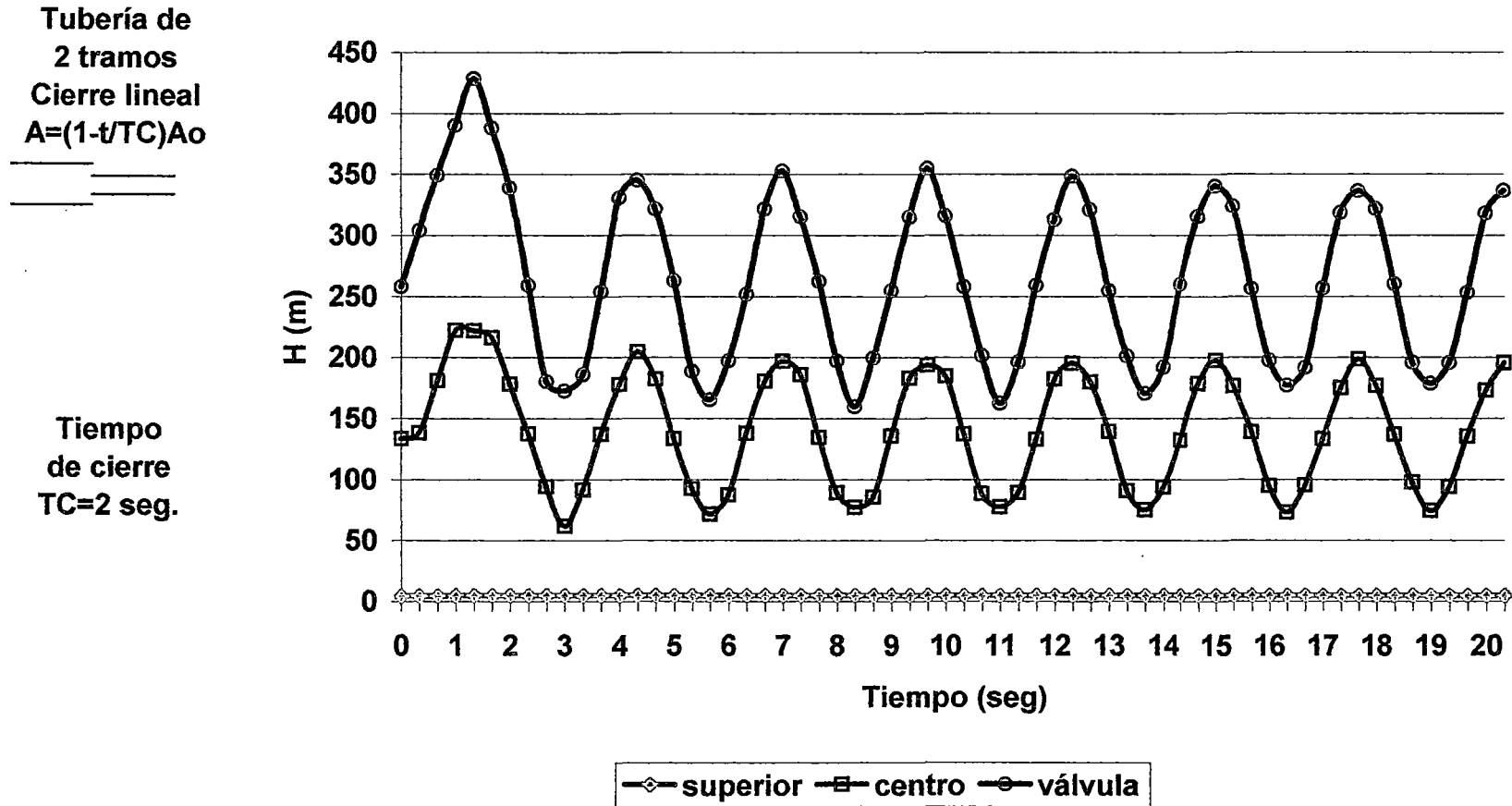
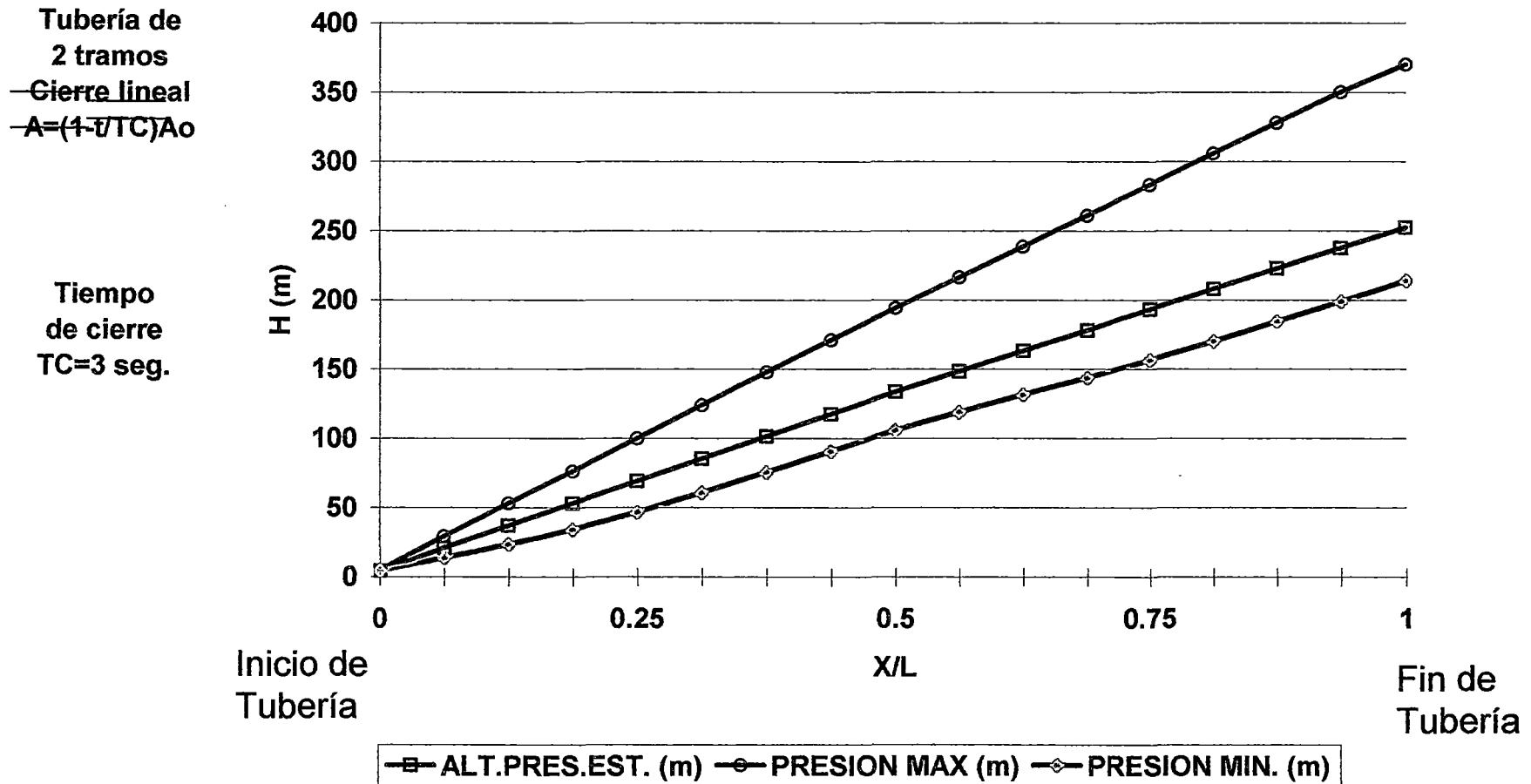


Gráfico 6.3a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre lineal TC=3 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.3b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 3 seg)

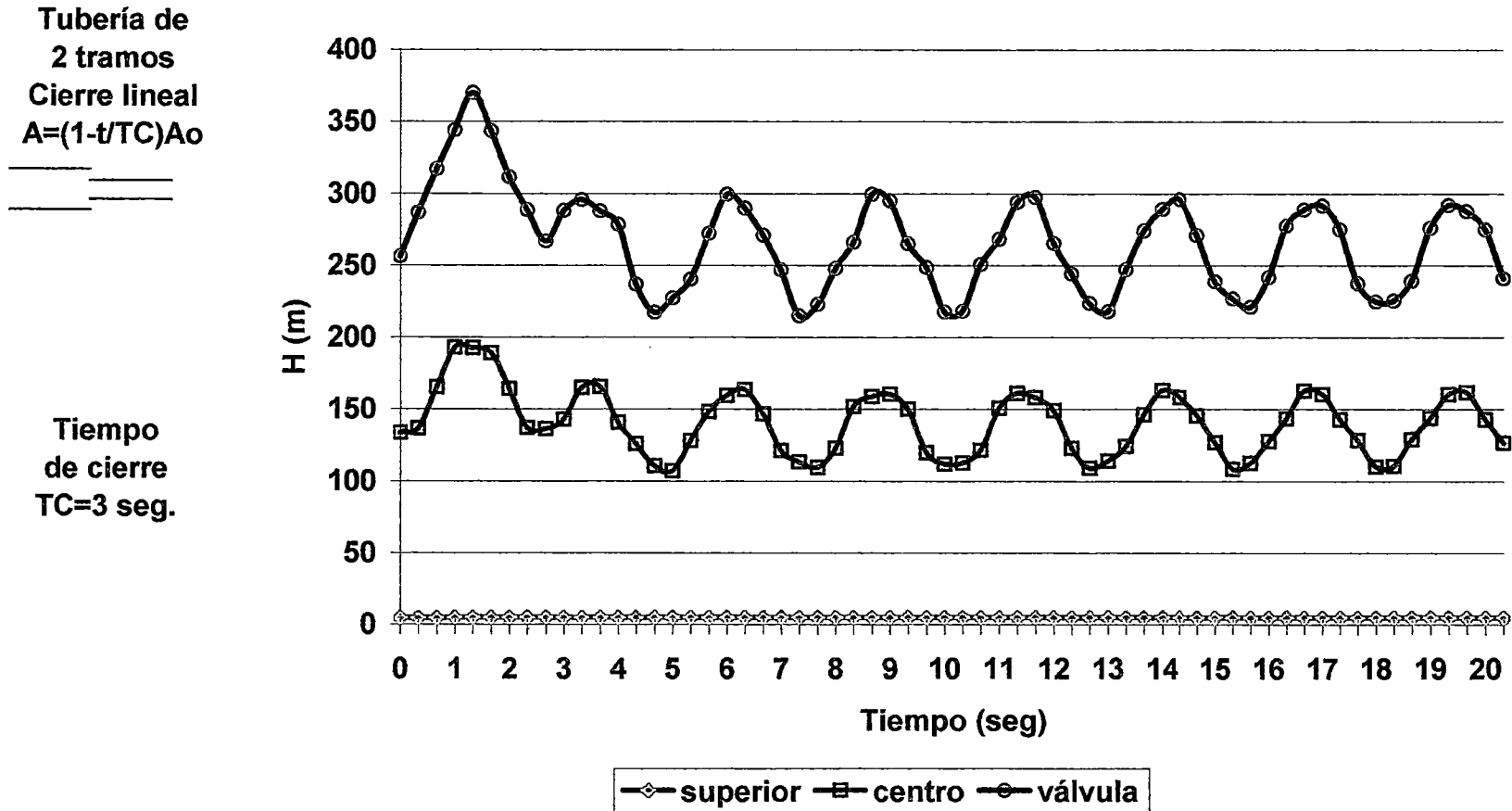
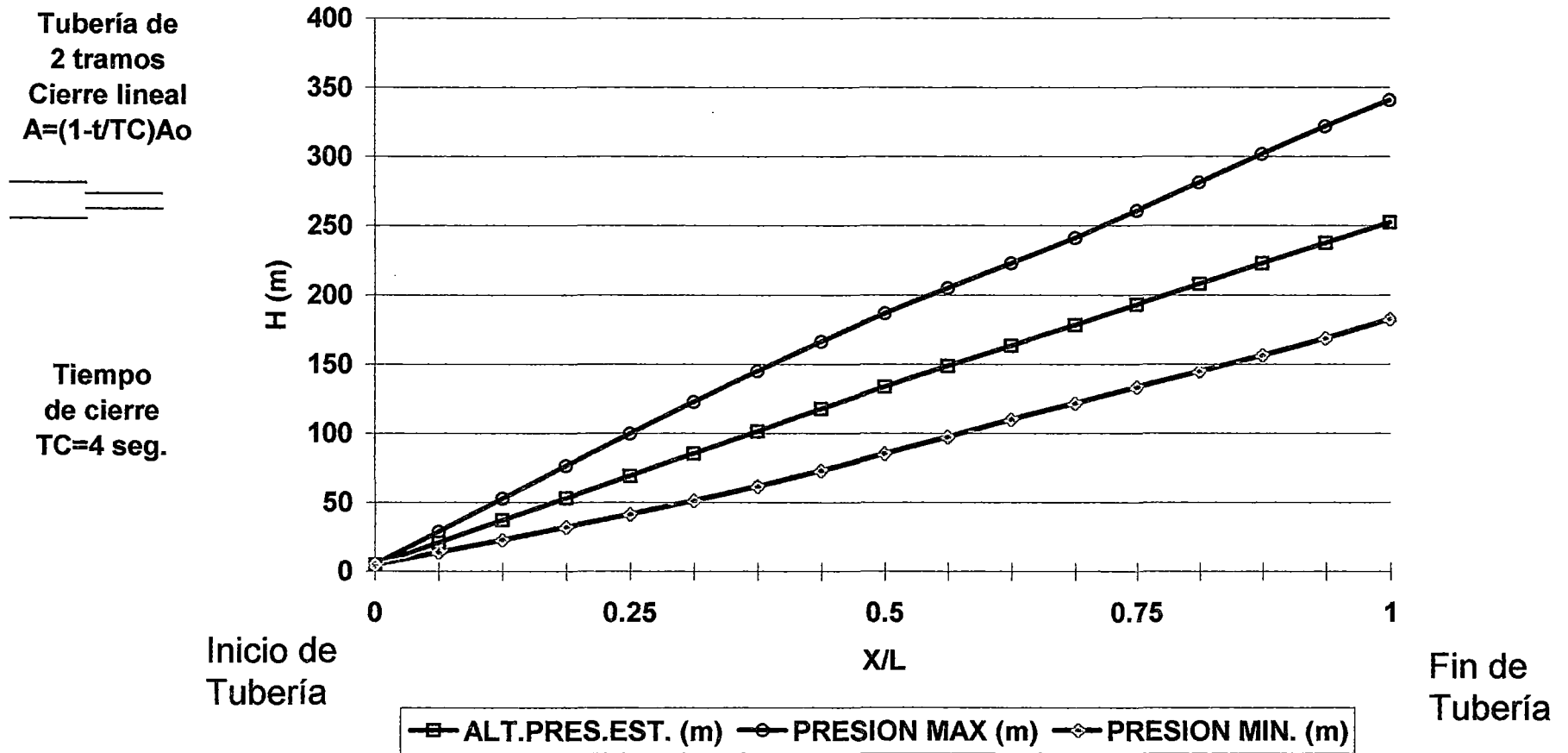


Gráfico 6.4a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre lineal TC=4 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.4b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 4 seg)

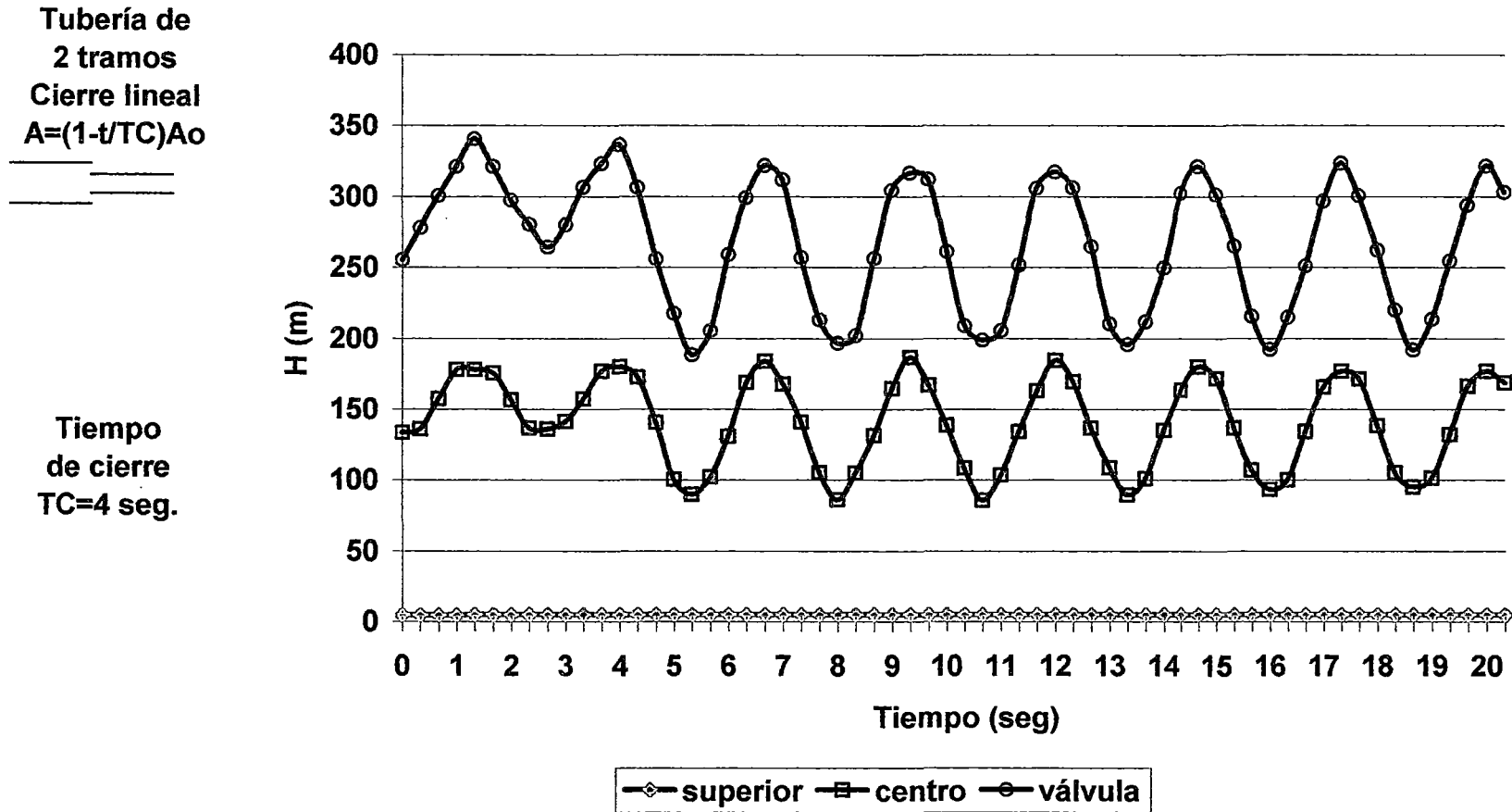
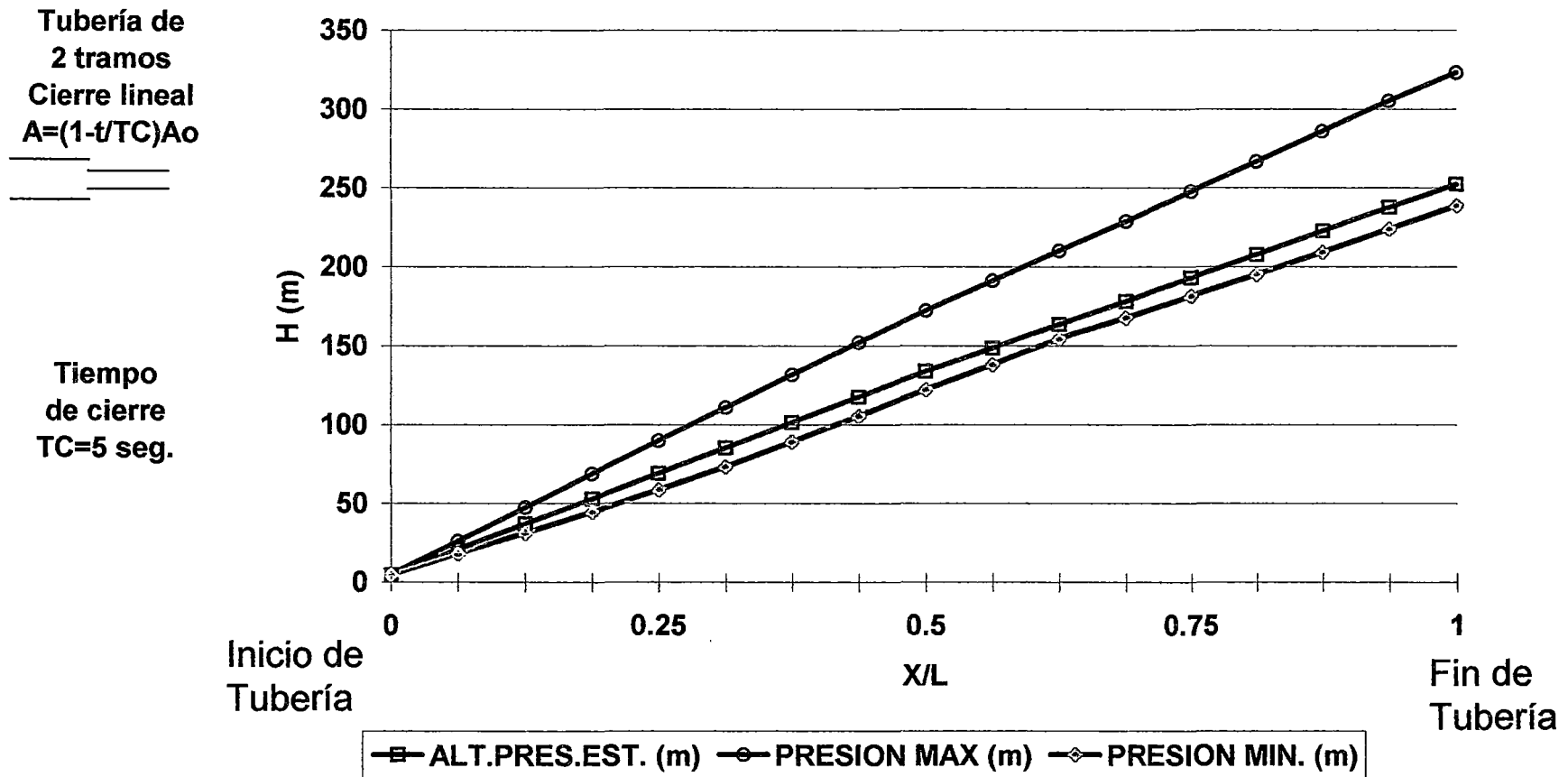


Gráfico 6.5a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre lineal TC=5 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.5b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 5 seg)

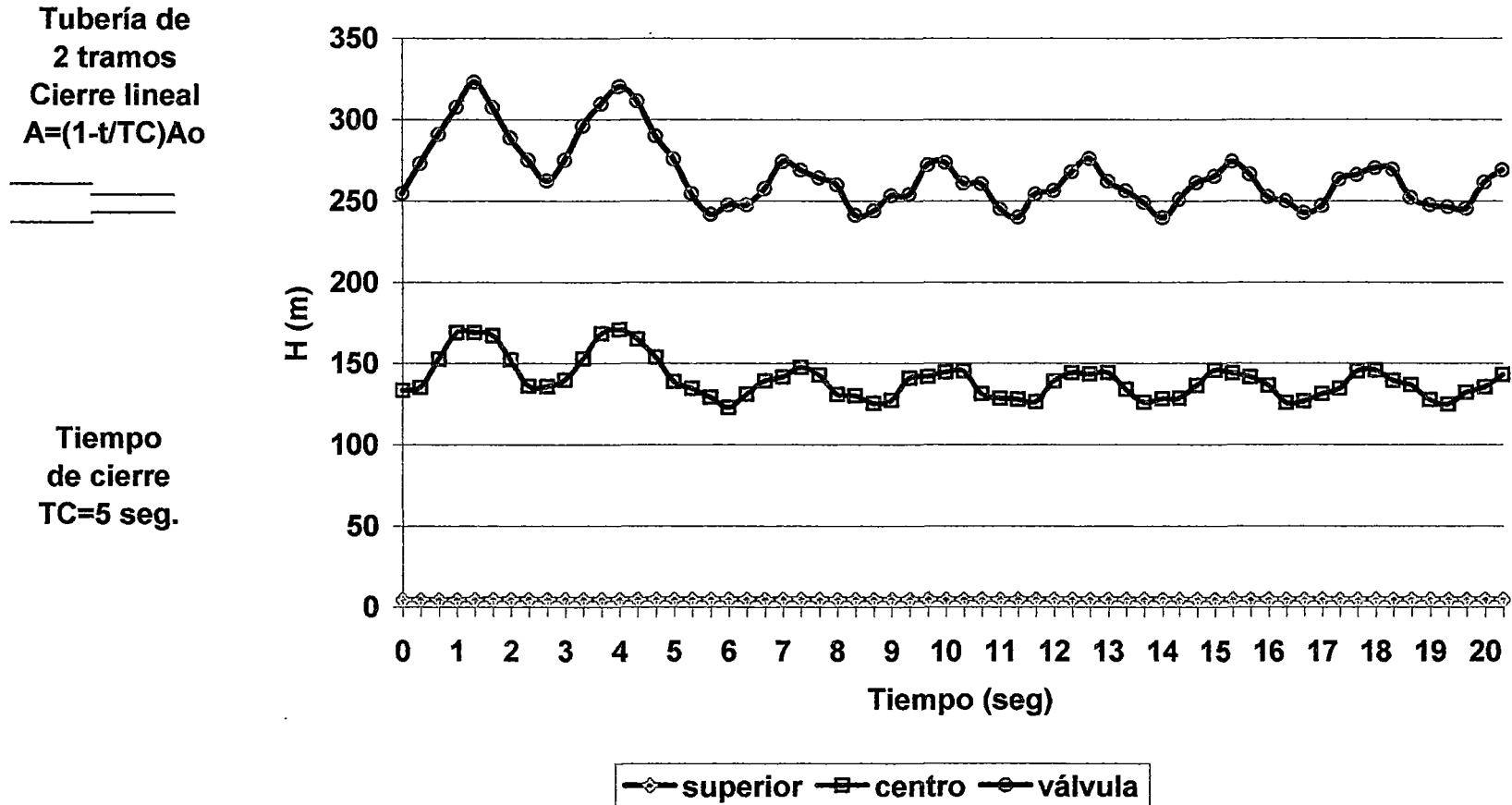
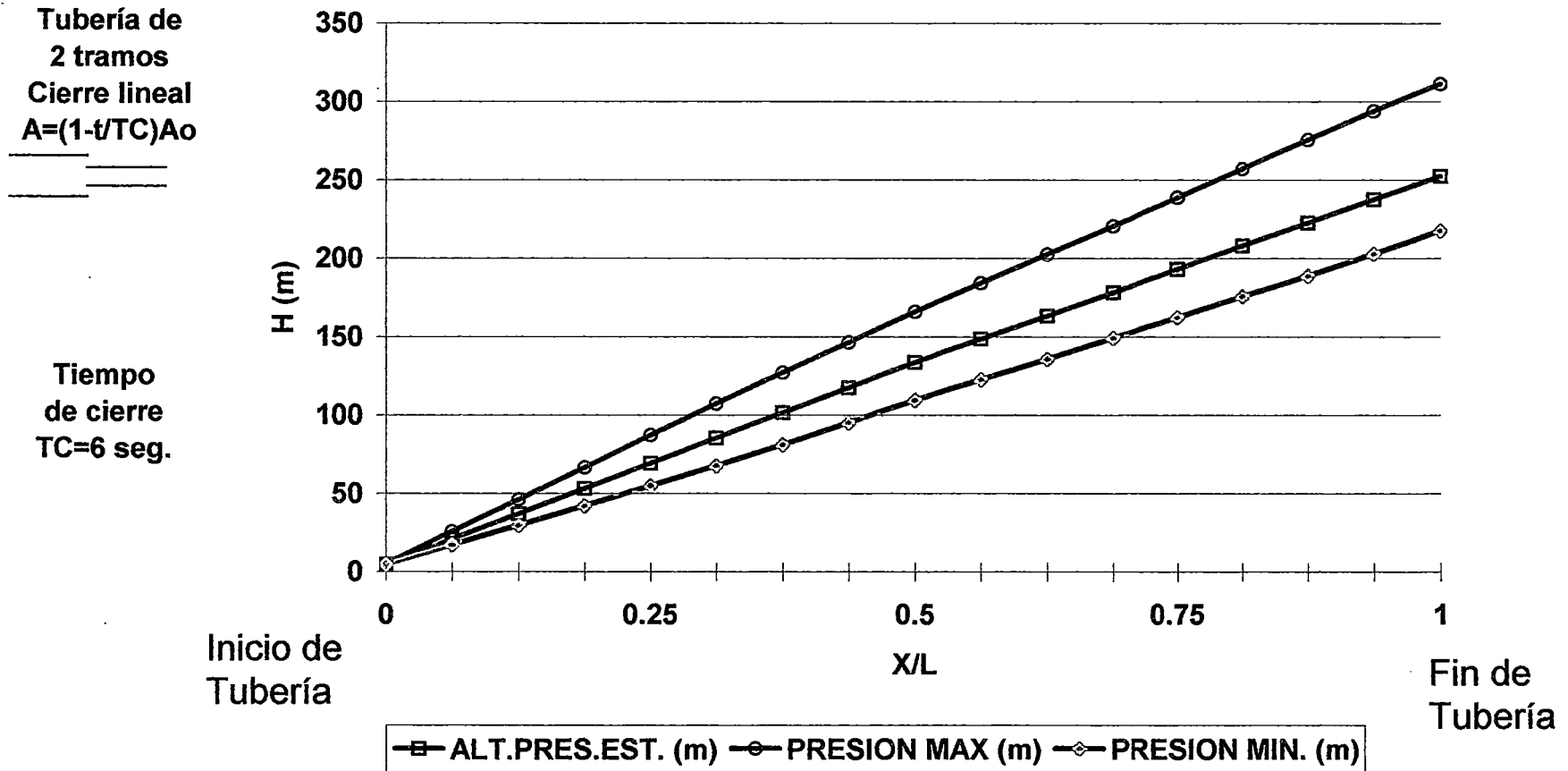


Gráfico 6.6a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre lineal TC=6 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.6b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 6 seg)

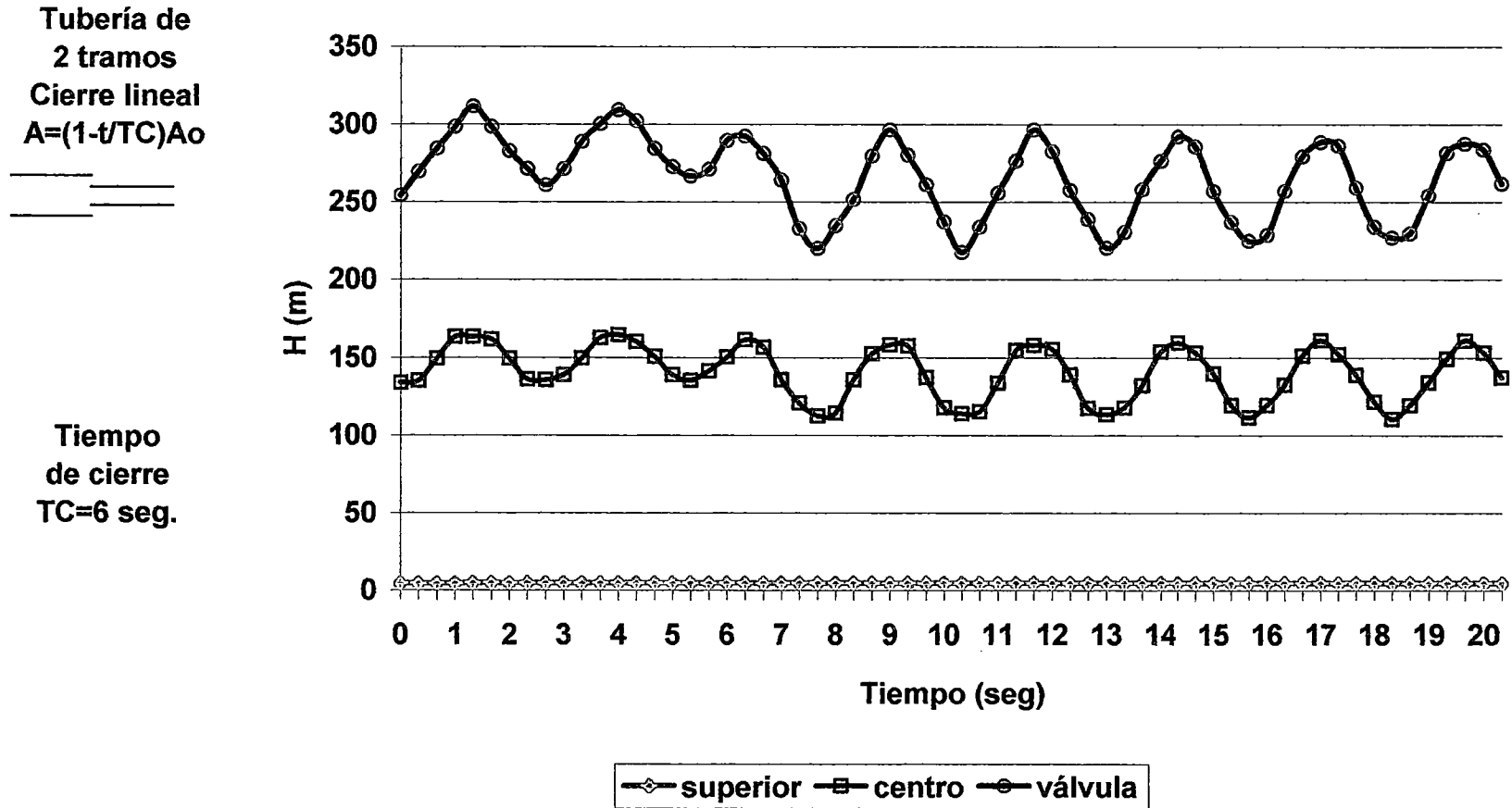
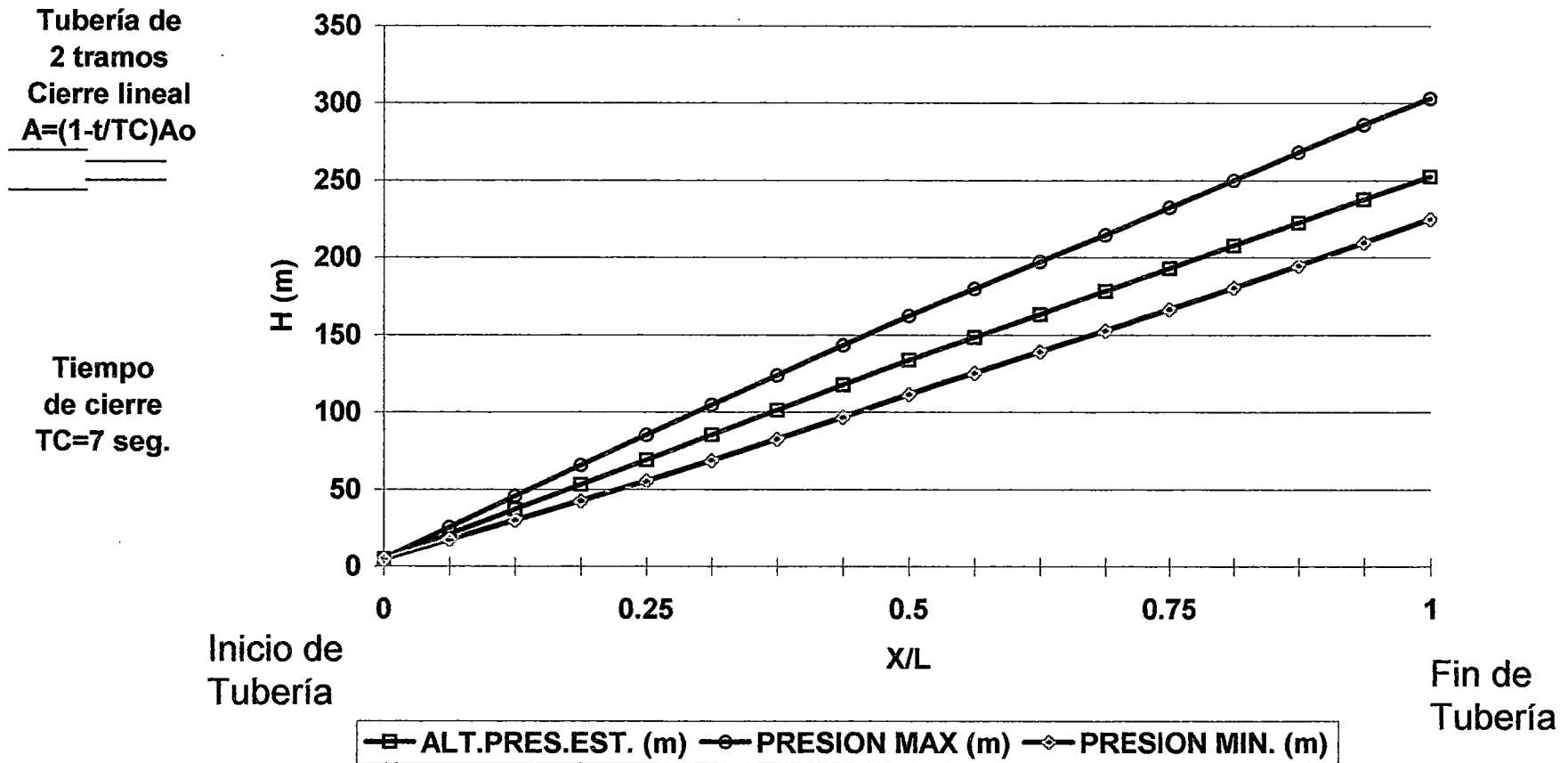
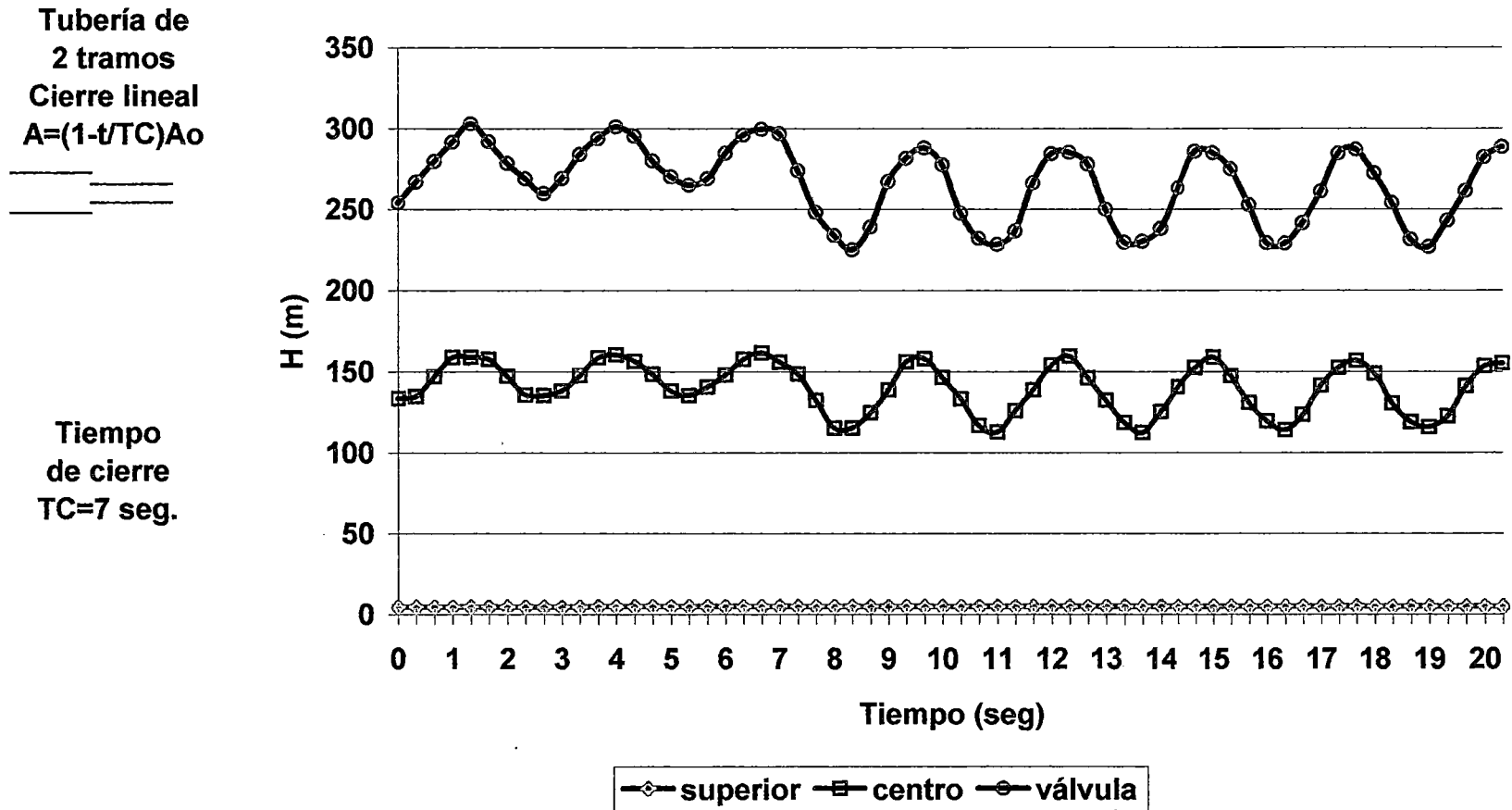


Gráfico 6.7a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre lineal TC=7 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.7b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 7 seg)



Caso de tubería de dos tramos para cierre no lineal

El caso de la tubería de dos tramos para un cierre no lineal es analizado mediante el programa MCNT1.FOR, que nos permite calcular las sobrepresiones y velocidades del flujo para diferentes secciones de la tubería; siendo analizados dichos parámetros para diferentes tiempos que se inician desde un tiempo cero, es decir cuando el flujo discurre en condiciones normales, sin perturbaciones, hasta un tiempo de 20 segundos que nos permite observar lo que ocurre en la tubería ante un cierre repentino de la válvula de control de flujo.

Se debe señalar que el golpe de ariete ha sido analizado para diferentes tiempos de cierre no lineal $TC = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ y 7 segundos.

El listado del programa para el análisis del golpe de ariete en tuberías de dos tramos con secciones constantes, es general y puede ser aplicado para una condición de cierre lineal y no lineal, y ya fue presentado en el caso de cierre lineal para tuberías de dos tramos en éste capítulo.

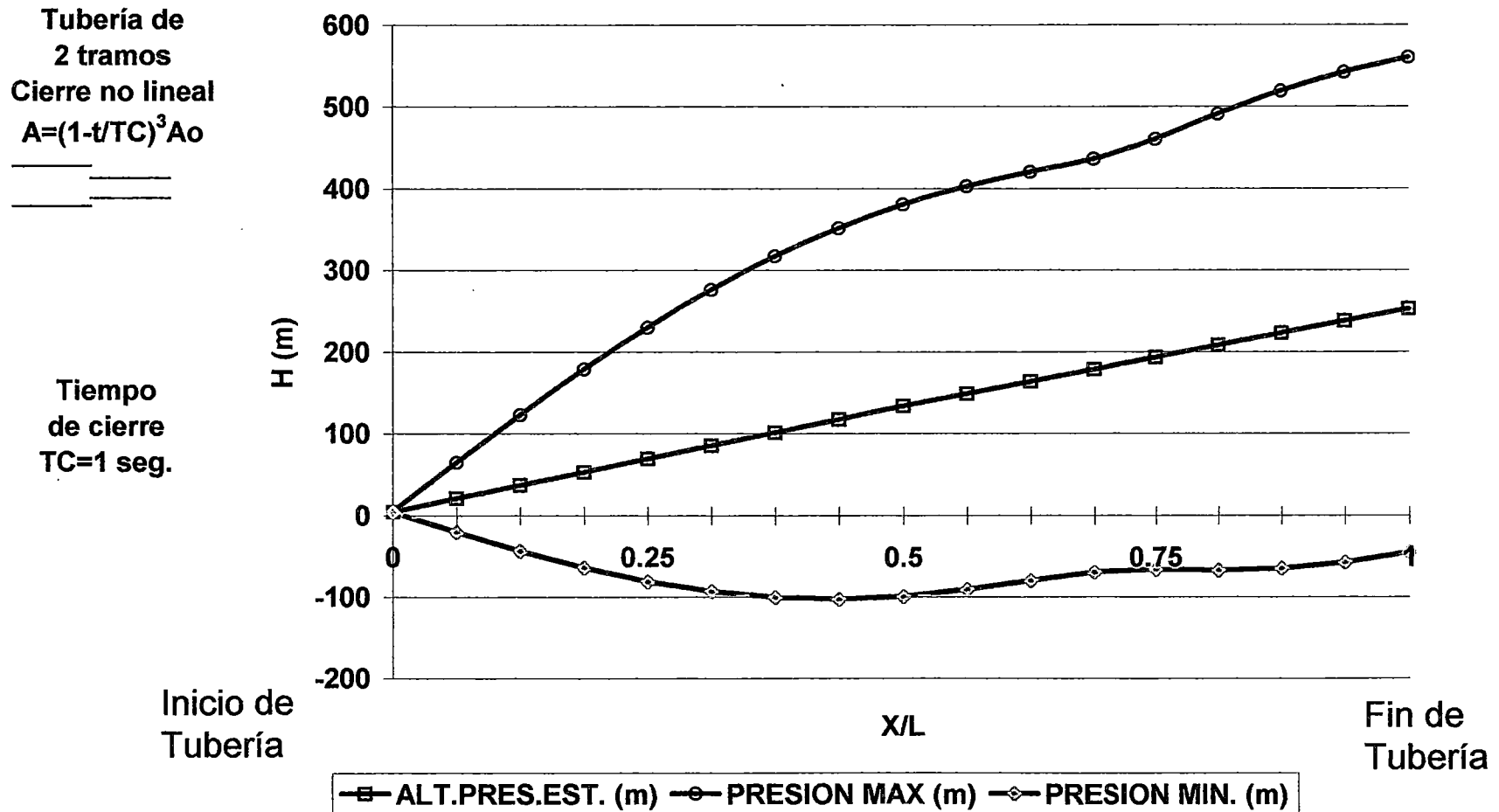
Con dicho programa presentado en este capítulo se obtienen los resultados que se ofrecen en el listado N° 4 (ver anexo correspondiente), que por ser extenso se presentan dichos resultados en forma parcial, para los tiempos más representativos.

A continuación en las páginas siguientes se presentan los gráficos 6.8a, 6.9a, 6.10a, 6.11a, 6.12a, 6.13a y 6.14a, que corresponden a las presiones máximas, presiones estáticas y presiones mínimas a lo largo de la tubería para tiempos de cierre no lineal de la válvula de control iguales a $1, 2, 3, 4, 5, 6$ y 7 segundos.

Asimismo se presentan los gráficos 6.8b, 6.9b, 6.10b, 6.11b, 6.12b, 6.13b y 6.14b, que corresponden a las presiones máximas en la válvula de control, en el centro y en la parte superior de la tubería, desde un tiempo cero hasta los 20 segundos. Estas presiones son calculadas para tiempos de cierre no lineal de la válvula de control iguales a $1, 2, 3, 4, 5, 6$ y 7 segundos.

En la tabla 6.7 se presenta un resumen de las sobrepresiones que ocurren en la tubería, por efecto del golpe de ariete para una condición de cierre no lineal para la tubería de un solo tramo con diámetro constante.

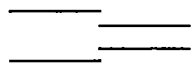
Gráfico 6.8a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre no lineal TC=1 seg.)



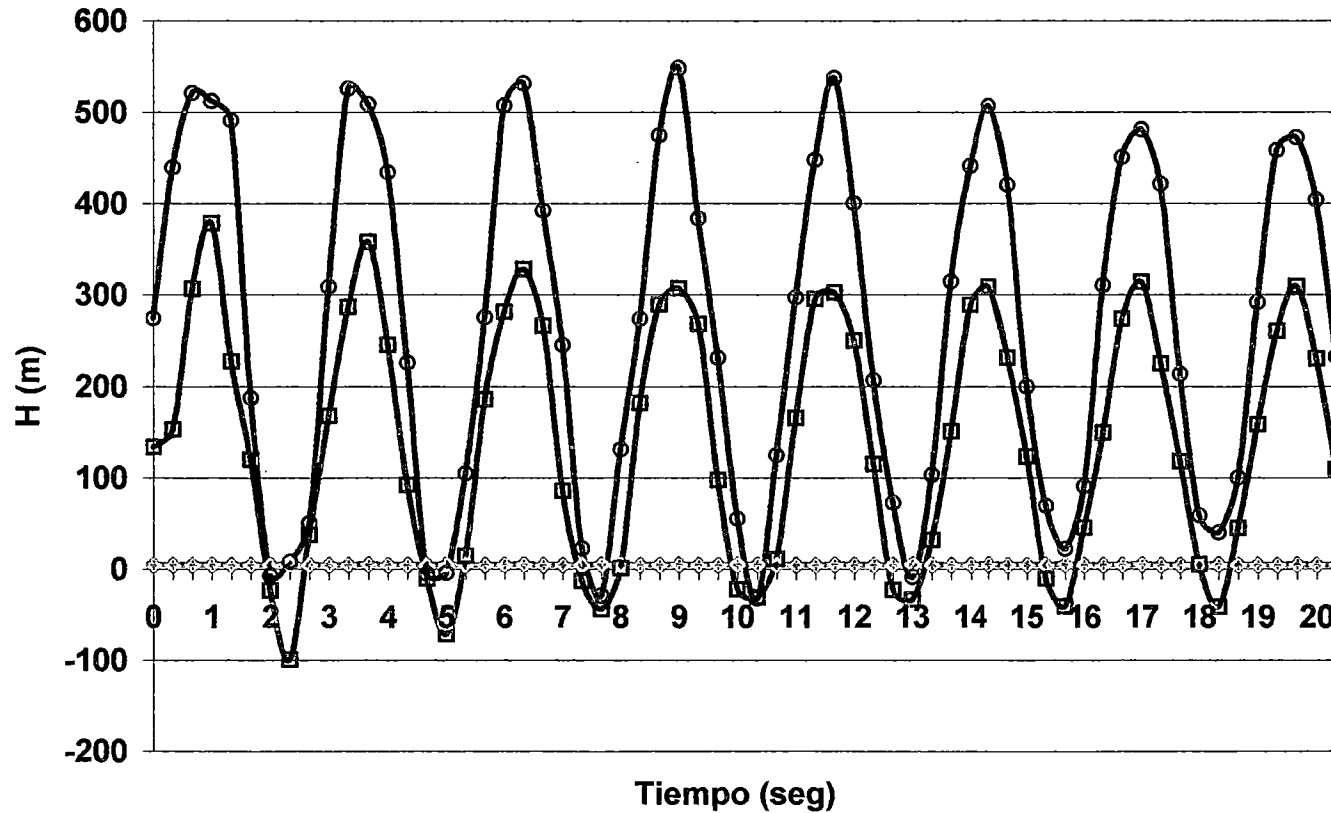
GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.8b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal $TC = 1$ seg)

Tubería de
2 tramos
Cierre no lineal
 $A=(1-t/TC)A_0$



Tiempo
de cierre
 $TC=1$ seg.

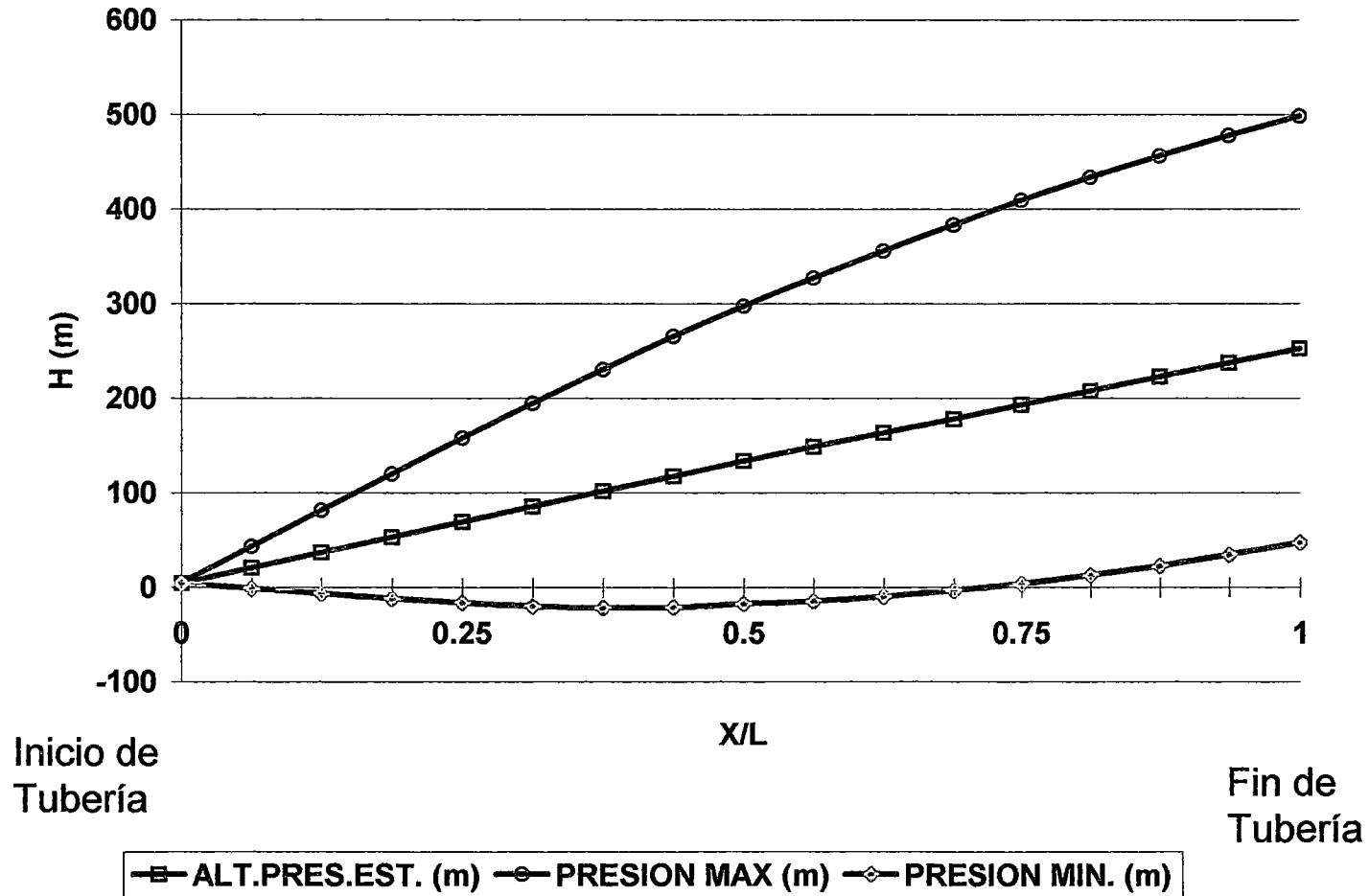


—◇— superior —□— centro —○— válvula

Gráfico 6.9a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre no lineal TC=2 seg.)

Tubería de
2 tramos
Cierre no lineal
 $A=(1-t/TC)^3 A_0$

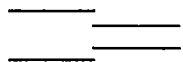
Tiempo
de cierre
TC=2 seg.



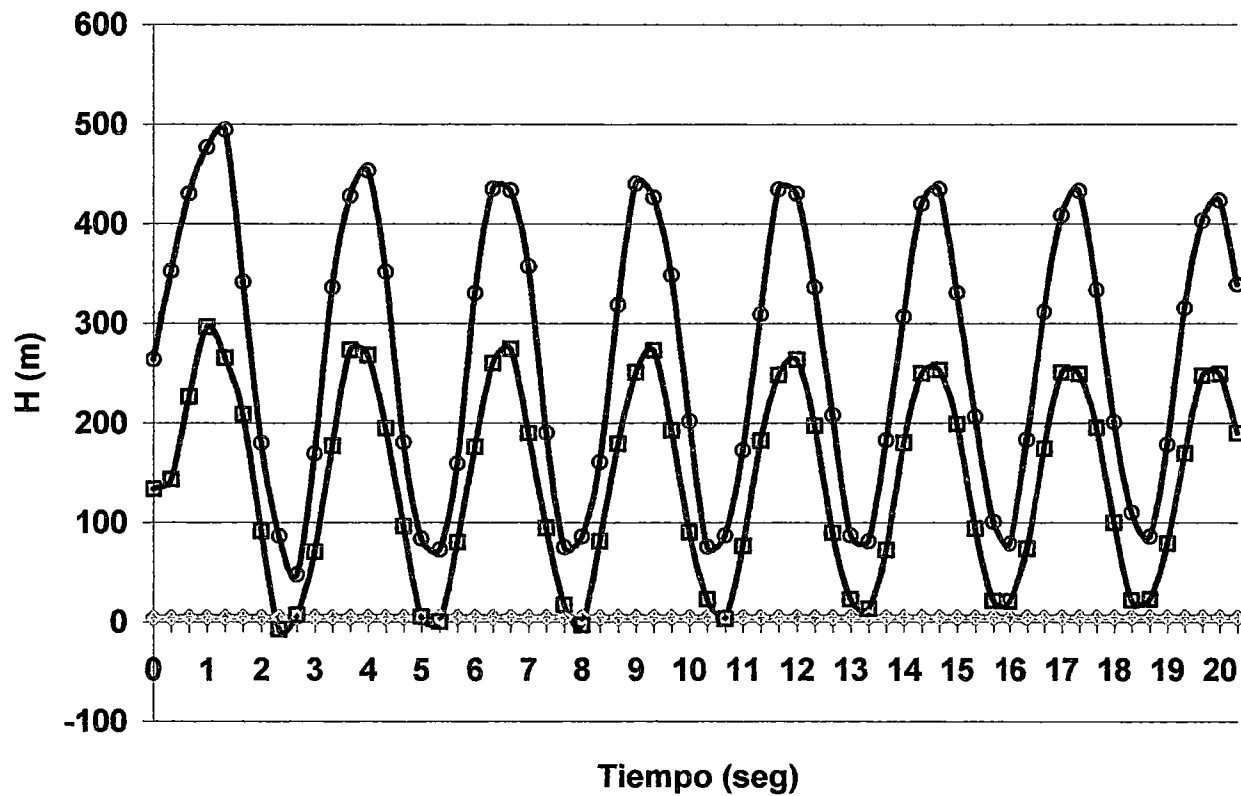
GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.9b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 2 seg)

Tubería de
2 tramos
Cierre no lineal
 $A=(1-t/TC)A_0$

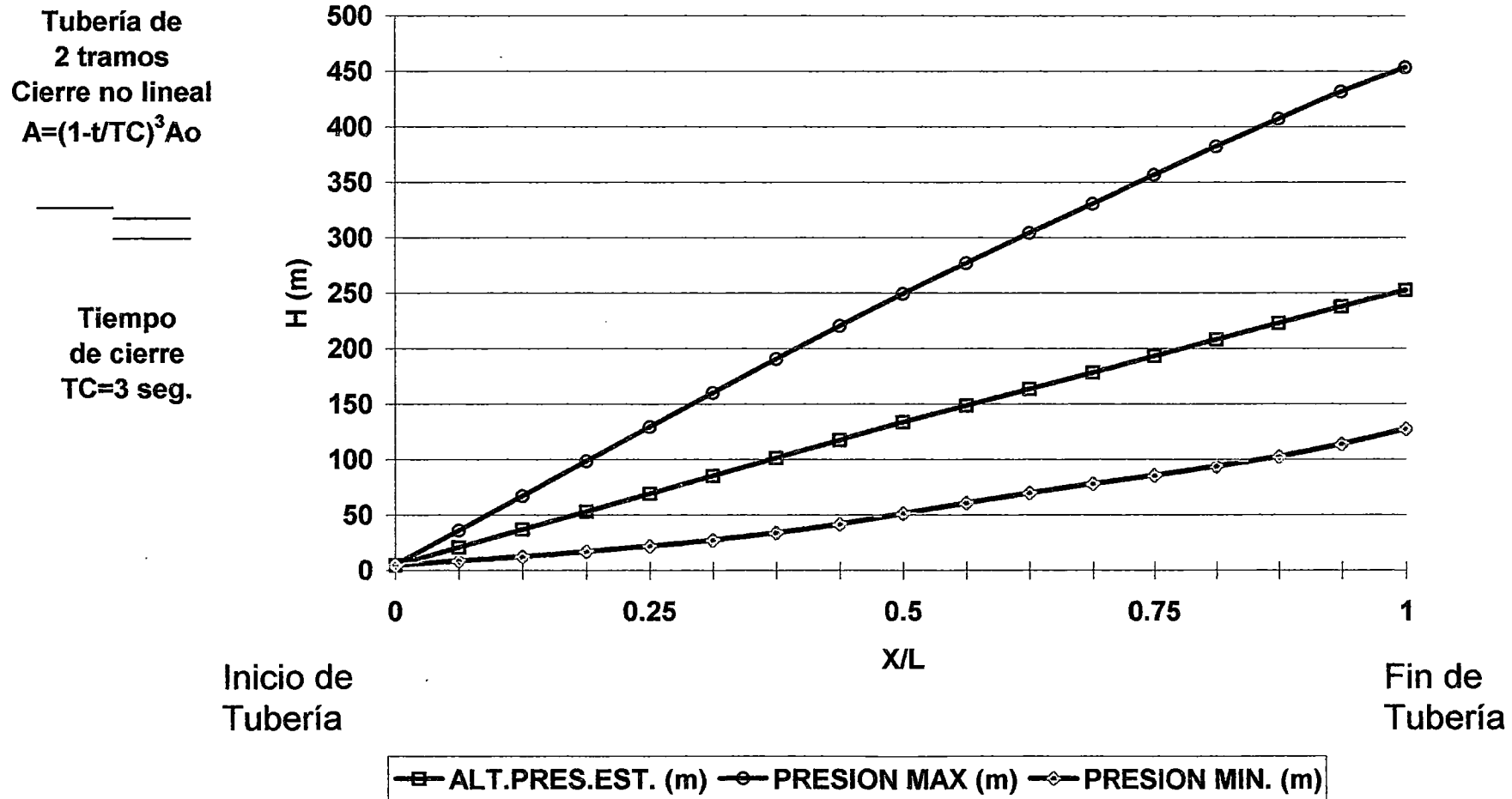


Tiempo de
cierre
TC=2 seg.



superior
 centro
 válvula

Gráfico 6.10a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre no lineal TC=3 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.10b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal $TC = 3$ seg)

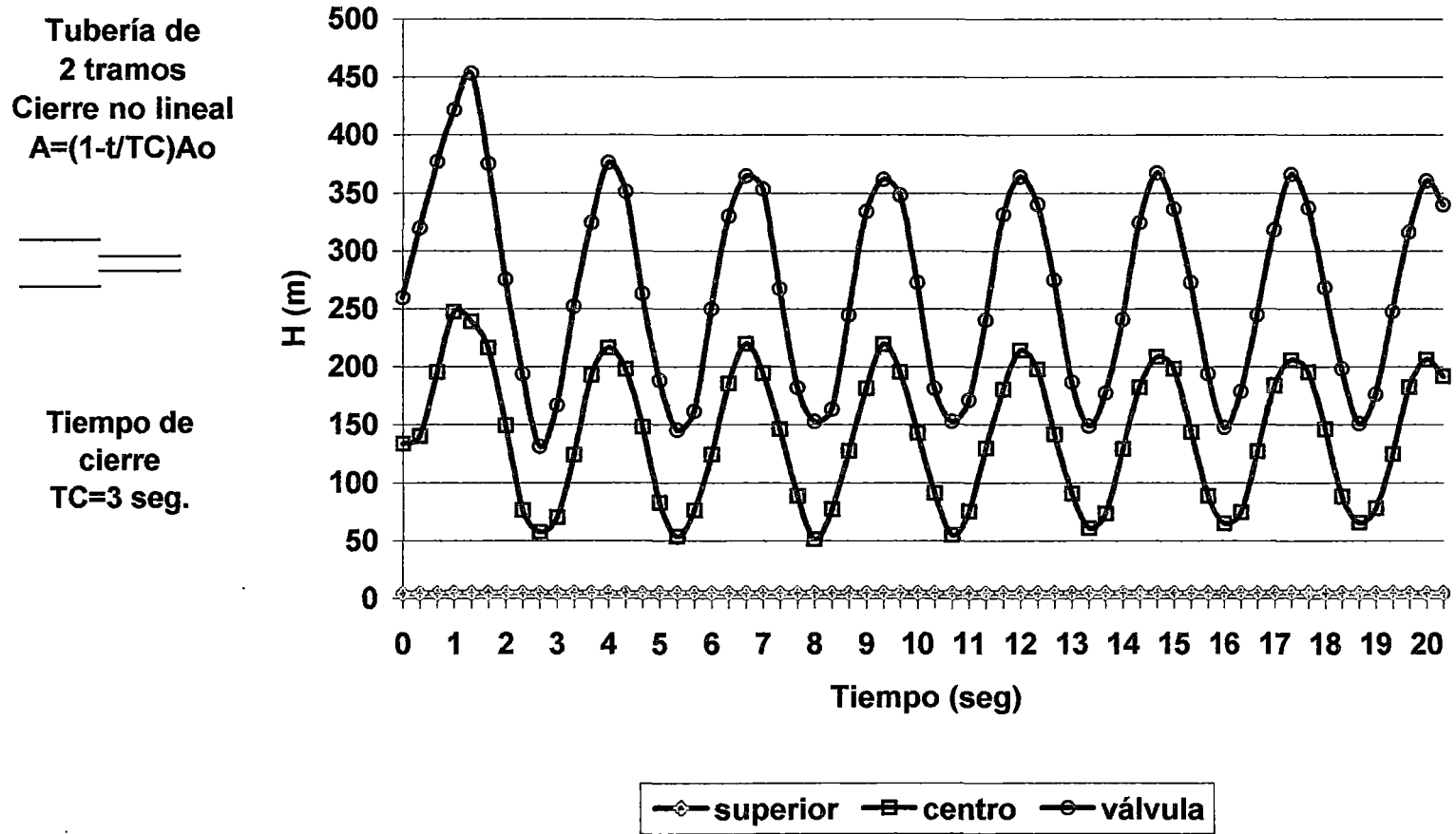
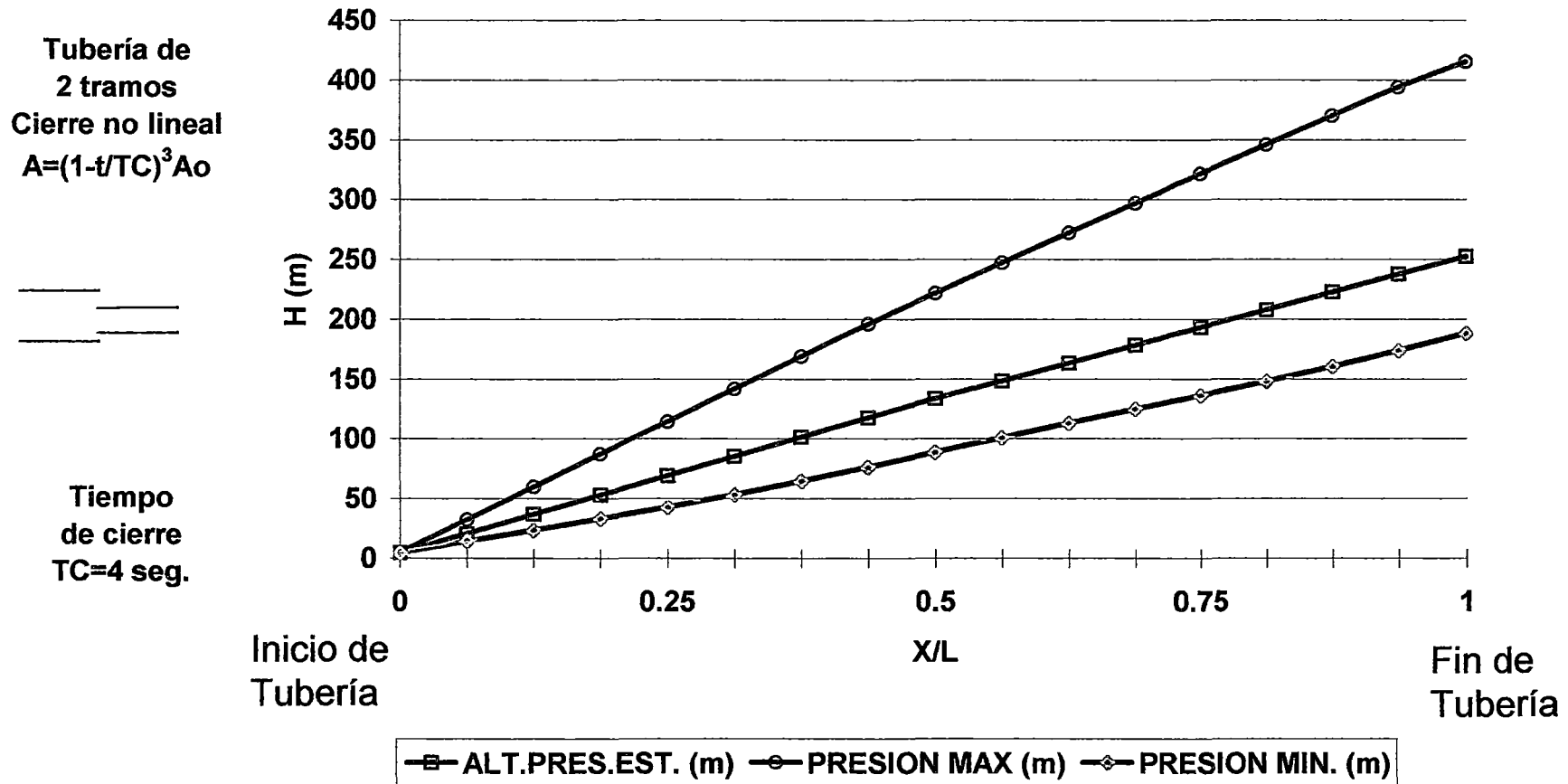


Gráfico 6.11a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre no lineal TC=4 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.11b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 4 seg)

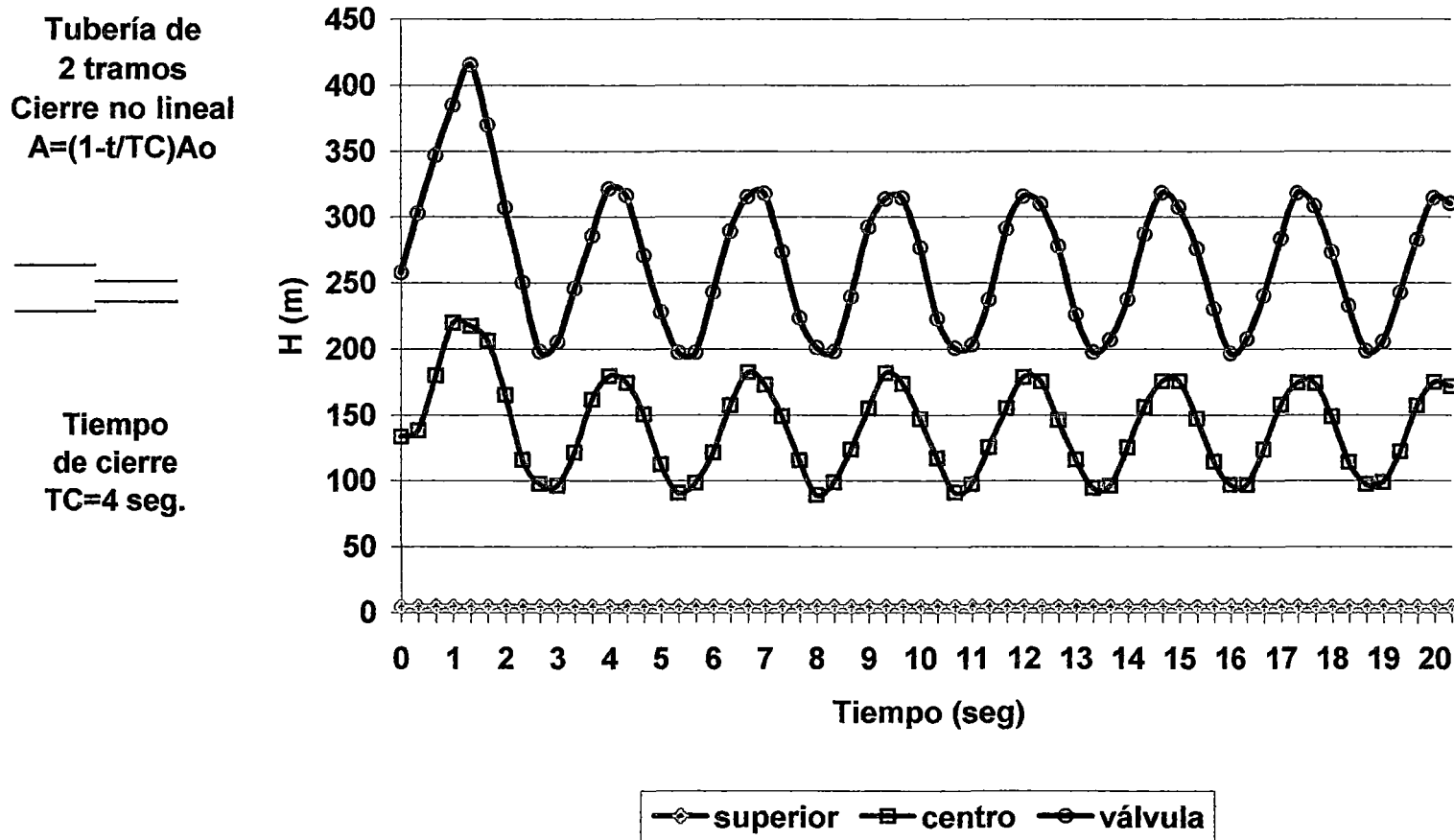
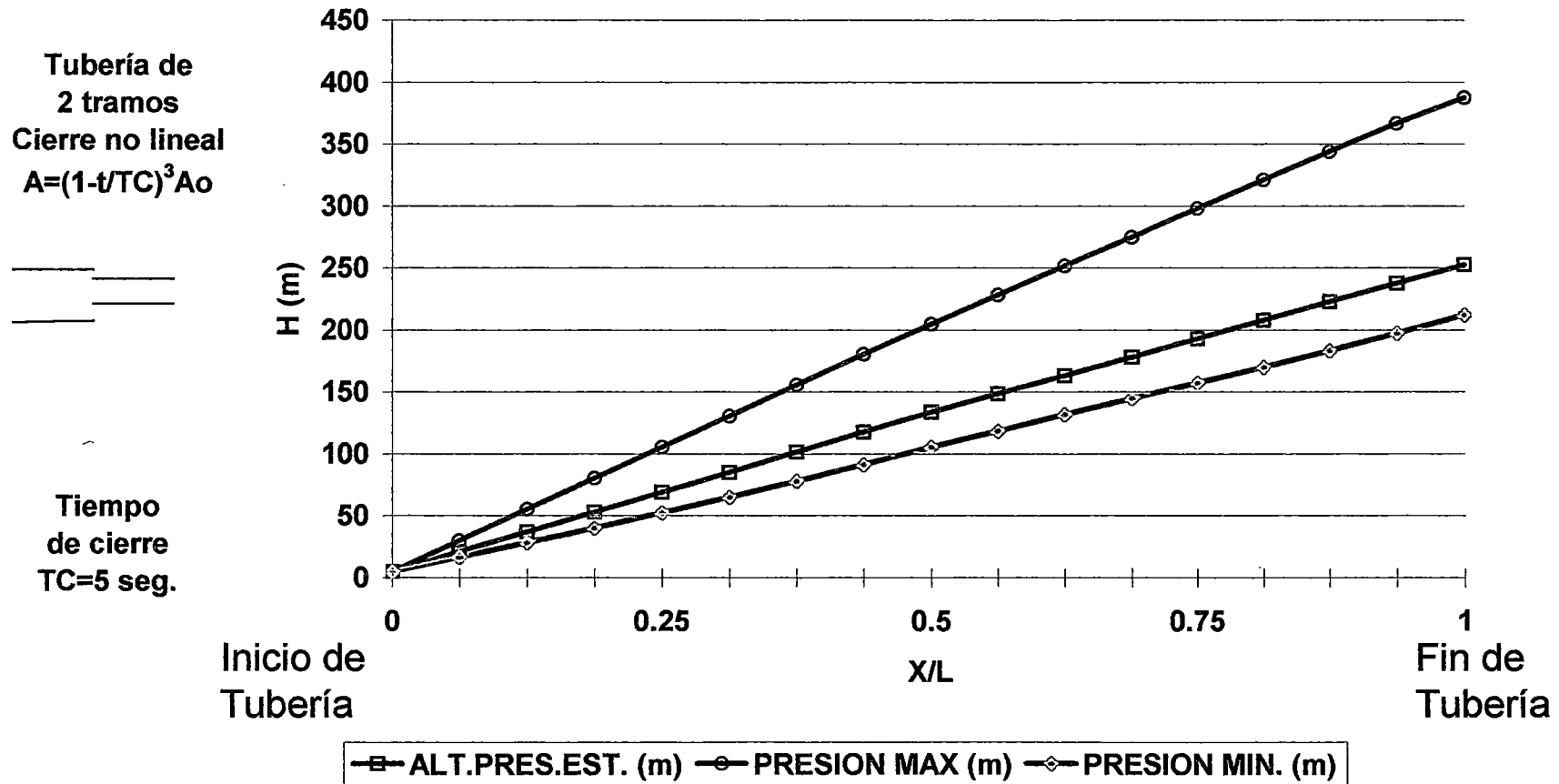


Gráfico 6.12a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre no lineal TC=5 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.12b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 5 seg)

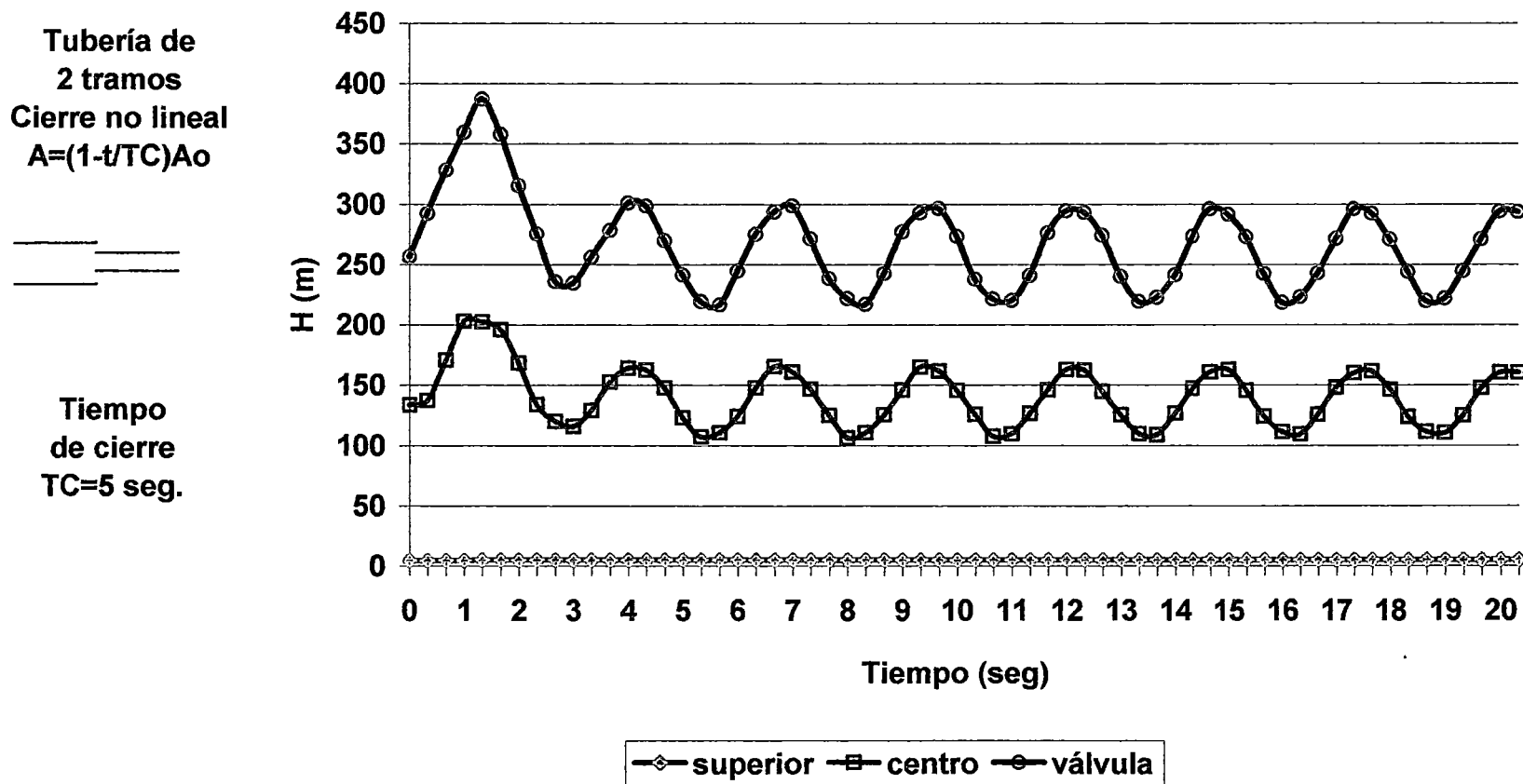
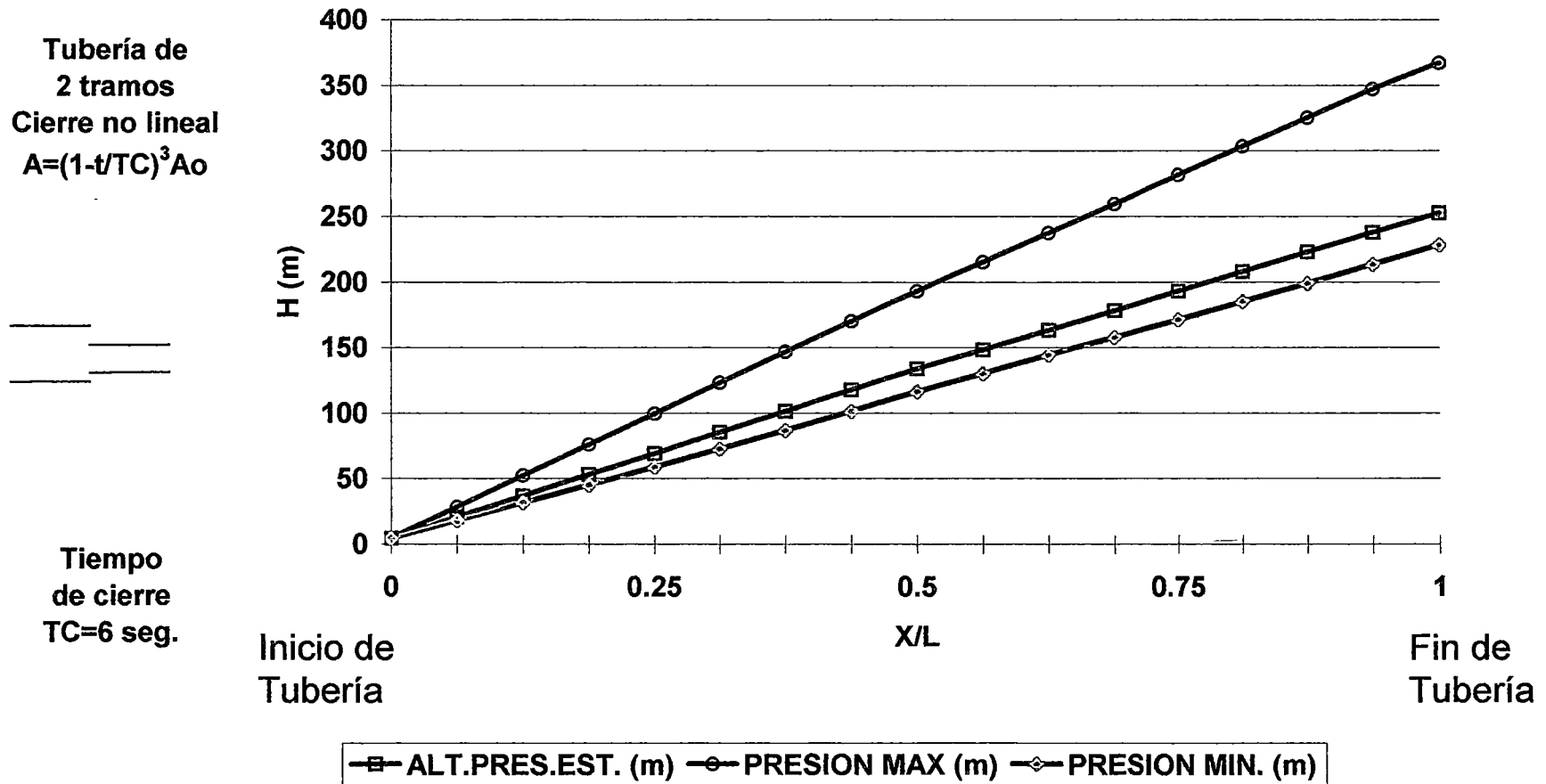


Gráfico 6.13a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre no lineal TC=6 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.13b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal $TC = 6$ seg)

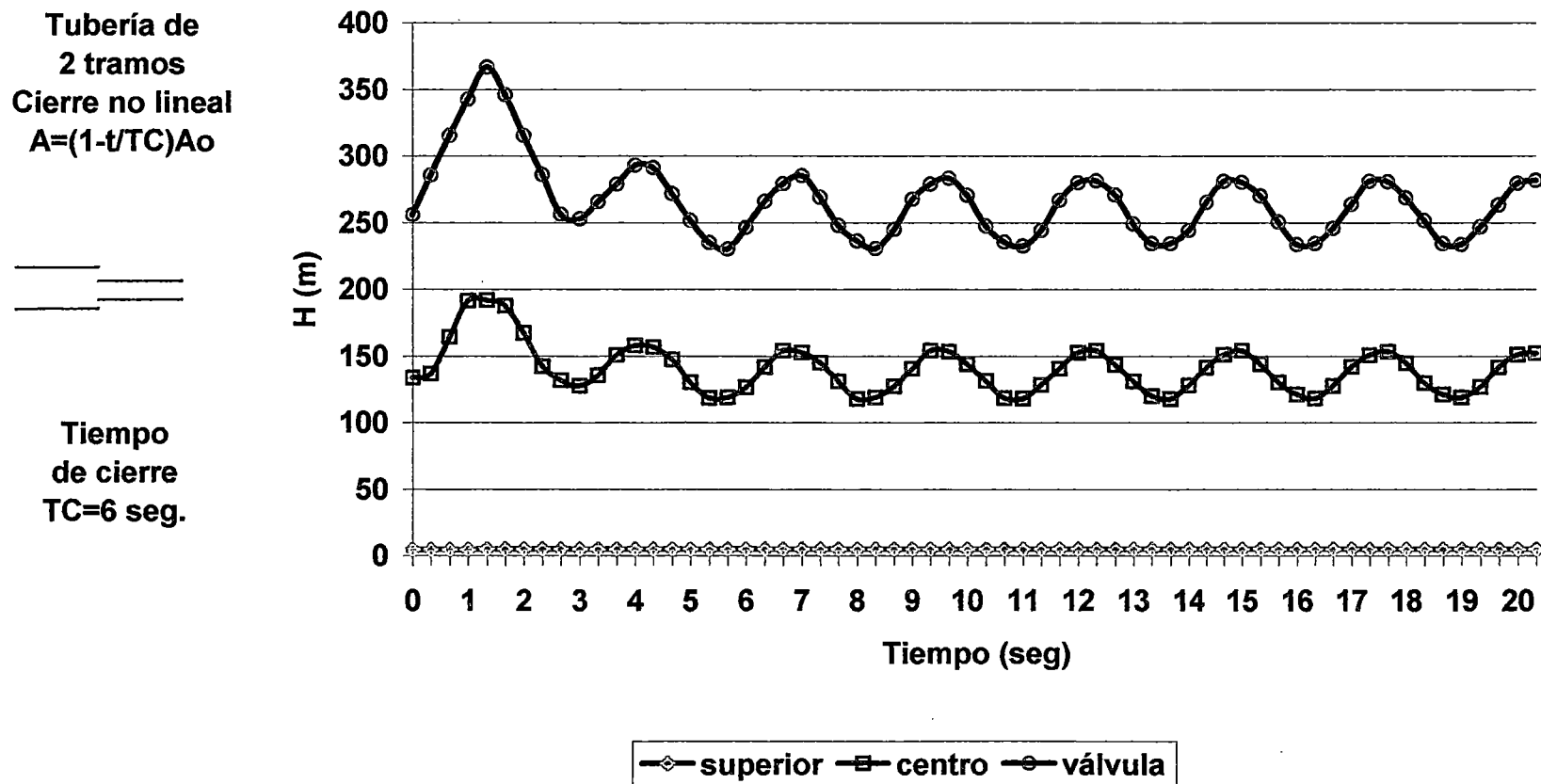
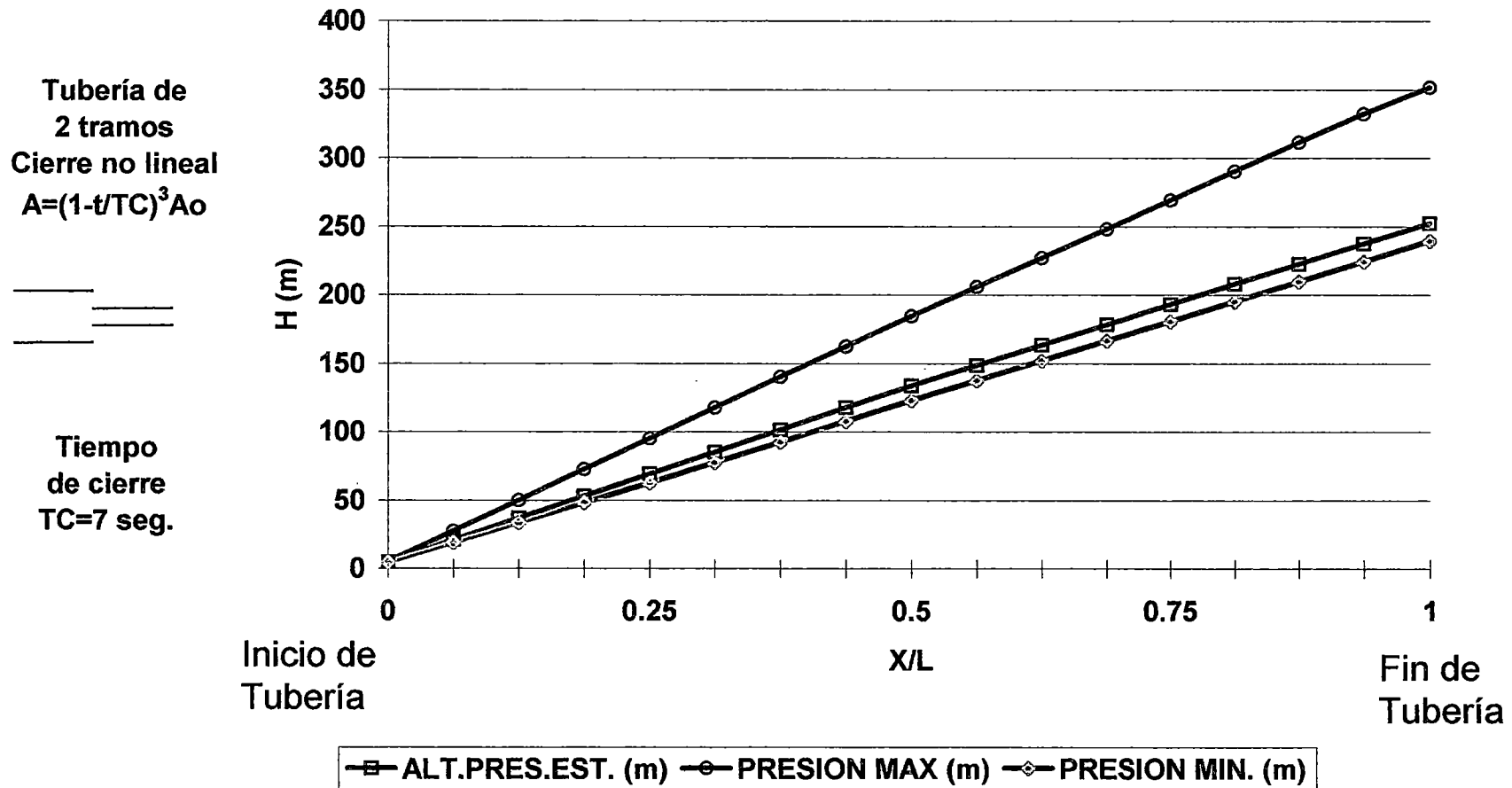


Gráfico 6.14a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de dos tramos (Cierre no lineal TC=7 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 6.14b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 7 seg)

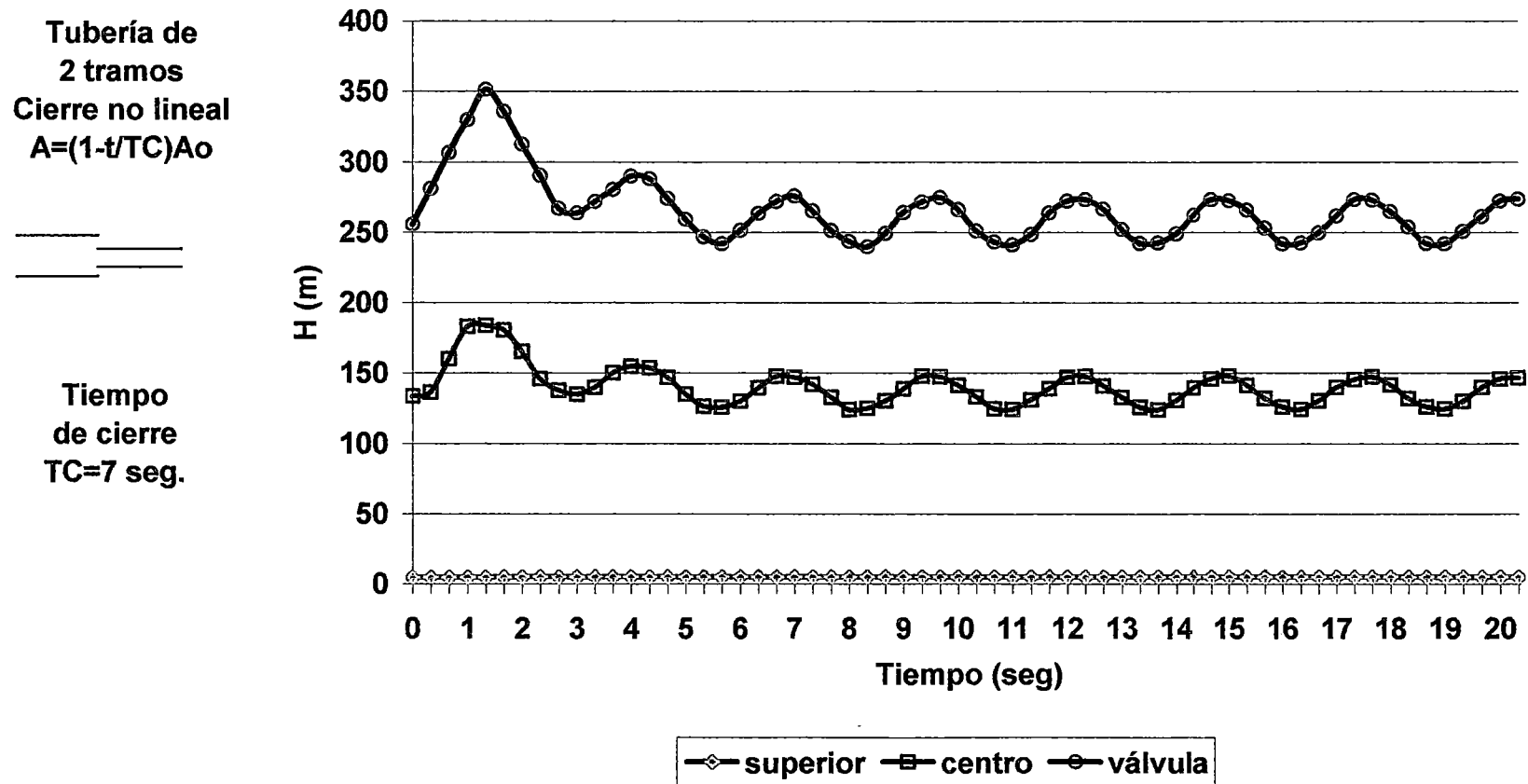


Tabla 6.7 Presiones máximas en la tubería de dos tramos para cierre no lineal

TC (seg)	Tiempo de ocurrencia (seg)	Presión Máxima en la Válvula (m)	% Sobrepresión
1	6.098	559.90	117.4
2	1.301	498.36	93.5
3	1.342	453.34	76.1
4	1.342	415.44	61.3
5	1.342	387.47	50.5
6	1.342	366.97	42.5
7	1.342	351.57	36.5

6.6 Cálculo de los espesores de los tramos de tubería

Sobre la base de los resultados obtenidos de las presiones máximas por efecto del golpe de ariete en tramos de igual longitud, en la que fue dividida la tubería para su análisis por el método de las características, se determinarán las presiones máximas en los anclajes; o sea en el punto donde se unen las tuberías en los cambios de dirección, esto se realiza mediante una simple interpolación de los valores obtenidos para secciones equidistantes una de otra. Estas presiones máximas (H_{max}) nos permitirán posteriormente determinar los espesores de los tramos de la tubería.

En la tabla 6.8 se puede apreciar los valores obtenidos de presión máxima para los puntos ubicados en los anclajes, los cuales nos permitirán determinar los espesores de los tramos de tubería.

Calculados los valores de las presiones máximas (H_{max}) que ocurren en la tubería, procedemos a calcular los espesores de tubería para cada uno de los tramos considerados, mediante las fórmulas determinadas en el capítulo IV.

Los pasos a seguir son el de determinar inicialmente los valores de los espesores teóricos, hallados directamente por la fórmula de Mariotte para la determinación del espesor e , luego se incrementa el valor del sobreespesor por corrosión ($e_0 = 2 \text{ mm}$).

Tabla 6.8 Cálculo de las presiones máximas en la tubería de dos tramos

Punto	Nombre	Cota (m)	Longitud (m)	Lac arriba (m)	Angulo (grados)	Angulo (radianes)	h máx (m)
0	Inicio	1089.07	0.00	0.00			
1	Anclaje 1	1069.22	87.45	87.45	12.79	0.2232	43.23
2	Anclaje 2	1047.35	68.80	156.25	17.63	0.3077	73.42
3	Anclaje 3	1027.54	78.35	234.60	14.39	0.2512	107.81
4	Anclaje 4	1010.86	56.90	291.50	16.34	0.2852	132.78
5	Anclaje 5	983.70	55.10	346.60	26.24	0.4580	156.96
6	Anclaje 6	958.06	70.25	416.85	20.05	0.3499	187.79
7	Anclaje 7	940.75	66.35	483.20	14.62	0.2552	216.91
8	Anclaje 8	918.96	67.65	550.85	17.85	0.3115	246.60
9	Anclaje 9	908.05	43.30	594.15	14.14	0.2468	265.60
10	Anclaje 10	885.86	49.30	643.45	24.23	0.4229	287.23
11	Anclaje 11	856.17	41.65	685.10	35.48	0.6192	305.51
12	Anclaje 12	841.27	32.25	717.35	24.80	0.4328	319.67
13	Anclaje 13	836.43	41.14	758.49	6.71	0.1171	337.72
14	Fin de tubería	836.43	6.88	765.37			340.74

Luego de obtener el valor del espesor, al cual se le ha incrementado el sobrepesor por corrosión, procedemos a ajustar los valores a los espesores de las planchas de acero del que están fabricadas la tubería de presión, tal como se aprecia en la tabla 6.9.

Tabla 6.9 Cálculo de los espesores para la tubería de dos tramos

Punto	Nombre	Cota (m)	Máxima. Presión (m)	Longitud (m)	Long Arriba (m)	D (m)	e teorico (m)	e+eo (m)	e real
0	Nivel Máx.	1093.92	0.00		0.00				
0	Inicio	1089.07	4.85	0.00	0.00				
1	Anclaje 1	1069.22	43.23	87.45	87.45	0.900	0.0016	0.0036	0.0048
2	Anclaje 2	1047.35	73.42	68.80	156.25	0.900	0.0028	0.0048	0.0064
3	Anclaje 3	1027.54	107.81	78.35	234.60	0.900	0.0040	0.0060	0.0064
4	Anclaje 4	1010.86	132.78	56.90	291.50	0.900	0.0050	0.0070	0.0079
5	Anclaje 5	983.70	156.96	55.10	346.60	0.900	0.0059	0.0079	0.0079
6	Anclaje 6	958.06	187.79	70.25	416.85	0.900	0.0070	0.0090	0.0095
7	Anclaje 7	940.75	216.91	66.35	483.20	0.800	0.0072	0.0092	0.0095
8	Anclaje 8	918.96	246.60	67.65	550.85	0.800	0.0082	0.0102	0.0111
9	Anclaje 9	908.05	265.60	43.30	594.15	0.800	0.0089	0.0109	0.0111
10	Anclaje 10	885.86	287.23	49.30	643.45	0.800	0.0096	0.0116	0.0127
11	Anclaje 11	856.17	305.51	41.65	685.10	0.800	0.0102	0.0122	0.0127
12	Anclaje 12	841.27	319.67	32.25	717.35	0.800	0.0107	0.0127	0.0127
13	Anclaje 13	836.43	337.72	41.14	758.49	0.800	0.0113	0.0133	0.0143
14	fin de tubería	836.43	340.74	6.88	765.37	0.800	0.0114	0.0134	0.0143

Obtenido los valores de los espesores correspondientes para cada tramo de tubería, pasamos a determinar el costo de la tubería.

6.7 Costo de la tubería forzada

El costo de tubería se determina aplicando las fórmulas correspondientes para la determinación del peso de tubería, como se ha expuesto en el capítulo IV, se calcula en primer lugar el volumen de la tubería por metro lineal aplicando la fórmula correspondiente.

Multiplicando el valor del volumen de acero por metro lineal del que está compuesta la tubería por el costo por metro lineal, que incluye el costo de las planchas, transporte, montaje electromecánico y pintado; se obtiene el costo total de la tubería.

Los cálculos correspondientes para cada uno de los tramos, realizados con la ayuda de una hoja de cálculo, se pueden apreciar en la tabla 6.10.

Tabla 6.10 Cálculo del costo de la tubería forzada de dos tramos

Punto	Nombre	Cota (m)	Máxima. Presión (m)	Longi- tud (m)	D (m)	e real	Area (m2)	Volu- men (m3)	Peso (kg)	Costo (\$)
0	Nivel Máx. Inicio	1093.92 1089.07	0.00 4.85	0.00						
1	Anclaje 1	1069.22	43.23	87.45	0.900	0.0048	0.0136	1.193	9306.75	28013.32
2	Anclaje 2	1047.35	73.42	68.80	0.900	0.0064	0.0182	1.254	9779.86	29437.39
3	Anclaje 3	1027.54	107.81	78.35	0.900	0.0064	0.0182	1.428	11137.39	33523.54
4	Anclaje 4	1010.86	132.78	56.90	0.900	0.0079	0.0225	1.282	10000.50	30101.51
5	Anclaje 5	983.70	156.96	55.10	0.900	0.0079	0.0225	1.242	9684.14	29149.27
6	Anclaje 6	958.06	187.79	70.25	0.900	0.0095	0.0271	1.907	14873.63	44769.64
7	Anclaje 7	940.75	216.91	66.35	0.800	0.0095	0.0242	1.603	12503.33	37635.04
8	Anclaje 8	918.96	246.60	67.65	0.800	0.0111	0.0283	1.913	14924.84	44923.77
9	Anclaje 9	908.05	265.60	43.30	0.800	0.0111	0.0283	1.225	9552.78	28753.87
10	Anclaje 10	885.86	287.23	49.30	0.800	0.0127	0.0324	1.599	12468.82	37531.15
11	Anclaje 11	856.17	305.51	41.65	0.800	0.0127	0.0324	1.351	10534.00	31707.35
12	Anclaje 12	841.27	319.67	32.25	0.800	0.0127	0.0324	1.046	8156.58	24551.31
13	Anclaje 13	836.43	337.72	41.14	0.800	0.0143	0.0366	1.505	11738.95	35334.24
14	fin de tubería	836.43	340.74	6.88	0.800	0.0143	0.0366	0.252	1963.15	5909.08
									146624.74	441340.47

Finalmente se ha obtenido el costo de la tubería de dos tramos con diámetros constantes e iguales a 0.90 y 0.80 metros, siendo la ubicación del cambio de sección en el anclaje 6.

El costo obtenido para esta alternativa es igual a la suma de US\$ 441340.47.

6.8 Conclusiones

Haciendo una comparación entre esta alternativa de tubería de dos tramos y la tubería de diámetro constante, se puede observar que hay un descenso en el costo de alrededor del 9.5%.

Pero como la determinación del cambio de sección fue realizada en forma aproximada, necesitamos un método que nos permita evaluar con certeza si la alternativa elegida es la más óptima.

En el siguiente capítulo se analiza la tubería forzada asumiendo que está compuesta por "N" tramos definidos por los anclajes, para finalmente determinar en forma exacta el número de tramos de tubería con respecto a sus diámetros, así como las ubicación de los cambios de sección.

CAPÍTULO VII

CÁLCULO DE LA TUBERÍA CON N TRAMOS CON CAMBIOS DE SECCIÓN

7.1 Generalidades

El diseño de la tubería de presión con "N" tramos con cambios de sección, se realizará mediante las fórmulas desarrolladas en los capítulos anteriores, y con la ayuda de programas de computación, desarrollados en el lenguaje de programación Fortran, que han de ser unas herramientas muy importante para analizar rápidamente y en forma precisa cada una de las alternativas planteadas para obtener la solución más económica.

El diseño computarizado de la tubería forzada de "N" tramos, con secciones uniformes, comprende determinar los diámetros económicos correspondientes a cada tramo, cálculo de las presiones por efecto del golpe de ariete, cálculo de los espesores y el costo de la tubería. Se tiene como datos iniciales el caudal de flujo que debe conducir la tubería, el perfil topográfico del terreno, el perfil de la tubería con su longitud definida.

La velocidad del flujo está limitada entre 2 y 8 m/seg.

Se determinará en este capítulo, la ubicación de los cambios de sección, para lo cual se parte como número inicial de tramos N, igual al número de tramos de tubería definidos por los anclajes. Finalmente el número de tramos definitivos, considerando los diámetros en la tubería, estará dado por el número de diámetros prácticos hallados o que han sido asignados, sobre la base de los diámetros económicos teóricos hallados.

Los cambios de sección ha de realizarse donde se encuentren los puntos fijos (anclajes); y la transición de una sección a otra se efectúan mediante piezas cónicas, las cuales han de estar empotrados¹.

Posteriormente se determinarán los valores de los diámetros económicos, las variaciones de presión por efecto del golpe de ariete, en este caso de tuberías con cambios de sección, así como los espesores correspondientes para cada tramo de la tubería forzada.

7.2 Diseño computarizado de la tubería forzada con “N” tramos

Se ha elaborado una serie de programas de ayuda de diseño, para analizar las alternativas para la elección de los diámetros económicos que se presentarán en cada uno de los parágrafos correspondientes.

En la figura (7.1) se observa el perfil de la tubería, con los puntos fijos (anclajes) y con las cargas de presión estáticas, que nos permitirán evaluar los diámetros económicos mediante las fórmulas expuestas en el capítulo IV.

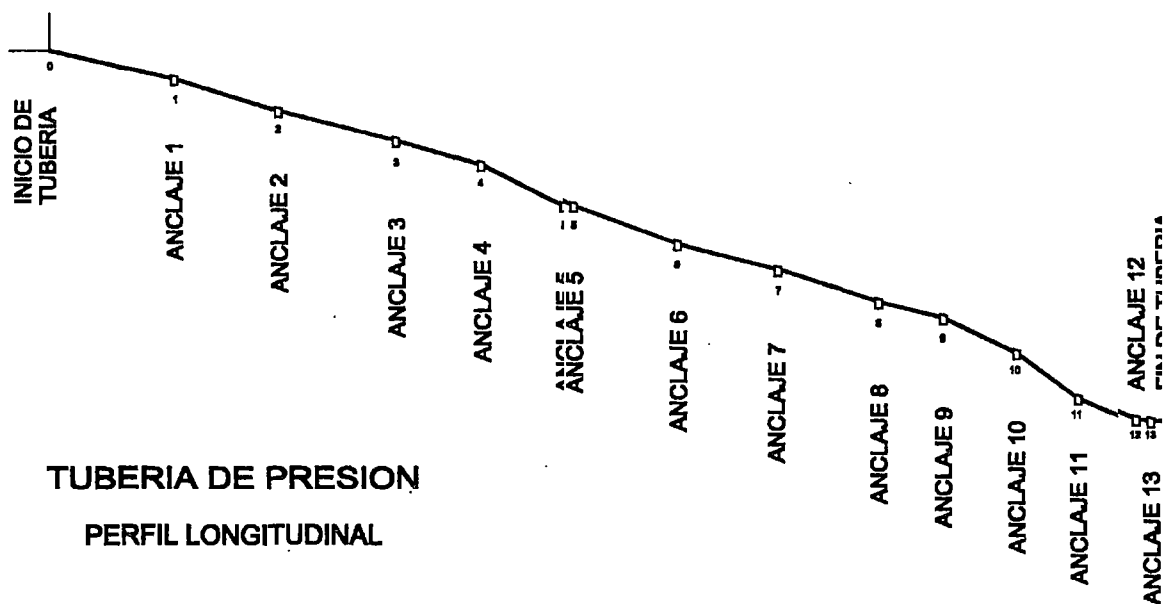


Fig. 7.1 Perfil de la tubería forzada.

¹ Schoklitsch, Armin. "Construcciones Hidráulicas", T II, pagina 282.

En la tabla 7.1, se muestran los tramos considerados, sus longitudes y ángulos de inclinación con respecto a la horizontal y las alturas de carga de presión estática sobre la tubería, en los puntos donde se ubican los anclajes.

Tabla 7.1 Características de la Tubería Forzada y alturas de presión estática

Punto	Nombre	Cota (m)	Alt. Presión (m)	Longitud (m)	Long.acum. arriba (m)	Long.acum. abajo (m)	Angulo (grados)
0	Nivel Máx. inicio	1093.92	0.00		0.00		
1	anclaje 1	1089.07	4.85	0.00	0.00	765.37	12.79
2	anclaje 2	1069.22	24.70	87.45	87.45	677.92	17.63
3	anclaje 3	1047.35	46.57	68.80	156.25	609.12	14.39
4	anclaje 4	1027.54	66.38	78.35	234.60	530.77	16.34
5	anclaje 5	1010.86	83.06	56.90	291.50	473.87	26.24
6	anclaje 6	983.70	110.22	55.10	346.60	418.77	20.05
7	anclaje 7	958.06	135.86	70.25	416.85	348.52	14.62
8	anclaje 8	940.75	153.17	66.35	483.20	282.17	17.85
9	anclaje 9	918.96	174.96	67.65	550.85	214.52	14.14
10	anclaje 10	908.05	185.87	43.30	594.15	171.22	24.23
11	anclaje 11	885.86	208.06	49.30	643.45	121.92	35.48
12	anclaje 12	856.17	237.75	41.65	685.10	80.27	24.80
13	anclaje 13	841.27	252.65	32.25	717.35	48.02	6.71
14	anclaje 14	836.43	257.49	41.14	758.49	6.88	0.00
14	fin de tubería	836.43	257.49	6.88	765.37	0.00	0.00

En la tabla 7.1 tenemos los datos necesarios para analizar la tubería forzada y determinar los diámetros económicos y las ubicaciones de los correspondientes cambios de sección en la tubería.

7.3 Análisis del caso $L_1/L=L_2/L= \dots=L_N/L=1/N$

En este caso se ha de analizar la tubería con “N” tramos, los cuales están definidos por la ubicación de los anclajes. Teniendo un total de 13 anclajes, tal como se muestra en la figura (7.1), definiéndose por lo tanto 14 tramos de tubería, contando cada uno con sus respectivos longitudes conocidas y además de las alturas de carga de presión en sus extremos inferiores, es decir en la ubicación de los anclajes.

En la tabla 7.2 se muestran las características de los tramos considerados de la tubería forzada de N tramos. Debe notarse que los tramos son numerados de arriba hacia abajo, por lo que el tramo 1 estará ubicado en la parte superior de la tubería, pegado a la cámara de carga.

Tabla 7.2 Características de los tramos considerados de la tubería forzada de N tramos (aguas arriba)

Tramo	Punto inferior	Cota (m)	Longitud L (m)	Altura de Presión (m)	H (m)	L.acum Arriba (m)	L.acum abajo (m)
	inicio	1089.07	0.00	4.85	4.85	765.37	0.00
1	anclaje 1	1069.22	87.45	24.70	24.70	677.92	87.45
2	anclaje 2	1047.35	68.80	46.57	46.57	609.12	156.25
3	anclaje 3	1027.54	78.35	66.38	66.38	530.77	234.60
4	anclaje 4	1010.86	56.90	83.06	83.06	473.87	291.50
5	anclaje 5	983.70	55.10	110.22	110.22	418.77	346.60
6	anclaje 6	958.06	70.25	135.86	135.86	348.52	416.85
7	anclaje 7	940.75	66.35	153.17	153.17	282.17	483.20
8	anclaje 8	918.96	67.65	174.96	174.96	214.52	550.85
9	anclaje 9	908.05	43.30	185.87	185.87	171.22	594.15
10	anclaje 10	885.86	49.30	208.06	208.06	121.92	643.45
11	anclaje 11	856.17	41.65	237.75	237.75	80.27	685.10
12	anclaje 12	841.27	32.25	252.65	252.65	48.02	717.35
13	anclaje 13	836.43	41.14	257.49	257.49	6.88	758.49
14	fin de tubería	836.43	6.88	257.49	257.49	0.00	765.37

Con los datos mostrados en la tabla 7.2, hallaremos los diámetros económicos, tomando en consideración los datos iniciales.

D (m)	L (m)	Q (m ³ /seg)	f
0.843	765.37 m	1.3	0.019

7.4 Diámetros económicos

Los diámetros económicos para la tubería de N tramos de sección constante serán hallados mediante la utilización de las fórmulas siguientes obtenidas en el capítulo IV, y que a continuación se resumen:

$$D_1 = \frac{D}{L^{1/5} H_1^{1/7}} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} + L_3 H_3^{5/7} + \dots + L_N H_N^{5/7} \right]^{1/5} \quad (4.75)$$

$$D_2 = \frac{D}{L^{1/5} H_2^{1/7}} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} + L_3 H_3^{5/7} + \dots + L_N H_N^{5/7} \right]^{1/5} \quad (4.76)$$

$$D_3 = \frac{D}{L^{1/5} H_3^{1/7}} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} + L_3 H_3^{5/7} + \dots + L_N H_N^{5/7} \right]^{1/5} \quad (4.77)$$

$$D_N = \frac{D}{L^{1/5} H_N^{1/7}} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} + L_3 H_3^{5/7} + \dots + L_N H_N^{5/7} \right]^{1/5} \quad (4.78)$$

donde:

- D : Diámetro económico de la tubería de sección constante.
- L : Longitud de la tubería de sección constante.
- D₁ : Diámetro económico del tramo de tubería 1 (superior, junto a la cámara de carga).
- L₁ : Longitud del tramo de tubería 1 (superior, junto a la cámara de carga).
- D_i : Diámetro económico del tramo de tubería i (inferior). (i=2, 3, ..., N).
- L_i : Longitud del tramo de tubería i (inferior). (i=2, 3, ..., N).
- H₁ : Altura de presión estática en la parte inferior del tramo 1 de la tubería.
- H_i : Altura de presión estática en la parte inferior del tramo i de la tubería. (i=2, 3, ..., N).

Nota: Se considera H₁, H₂, H₃, ..., y H_N, como las alturas de presión estáticas en la parte inferior de sus respectivos tramos, porque el factor de sobrepresión por golpe de ariete se elimina al intervenir en ambos miembros de las expresiones (4.75), (4.76), (4.77) y (4.78), para hallar los diámetros económicos de cada uno de los tramos de la tubería.

Con los datos de la tabla 7.2 podemos calcular los valores de los diámetros económicos para cada tramo de la tubería, tomando en cuenta también los siguientes datos para la tubería:

D (m)	L (m)	Q (m ³ /seg)	f
0.843	765.37 m	1.3	0.019

Diámetro económico D_1

Calculemos los diámetros económicos, por ejemplo, para el tramo 1, o sea el tramo considerado desde la cámara de carga (inicio) hasta el anclaje 1. Entonces tendremos los siguientes valores:

$$L_1 = 87.45 \text{ m.}$$

$$H_1 = 24.70 \text{ m.}$$

$$L = 765.37 \text{ m.}$$

En la tabla 7.3 se realizan los cálculos para obtener los diámetros económicos, determinándose que la sumatoria es igual a:

$$\left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} + L_3 H_3^{5/7} + \dots + L_N H_N^{5/7} \right]^{1/5} = (24212.8)^{1/5} = 7.5302$$

Reemplazando estos valores en la fórmula (4.75), se tiene:

$$D_1 = \frac{0.843}{765.37^{1/5} \times 87.45^{1/7}} [7.5302]^{1/5} = 1.064 \text{ m}$$

$$D_1 = 1.064 \text{ m.}$$

Diámetro económico D_2

Para el tramo 2, o sea el considerado desde el anclaje 1 hasta el anclaje 2, se tiene los siguientes datos:

$$L_2 = 68.80 \text{ m.}$$

$$H_2 = 46.57 \text{ m.}$$

$$L = 765.37 \text{ m.}$$

Reemplazando estos valores en la fórmula (4.76), se tiene:

$$D_2 = \frac{0.843}{765.37^{1/5} \times 46.57^{1/7}} [7.5302]^{1/5} = 0.972 \text{ m}$$

$$D_2 = 0.972 \text{ m.}$$

Diámetro económico D_3

Para el tramo 3, o sea el considerado desde el anclaje 2 hasta el anclaje 3, se tiene los siguientes datos:

$$L_3 = 78.35 \text{ m.}$$

$$H_3 = 66.38 \text{ m.}$$

$$L = 765.37 \text{ m.}$$

Reemplazando estos valores en la fórmula (4.77), se tiene:

$$D_3 = \frac{0.843}{765.37^{1/5} \times 66.38^{1/7}} [7.5302]^{1/5} = 0.924 \text{ m}$$

$$\boxed{D_3 = 0.924 \text{ m.}}$$

Diámetro económico D_{14}

Y así sucesivamente, para el tramo 14, o sea el considerado desde el anclaje 13 hasta el final de la tubería, se tiene siguientes datos:

$$L_{14} = 6.88 \text{ m.}$$

$$H_{14} = 257.49 \text{ m.}$$

$$L = 765.37 \text{ m.}$$

Reemplazando estos valores en la fórmula (4.78), se tiene:

$$D_{14} = \frac{0.843}{765.37^{1/5} \times 257.49^{1/7}} [7.5302]^{1/5} = 0.761 \text{ m}$$

$$\boxed{D_{14} = 0.761 \text{ m.}}$$

De la misma forma se calculan los demás diámetros económicos para todos los tramos de la tubería, cuyos resultados se muestran en la tabla 7.3.

El criterio para la elección de los diámetros económicos, es el que estos diámetros deben cumplir con los límites de velocidad, que están comprendidos entre 2 y 8 m/seg. Siguiendo este criterio confeccionamos la tabla 7.4, donde se muestran las velocidades del flujo para cada una de las alternativas.

Tabla 7.3 Cálculo de los diámetros económicos de los 14 tramos considerados de la tubería forzada

Tramo i	Punto	Cota (m)	Long. Acum (m)	Longitud L (m)	Altura de Presión H_i (m)	$L_i * H_i^{5/7}$	D_i (m)	Dasig (m)
	Inicio	1089.07	0.00	0.00	4.85			
1	Anclaje 1	1069.22	87.45	87.45	24.70	864.059	1.064	1.000
2	Anclaje 2	1047.35	156.25	68.80	46.57	1069.28	0.972	1.000
3	Anclaje 3	1027.54	234.60	78.35	66.38	1568.53	0.924	0.900
4	Anclaje 4	1010.86	291.50	56.90	83.06	1336.92	0.895	0.900
5	Anclaje 5	983.70	346.60	55.10	110.22	1584.56	0.859	0.900
6	Anclaje 6	958.06	416.85	70.25	135.86	2345.76	0.834	0.800
7	Anclaje 7	940.75	483.20	66.35	153.17	2413.68	0.820	0.800
8	Anclaje 8	918.96	550.85	67.65	174.96	2706.24	0.804	0.800
9	Anclaje 9	908.05	594.15	43.30	185.87	1808.64	0.797	0.800
10	Anclaje 10	885.86	643.45	49.30	208.06	2232.01	0.785	0.800
11	Anclaje 11	856.17	685.10	41.65	237.75	2074.17	0.770	0.800
12	Anclaje 12	841.27	717.35	32.25	252.65	1677.32	0.763	0.800
13	Anclaje 13	836.43	758.49	41.14	257.49	2168.88	0.761	0.800
14	Fin de tubería	836.43	765.37	6.88	257.49	362.711	0.761	0.800
Σ						24212.80		

Tabla 7.4 Verificación de las velocidades en los tramos de la tubería forzada

Tramo	Punto	Cota (m)	Longitud L (m)	Altura de Presión H_i (m)	H (m)	D_i (m)	D_y asig (m)	V teor m/seg.	V real M/seg.	Ver
	inicio	1089.07	0.00	4.85	4.85	----	----	----	----	
1	anclaje 1	1069.22	87.45	24.70	24.70	1.064	1.000	1.462	1.655	X
2	anclaje 2	1047.35	68.80	46.57	46.57	0.972	1.000	1.753	1.655	X
3	anclaje 3	1027.54	78.35	66.38	66.38	0.924	0.900	1.940	2.043	Ok
4	anclaje 4	1010.86	56.90	83.06	83.06	0.895	0.900	2.068	2.043	Ok
5	anclaje 5	983.70	55.10	110.22	110.22	0.859	0.900	2.242	2.043	Ok
6	anclaje 6	958.06	70.25	135.86	135.86	0.834	0.800	2.380	2.586	Ok
7	anclaje 7	940.75	66.35	153.17	153.17	0.820	0.800	2.463	2.586	Ok
8	anclaje 8	918.96	67.65	174.96	174.96	0.804	0.800	2.558	2.586	Ok
9	anclaje 9	908.05	43.30	185.87	185.87	0.797	0.800	2.603	2.586	Ok
10	anclaje 10	885.86	49.30	208.06	208.06	0.785	0.800	2.688	2.586	Ok
11	anclaje 11	856.17	41.65	237.75	237.75	0.770	0.800	2.793	2.586	Ok
12	anclaje 12	841.27	32.25	252.65	252.65	0.763	0.800	2.842	2.586	Ok
13	anclaje 13	836.43	41.14	257.49	257.49	0.761	0.800	2.857	2.586	Ok
14	Fin de tub.	836.43	6.88	257.49	257.49	0.761	0.800	2.857	2.586	Ok

En la tabla 7.4, se puede observar que se han definido tres sectores claramente definidos por los diámetros 0.8, 0.9 y 1.0 metros, pero en los tramos 13 y 14, no se cumplen con la condición de la velocidad, el cual debe estar

comprendida entre 2 y 8 m/seg. Por lo tanto, el diámetro igual a 1.00 m de los tramos 1 y 2, debe ser cambiado al inmediato inferior, que se igual a 0.90 m, con lo cual se cumple con este criterio.

Finalmente en la tabla 7.5 se observan los diámetros definitivos que ha de tener la tubería forzada, donde todos los tramos de la tubería cumplen con la condición de la velocidad (son mayores a 2 m/seg.). Los diámetros prácticos asignados a cada uno de los tramos, son los que más se aproximan a los resultados teóricos obtenidos.

Tabla 7.5 Verificación de las velocidades en los tramos de la tubería forzada

Tramo	Punto	Cota (m)	Longitud L (m)	Angulo (grados)	Altura de Presión H_i (m)	H (m)	D_i asig (m)	V real m/seg.	ver
	inicio	1089.07	0.00		4.85	4.85	----	----	
1	anclaje 1	1069.22	87.45	12.79	24.70	24.70	0.900	2.043	Ok
2	anclaje 2	1047.35	68.80	17.63	46.57	46.57	0.900	2.043	Ok
3	anclaje 3	1027.54	78.35	14.39	66.38	66.38	0.900	2.043	Ok
4	anclaje 4	1010.86	56.90	16.34	83.06	83.06	0.900	2.043	Ok
5	anclaje 5	983.70	55.10	26.24	110.22	110.22	0.900	2.043	Ok
6	anclaje 6	958.06	70.25	20.05	135.86	135.86	0.800	2.586	Ok
7	anclaje 7	940.75	66.35	14.62	153.17	153.17	0.800	2.586	Ok
8	anclaje 8	918.96	67.65	17.85	174.96	174.96	0.800	2.586	Ok
9	anclaje 9	908.05	43.30	14.14	185.87	185.87	0.800	2.586	Ok
10	anclaje 10	885.86	49.30	24.23	208.06	208.06	0.800	2.586	Ok
11	anclaje 11	856.17	41.65	35.48	237.75	237.75	0.800	2.586	Ok
12	anclaje 12	841.27	32.25	24.80	252.65	252.65	0.800	2.586	Ok
13	anclaje 13	836.43	41.14	6.71	257.49	257.49	0.800	2.586	Ok
14	Fin de tubería	836.43	6.88	0.00	257.49	257.49	0.800	2.586	Ok

El diseño de la tubería forzada coincide con el hallado en el capítulo VI, en cuanto a los diámetros hallados e iguales a 0.80 y 0.90 m, pero en esta última alternativa, la ubicación del cambio de sección se encuentra en el anclaje 5.

En la tabla 7.5, también se observa que la diferencia en la ubicación del cambio de sección afectará a la alternativa del capítulo VI, en la altura de presión estática en dicho punto. Se debe notar que los diámetros prácticos influyen notablemente en el diseño final, puesto que determinan los diámetros finales y el número de cambios de sección en la tubería forzada.

Posteriormente con la determinación de los espesores a lo largo de la tubería, se evaluará el costo total, para luego ser comparada con la alternativa de tubería de un solo tramo.

7.5 Cálculo de las presiones por efecto del golpe de ariete

Para calcular las presiones por efecto del golpe de ariete se empezará por calcular la velocidad de propagación de la onda de presión a . La velocidad de las ondas de presión en una tubería forzada con paredes delgadas está dado por la fórmula (2.56):

$$a = \sqrt{\frac{1}{\frac{\gamma}{g} \left(\frac{1}{K} + \frac{Dc}{Ee} \right)}} \quad (2.56)$$

Donde:

- a : Aceleración de la onda de presión.
- γ : Peso específico del agua.
- E : Módulo de elasticidad del material de la tubería.
- e : Espesor de las paredes de la tubería.
- D : Diámetro interior de la tubería.
- g : Aceleración de la gravedad.
- K : Módulo de elasticidad volumétrica del agua (kg/m^2)
- μ : Módulo de Poisson.
- c : Constante que depende del material de la tubería y de su libertad de movimiento en la dirección longitudinal, en nuestro caso por ser una tubería con juntas de expansión entre anclajes. $c = 1 - \frac{\mu}{2}$

Para una tubería de acero comercial:

$$\mu = 0.25$$

Entonces:

$$c = 1 - \frac{0.25}{2} = 0.875$$

$$c = 0.875$$

El espesor de la tubería puede ser hallado por la fórmula

$$e = k_1 \frac{\gamma D H}{2 \sigma} + e_0 \quad (4.5)$$

donde:

e : Espesor de la tubería en m.

D : Diámetro interior en m.

σ : Esfuerzo de tracción del acero en kg/m^2 .

$$\sigma = 1500 \text{ kg/cm}^2 = 1.5 \times 10^7 \text{ kg/m}^2$$

γ : Peso específico del agua en kg/m^3 .

e_0 : Espesor adicional por corrosión en m, entre 2-5 mm.

γ_c : Peso específico del acero en kg/m^3 .

D : Diámetro interior en m.

k_1 : Factor de eficiencia de la soldadura.

H : Altura de presión estática en metros

Para una temperatura de 25°C , el módulo de elasticidad volumétrica del agua es igual:

$$K = 22.8 \times 10^7 \text{ kg/m}^2.$$

El módulo de elasticidad del acero comercial es igual a:

$$E = 2.1 \times 10^{10} \text{ kg/m}^2.$$

Reemplazando valores en la fórmula del espesor:

Para la tubería de diámetro $D_1 = 0.90 \text{ m}$

$$H_1 = 135.86 \text{ m} \times 1.3 = 176.62 \text{ m.}$$

$$e_1 = \frac{1000 \times 0.9 \times 176.62}{2 \times 1.5 \times 10^7} + 0.002 = 0.0073 \text{ m}$$

$$e_1 = 0.0073 \text{ m.}$$

Según la tabla 7:6, el espesor práctico asignado será:

$$e_1 = 0.00794 \text{ m.}$$

Finalmente hallamos la velocidad de la onda de presión:

$$a_1 = \sqrt{\frac{1}{\frac{1000}{9.81} \left(\frac{1}{22.8 \times 10^7} + \frac{0.8 \times 0.875}{2.1 \times 10^{10} \times 0.00794} \right)}} = 1069.02 \text{ m/seg.}$$

$a_1 = 1069.02 \text{ m/seg.}$

Para la tubería de diámetro $D_2 = 0.80 \text{ m}$

$H_2 = 257.49 \times 1.3 = 334.74 \text{ m.}$

$$e = \frac{1000 \times 0.8 \times 334.74}{2 \times 1.5 \times 10^7} + 0.002 = 0.01192 \text{ m}$$

$e_2 = 0.0119 \text{ m.}$

Según la tabla 7.6, el espesor práctico asignado será:

$e_2 = 0.0127 \text{ m.}$

Finalmente hallamos la velocidad de la onda de presión:

$$a_2 = \sqrt{\frac{1}{\frac{1000}{9.81} \left(\frac{1}{22.8 \times 10^7} + \frac{0.8 \times 0.875}{2.1 \times 10^{10} \times 0.0127} \right)}} = 1182.92 \text{ m/seg.}$$

$a_2 = 1182.92 \text{ m/seg.}$

Tabla 7.6 Equivalencia de diámetros prácticos

Espesor	1/4"	5/16"	3/8"	7/16"	1/2"	5/8"	11/16"	3/4"	7/8"	1"
(cm)	0.635	0.794	0.952	1.111	1.27	1.587	1.746	1.905	2.222	2.54

Seguidamente procedemos con los datos de la tabla anterior a calcular las sobrepresiones por efecto del golpe de ariete en la tubería con cambio de sección.

Se determinará las presiones por efecto del golpe de ariete en la tubería por el método de las características, expuesto en el capítulo IV. Posteriormente se hará una comparación de los resultados obtenidos para diferentes tiempos de cierre de

la válvula de control de flujo, con la finalidad de obtener las presiones máximas y mínimas en cada tramo de tubería.

7.5.1 Cálculo de las presiones por el método de las características

Se aplica el método de las características para la determinación de las sobrepresiones por consecuencia del golpe de ariete, expuesto en los capítulos 3.4.y 3.5.

Siendo este método el que mejor define las características del golpe de ariete y con el cuál se logran resultados más exactos, ha sido empleado en el cálculo de las sobrepresiones y depresiones que ocurren en la tubería de dos tramos, mediante los programas desarrollados para los casos de cierre lineal y no lineal, en lenguaje de programación Fortran.

Caso de tubería de “N” tramos para cierre lineal

El caso de la tubería de dos tramos para un cierre lineal es analizado mediante el programa MCNTN.FOR que nos permite calcular las sobrepresiones y velocidades del flujo para diferentes secciones de la tubería; siendo analizados dichos parámetros para diferentes tiempos que se inician desde un tiempo cero, es decir cuando el flujo discurre en condiciones normales, sin perturbaciones, hasta un tiempo de 20 segundos, y que nos permite observar lo que ocurre en la tubería ante un cierre de la válvula de control de flujo.

Se debe señalar que el golpe de ariete ha sido analizado para diferentes tiempos de cierre lineal $TC = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ y 7 segundos.

El listado del programa para el análisis del golpe de ariete en tuberías con cambios de sección para condiciones de cierre, es decir, lineal y no lineal, ya fue presentado en el capítulo anterior. Este programa está desarrollado en forma general por lo que también se empleará en el análisis de la tubería de N tramos, para los casos de cierre lineal y no lineal.

Con la aplicación del programa, se obtienen los resultados para el caso de la tubería de dos tramos con diámetros constantes, tal como se observa en el listado N° 5 (ver anexo correspondiente), en el cuál se presentan dichos resultados en forma parcial por ser demasiado extenso, para los tiempos más representativos.

A continuación en las páginas siguientes se presentan los gráficos 7.1a, 7.2a, 7.3a, 7.4a, 7.5a, 7.6a y 7.7a, que corresponden a las presiones máximas, presiones estáticas y presiones mínimas a lo largo de la tubería para tiempos de cierre lineal de la válvula de control iguales a TC = 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 segundos.

Asimismo se presentan los gráficos 7.1b, 7.2b, 7.3b, 7.4b, 7.5b, 7.6b y 7.7b, que corresponden a las presiones máximas en la válvula de control, en el centro y en la parte superior de la tubería, desde un tiempo cero hasta los 20 segundos. Estas presiones son calculadas para tiempos de cierre lineal de la válvula de control iguales a 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 segundos.

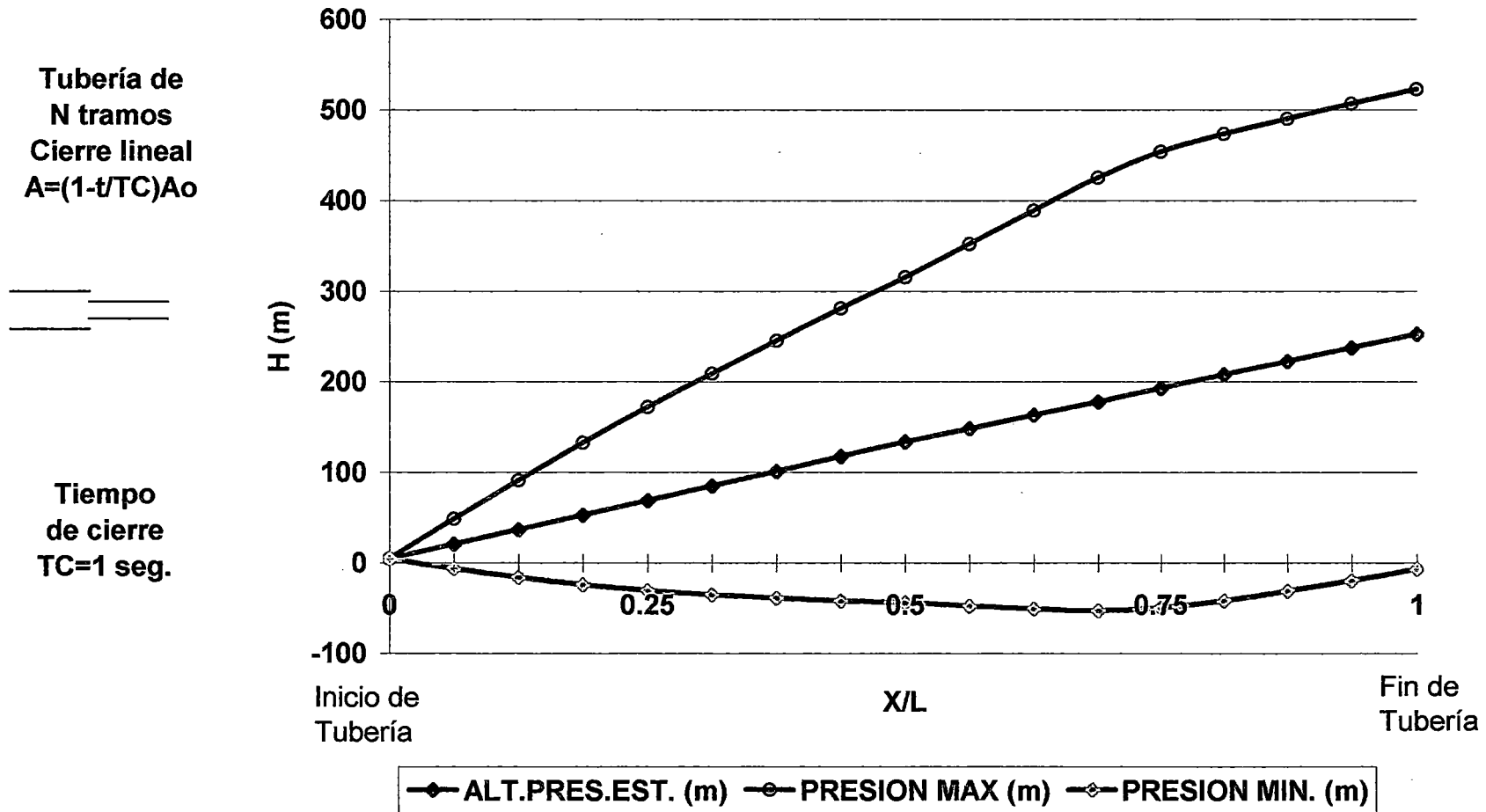
En la tabla 7.7 se presenta un resumen de las sobrepresiones que ocurren en la tubería, por efecto del golpe de ariete para una condición de cierre lineal para la tubería de "N" tramos con diámetros constantes.

Tabla 7.7 Presiones máximas en la tubería de dos tramos para cierre lineal

TC (seg)	Tiempo de ocurrencia (seg)	Presión Máxima en la Válvula (m)	% Sobrepresión
1	1.016	522.94	103.1
2	1.342	428.43	66.4
3	1.342	370.01	43.7
4	1.342	340.74	32.3
5	1.342	323.15	25.5
6	1.342	311.41	20.9
7	1.342	303.03	17.7

TC: Tiempo de cierre.

Gráfico 7.1a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre lineal TC=1 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.1b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 1 seg)

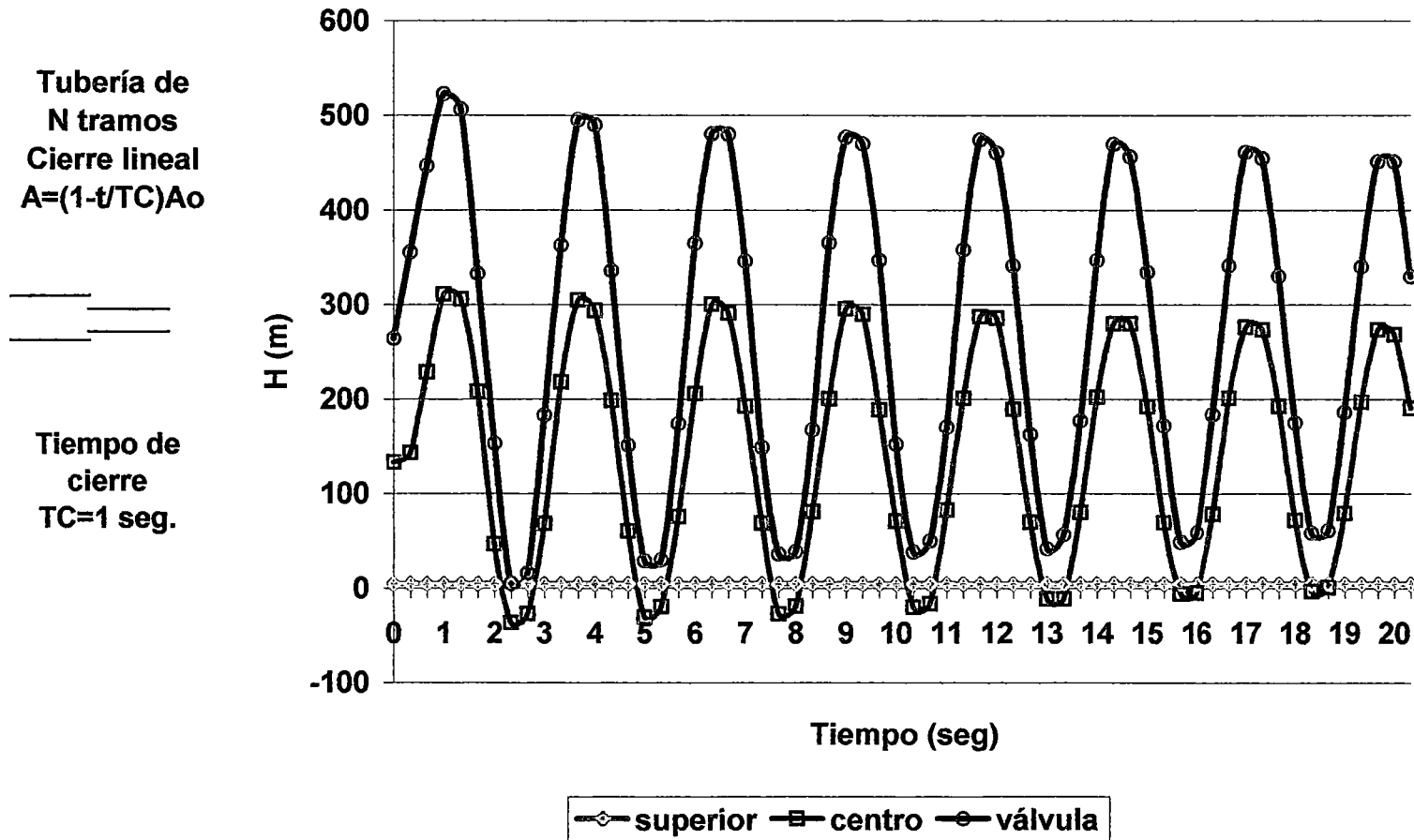
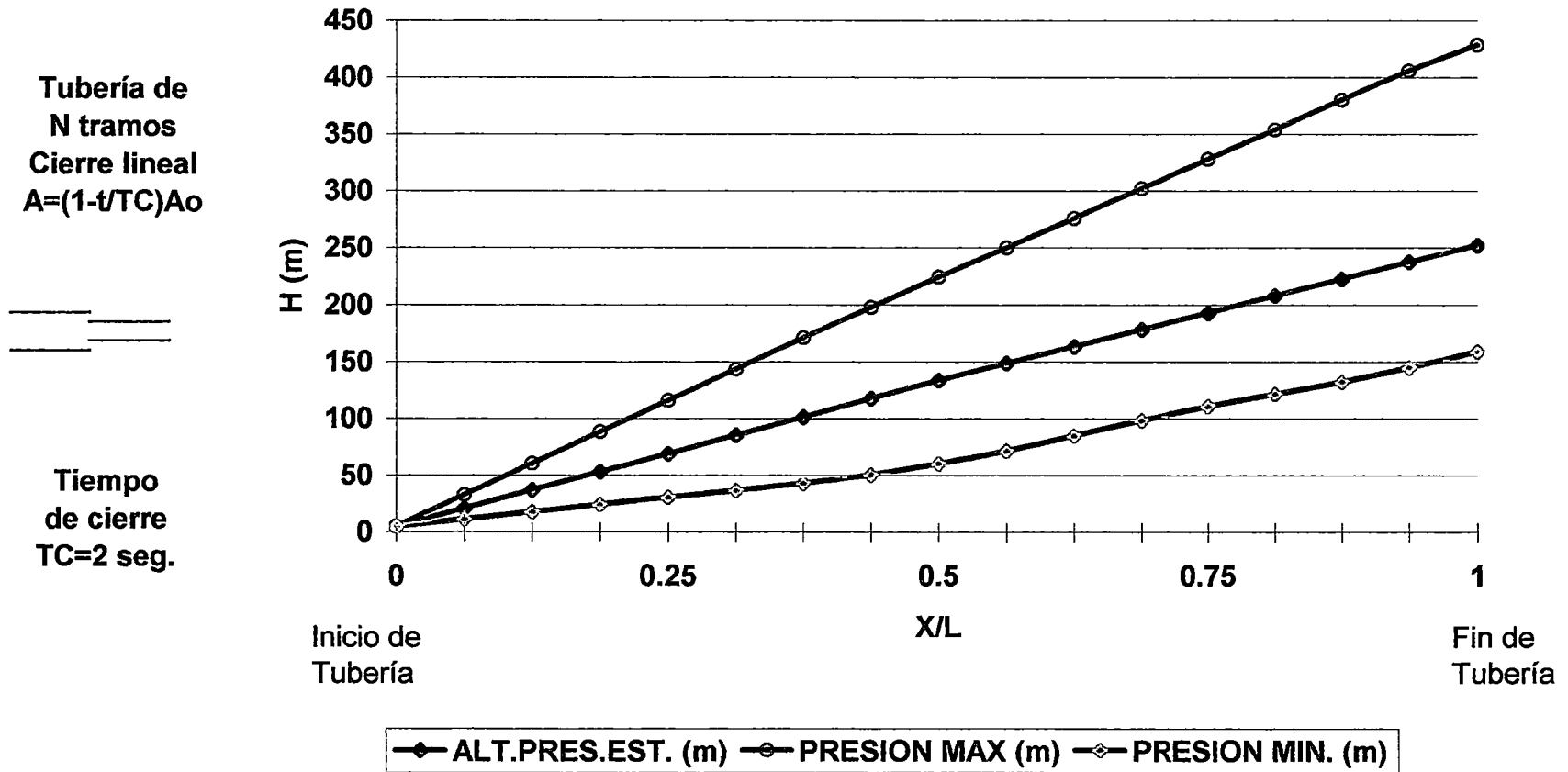


Gráfico 7.2a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre lineal TC=2 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.2b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 2 seg)

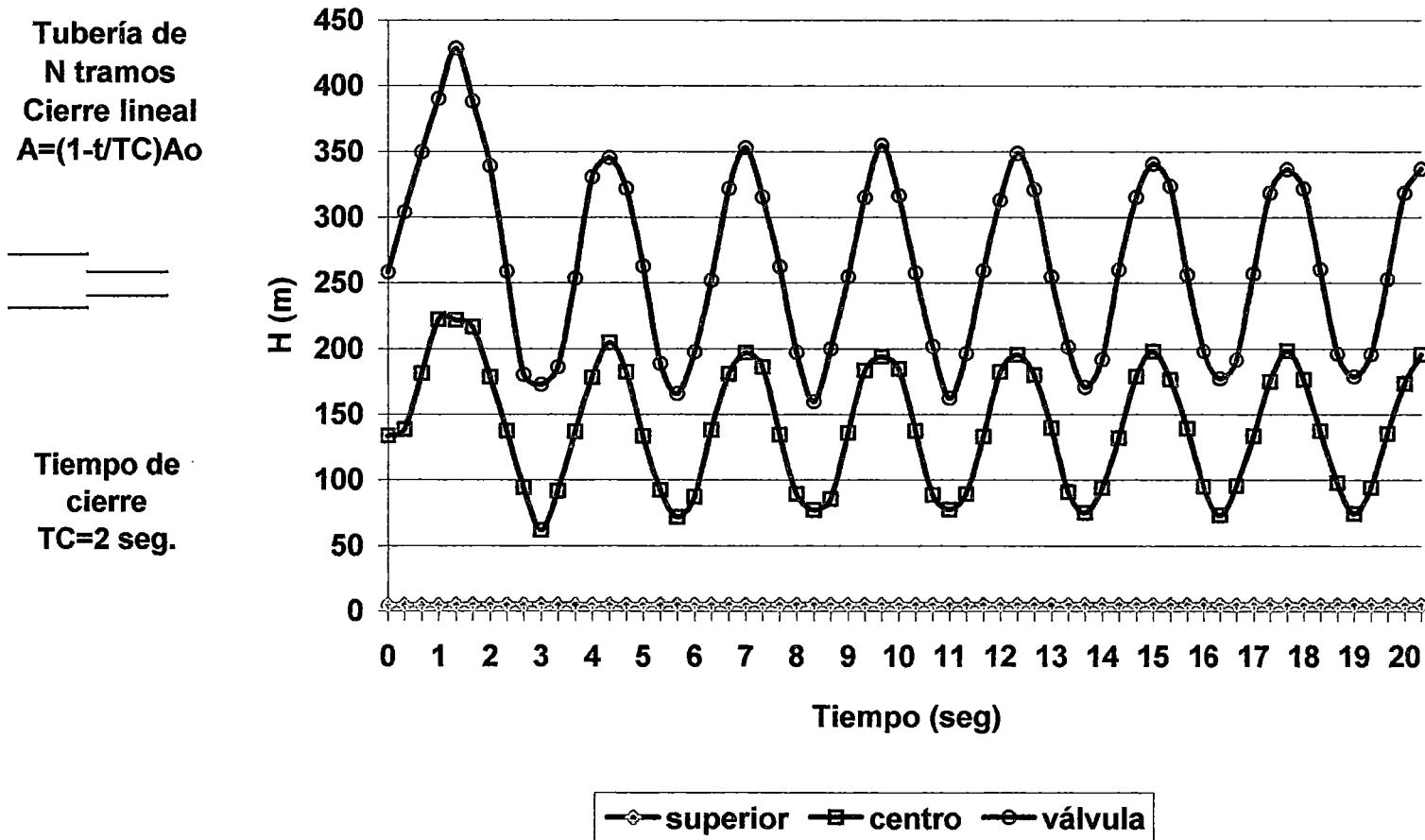
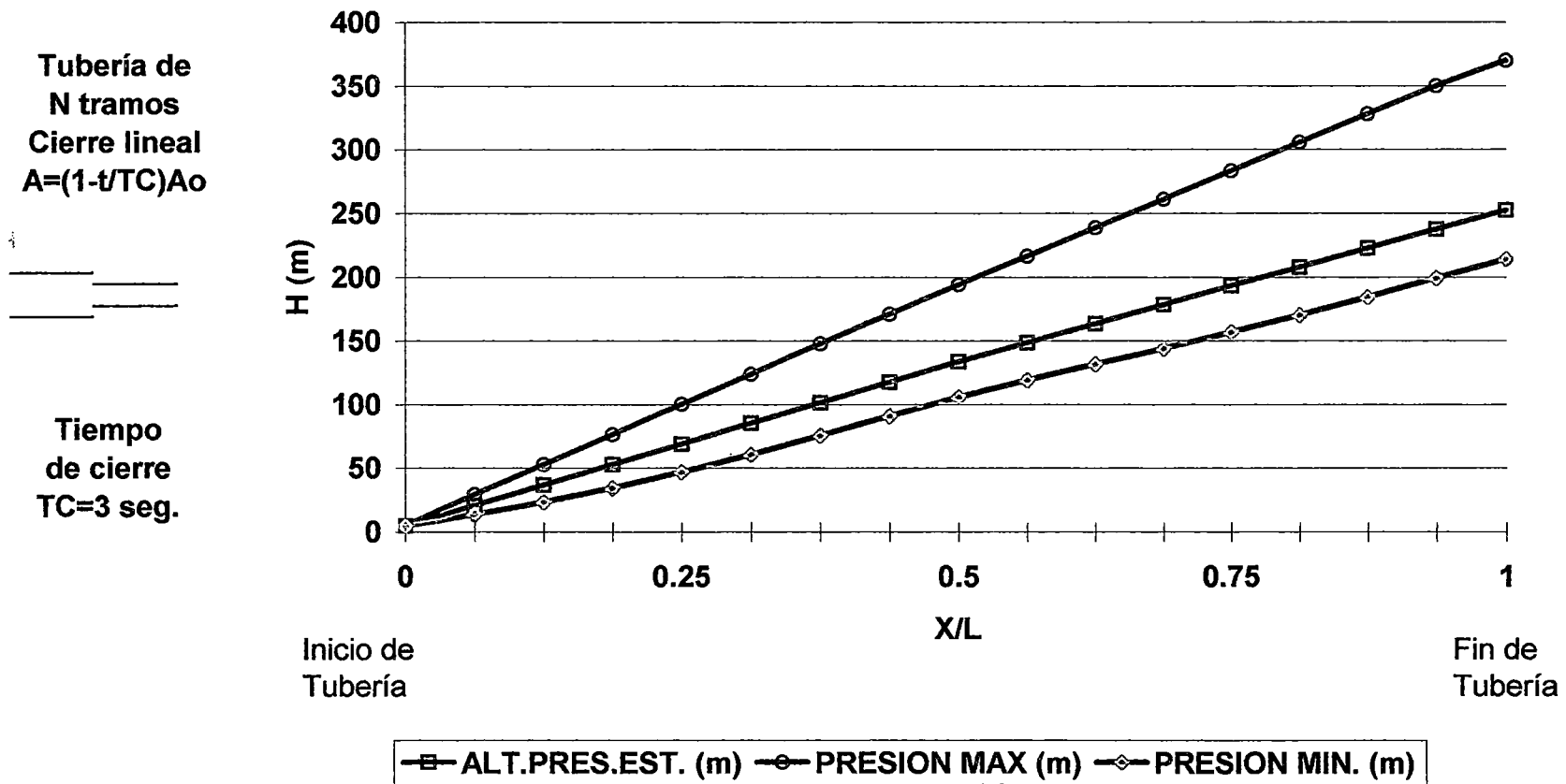


Gráfico 7.3a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre lineal TC=3 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.3b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 3 seg)

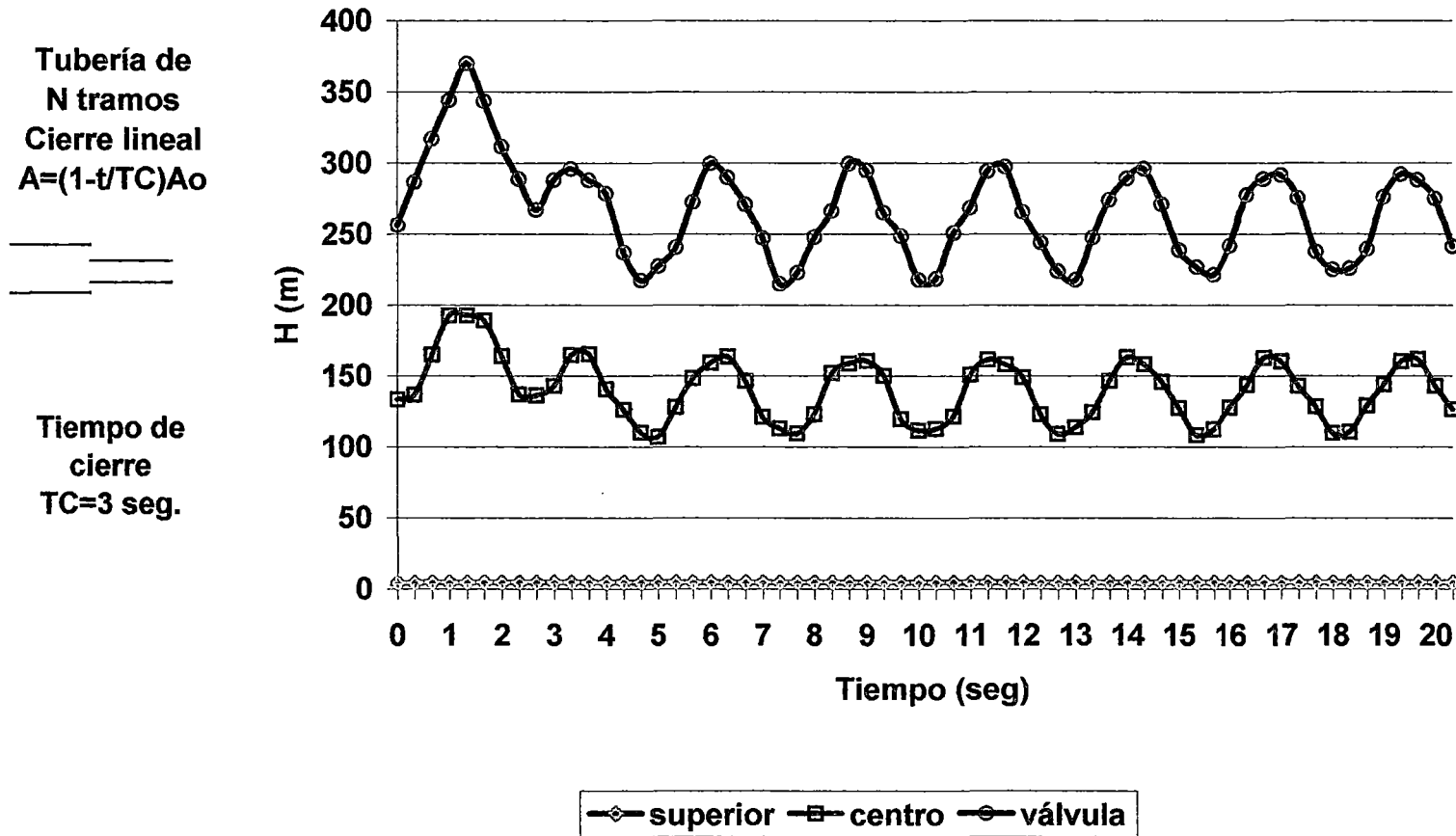
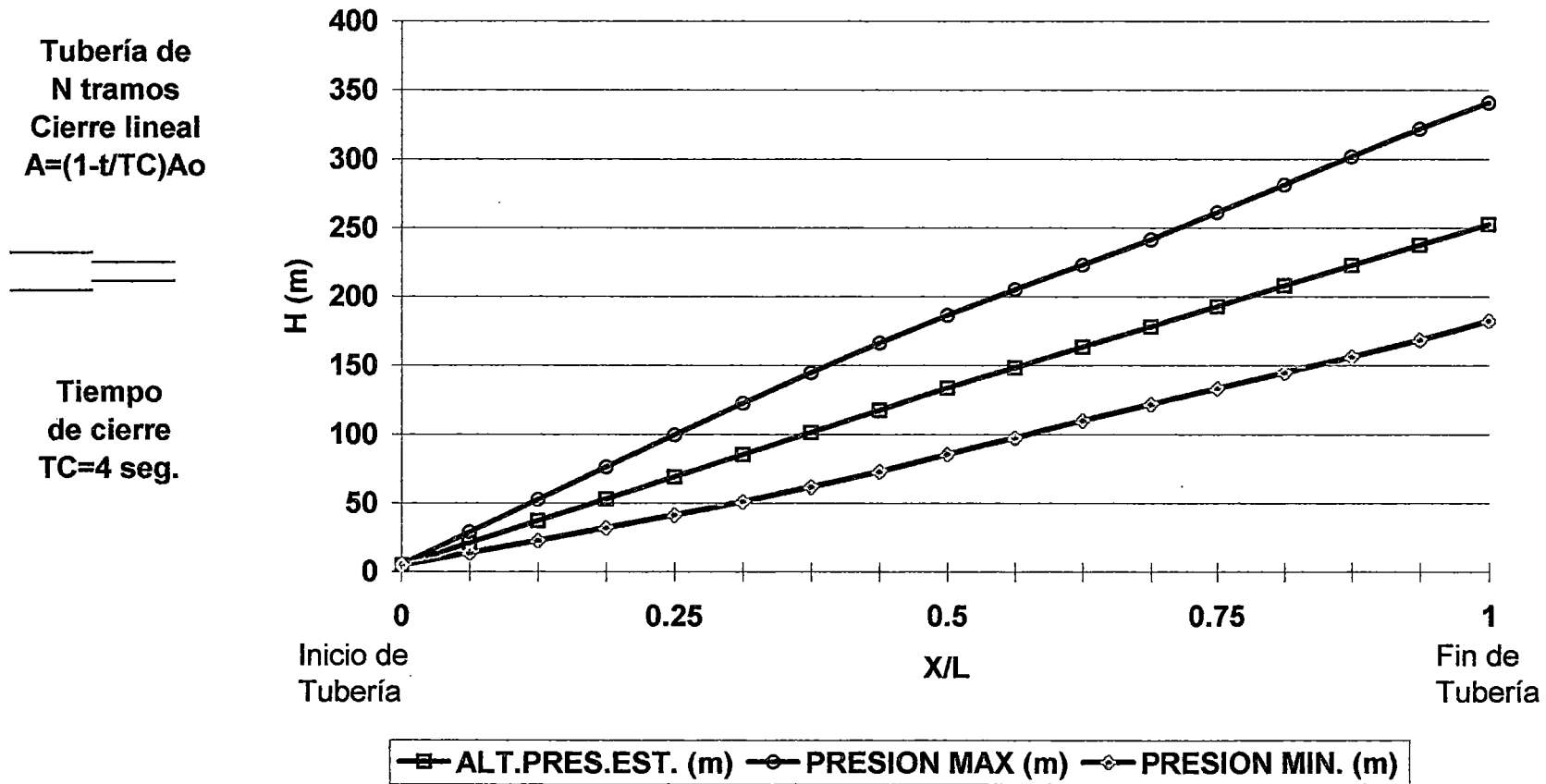


Gráfico 7.4a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre lineal TC=4 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.4b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 4 seg)

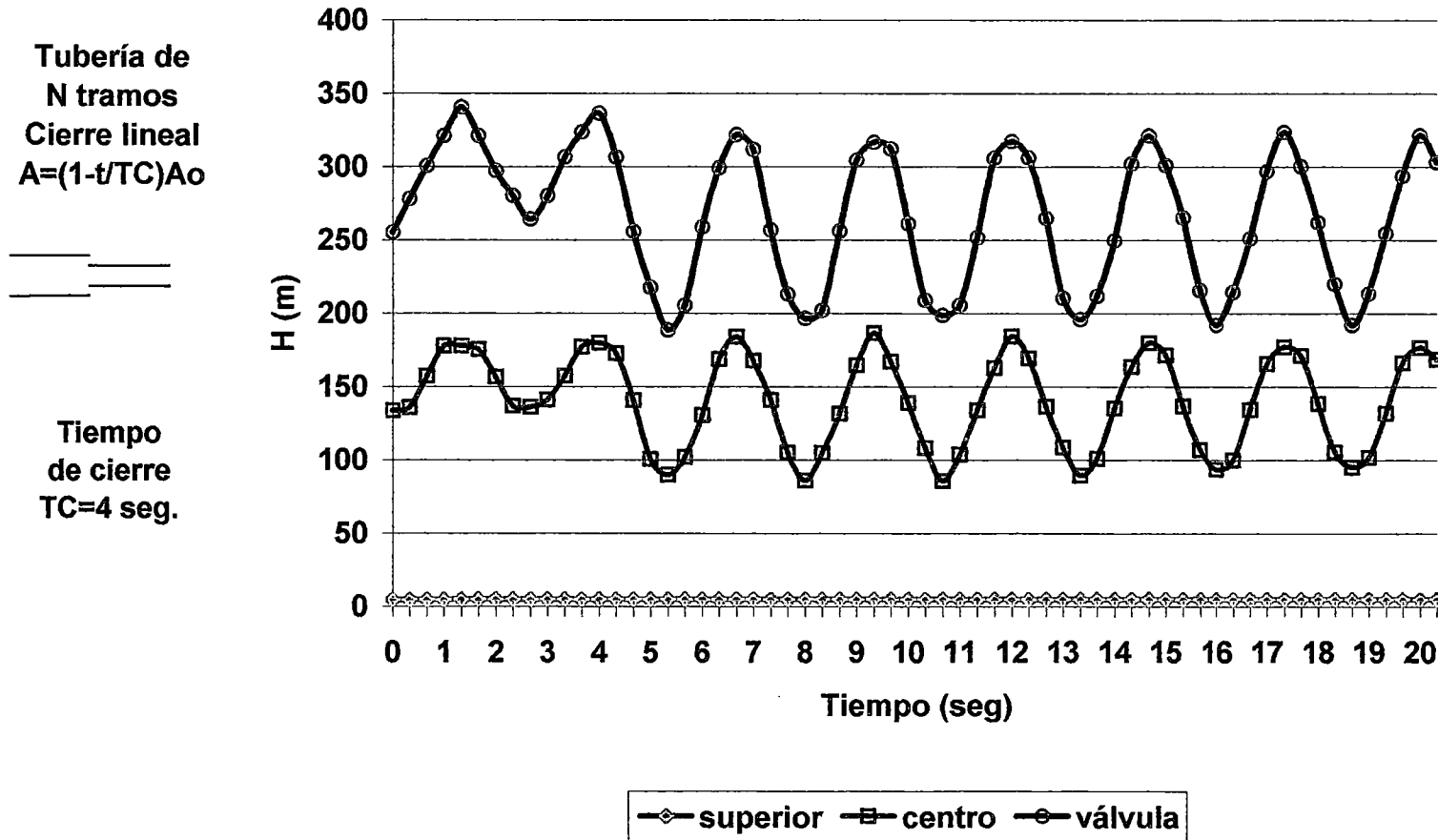
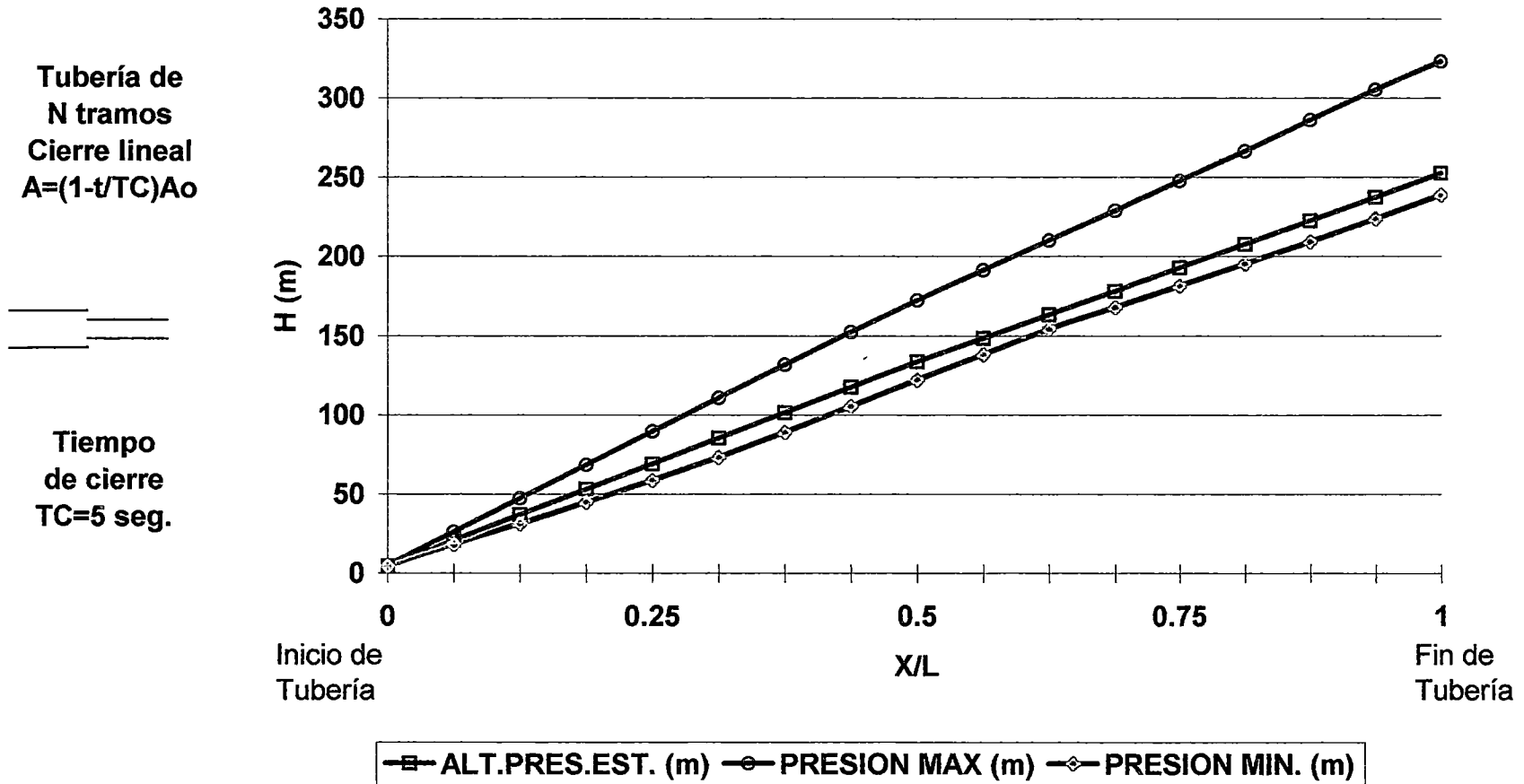


Gráfico 7.5a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre lineal TC=5 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.5b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 5 seg)

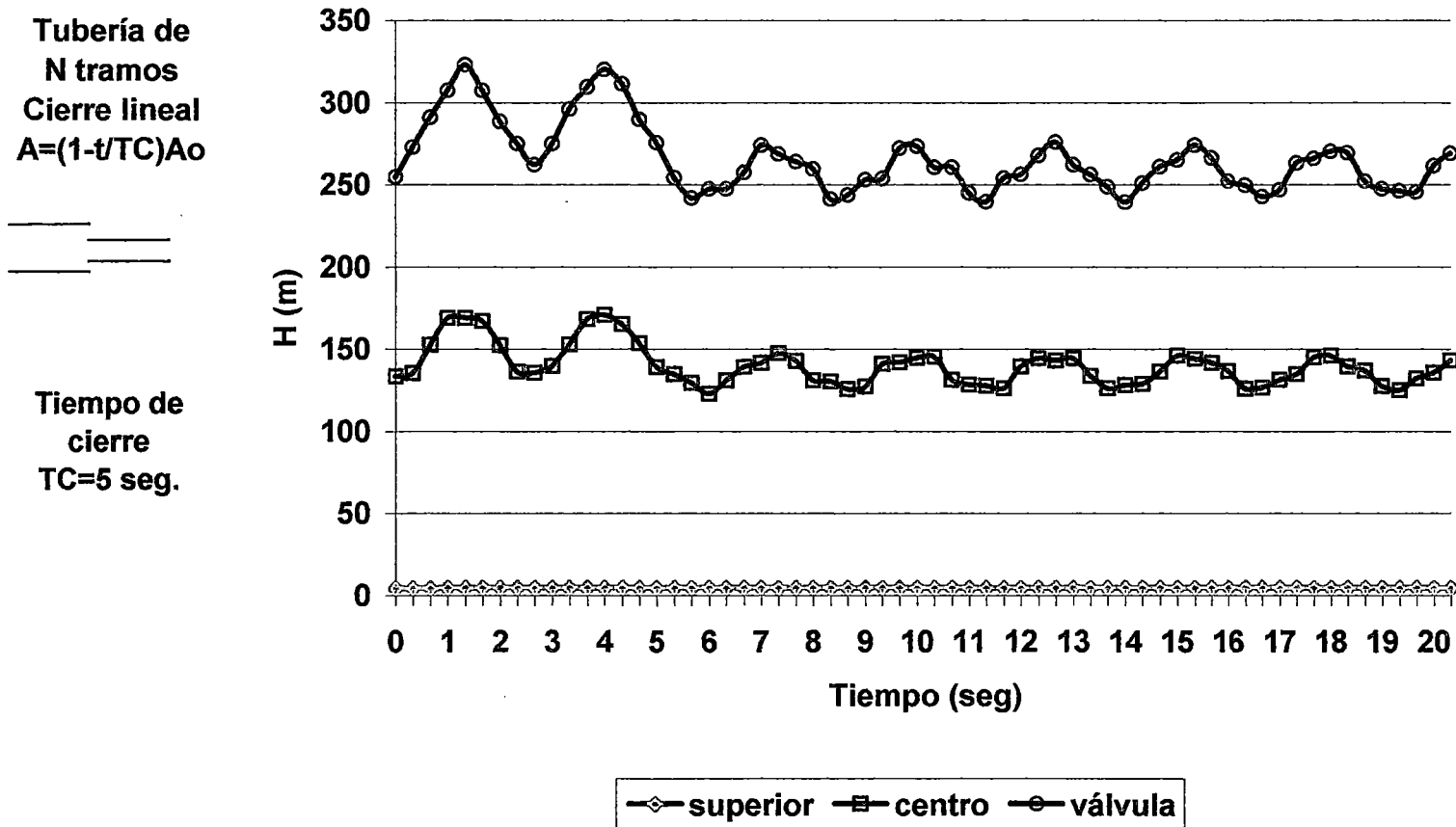
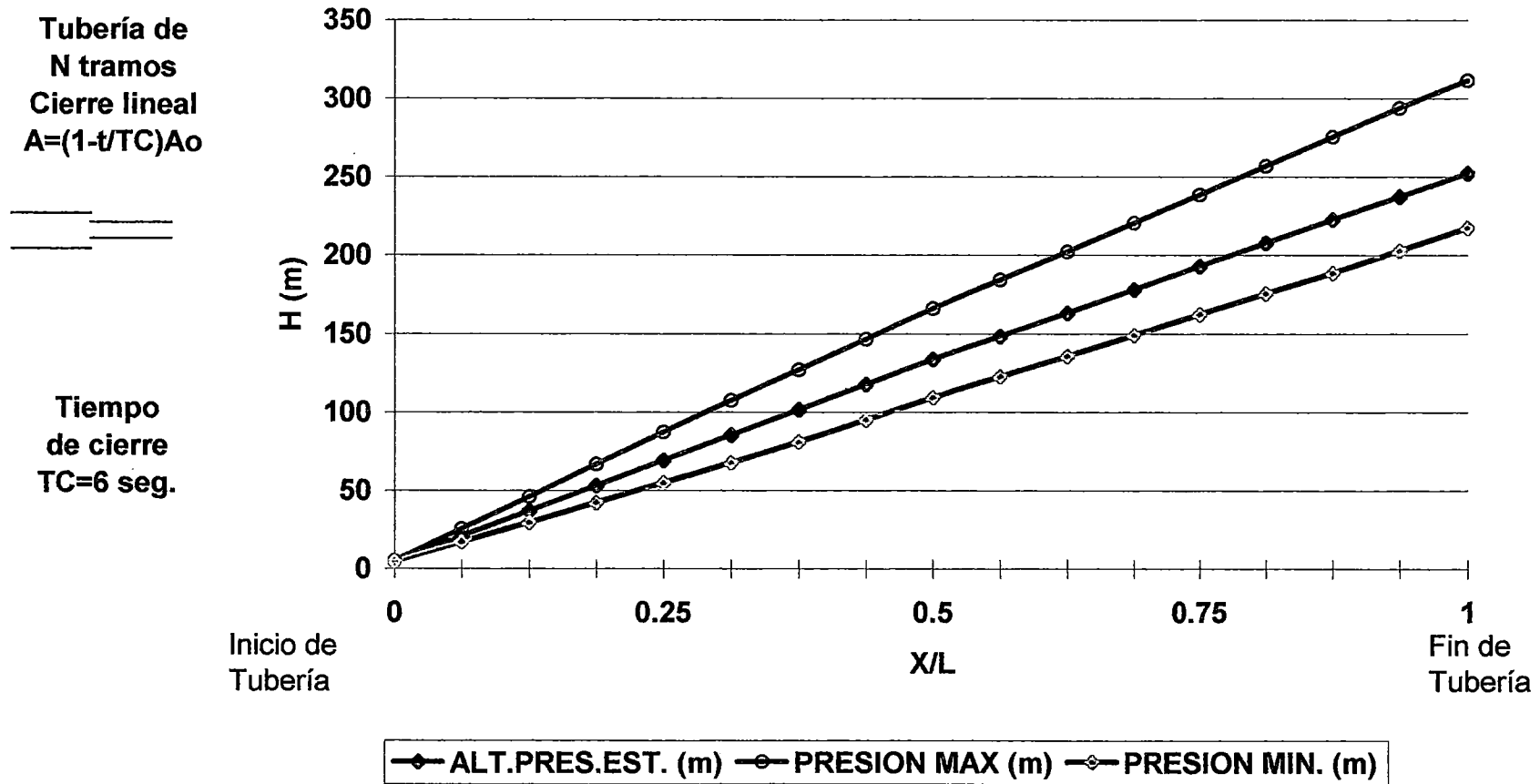


Gráfico 7.6a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre lineal TC=6 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.6b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 6 seg)

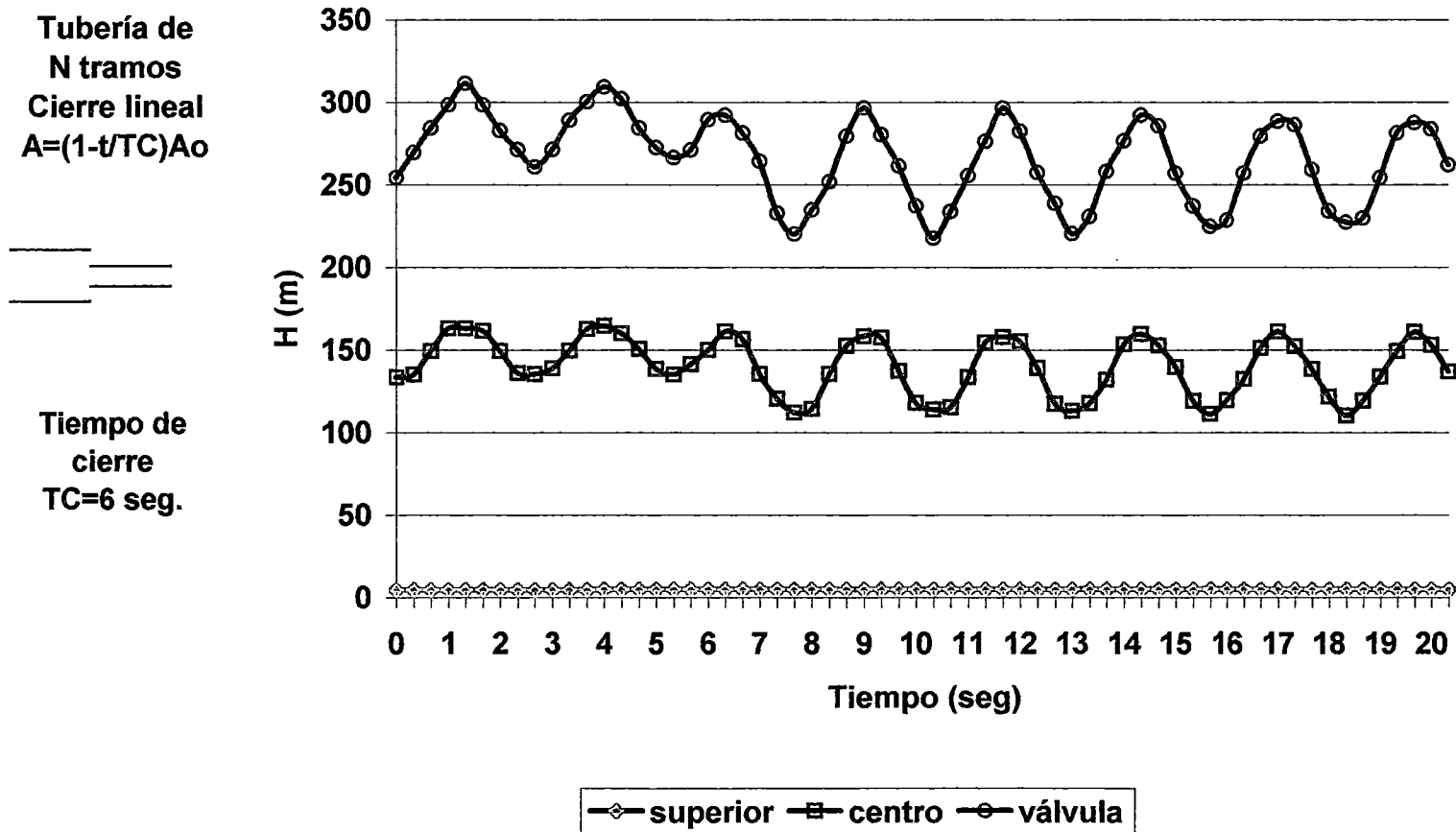
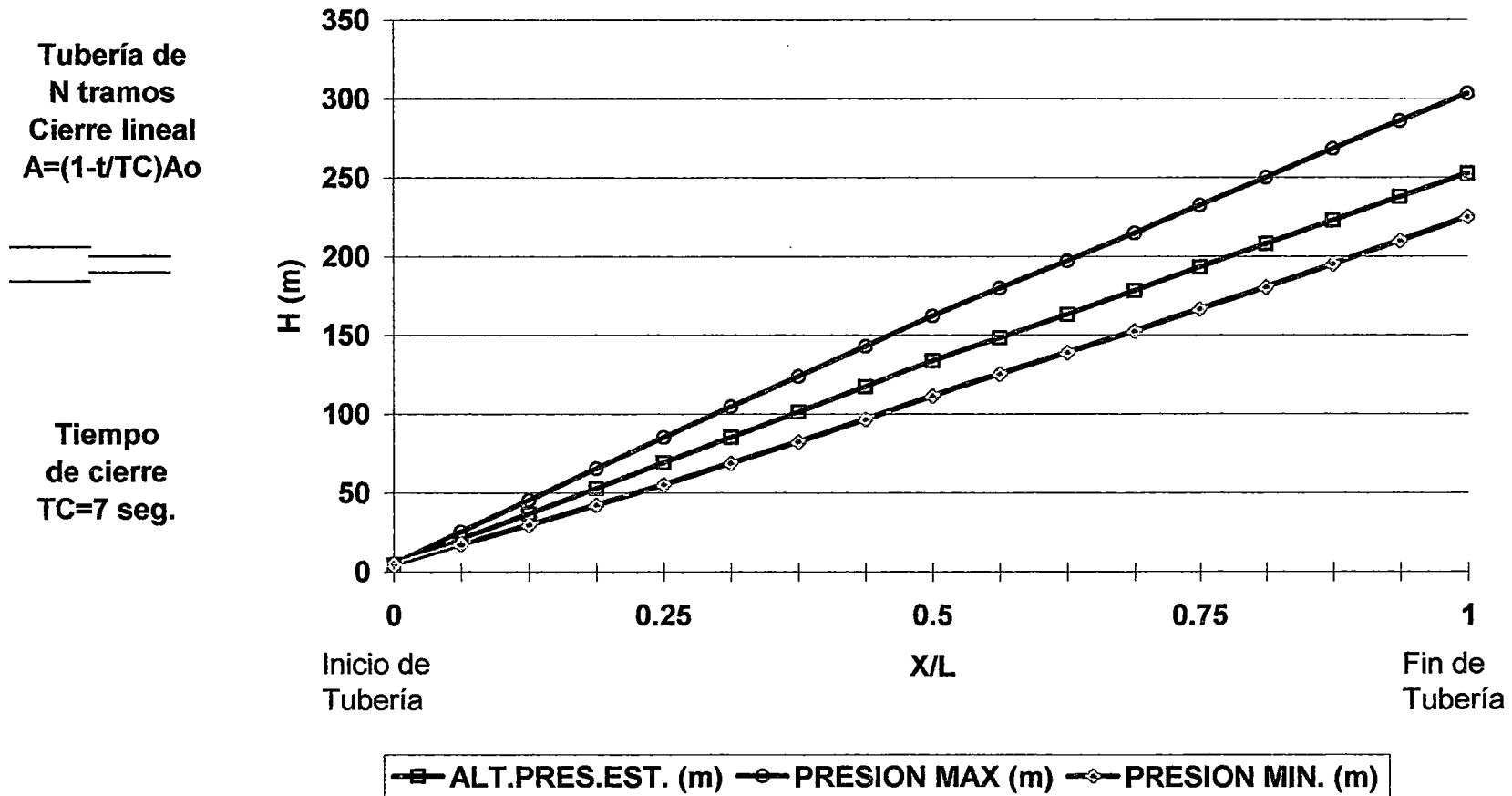
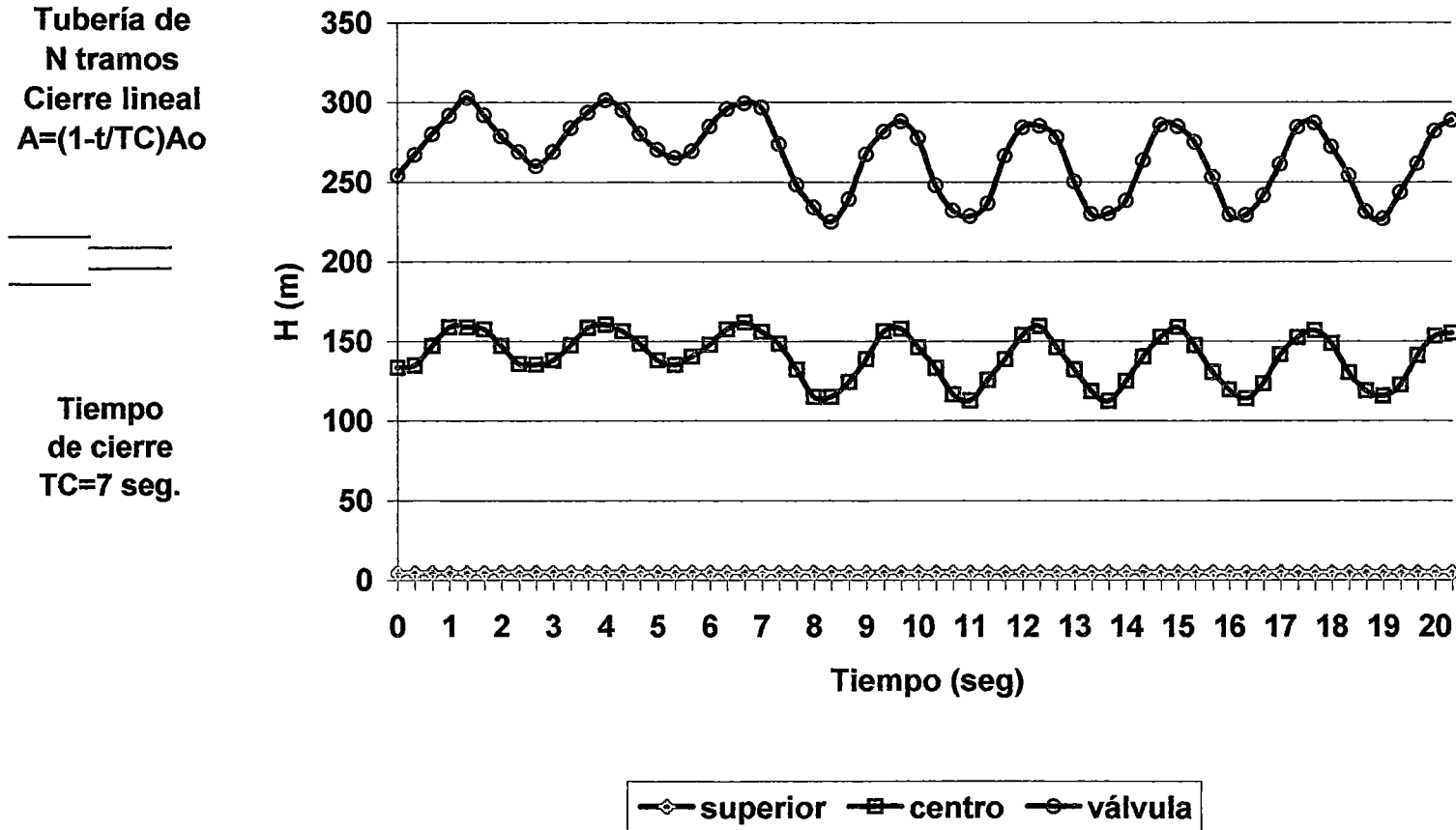


Gráfico 7.7a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre lineal TC=7 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.7b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre lineal TC = 7 seg)



Caso de tubería de “N” tramos para cierre no lineal

El caso de la tubería de dos tramos para un cierre no lineal es analizado mediante el programa MCNTN.FOR, que nos permite calcular las sobrepresiones y velocidades del flujo para diferentes secciones de la tubería; siendo analizados dichos parámetros para diferentes tiempos que se inician desde un tiempo cero, es decir cuando el flujo discurre en condiciones normales, sin perturbaciones, hasta un tiempo de 20 segundos que nos permite observar lo que ocurre en la tubería ante un cierre repentino de la válvula de control de flujo.

Se debe señalar que el golpe de ariete ha sido analizado para diferentes tiempos de cierre no lineal $TC = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ y 7 segundos.

El listado del programa para el análisis del golpe de ariete en tuberías de dos tramos con secciones constantes, es general y puede ser aplicado para una condición de cierre lineal y no lineal, y ya fue presentado en el caso de cierre lineal para tuberías de dos tramos en este capítulo.

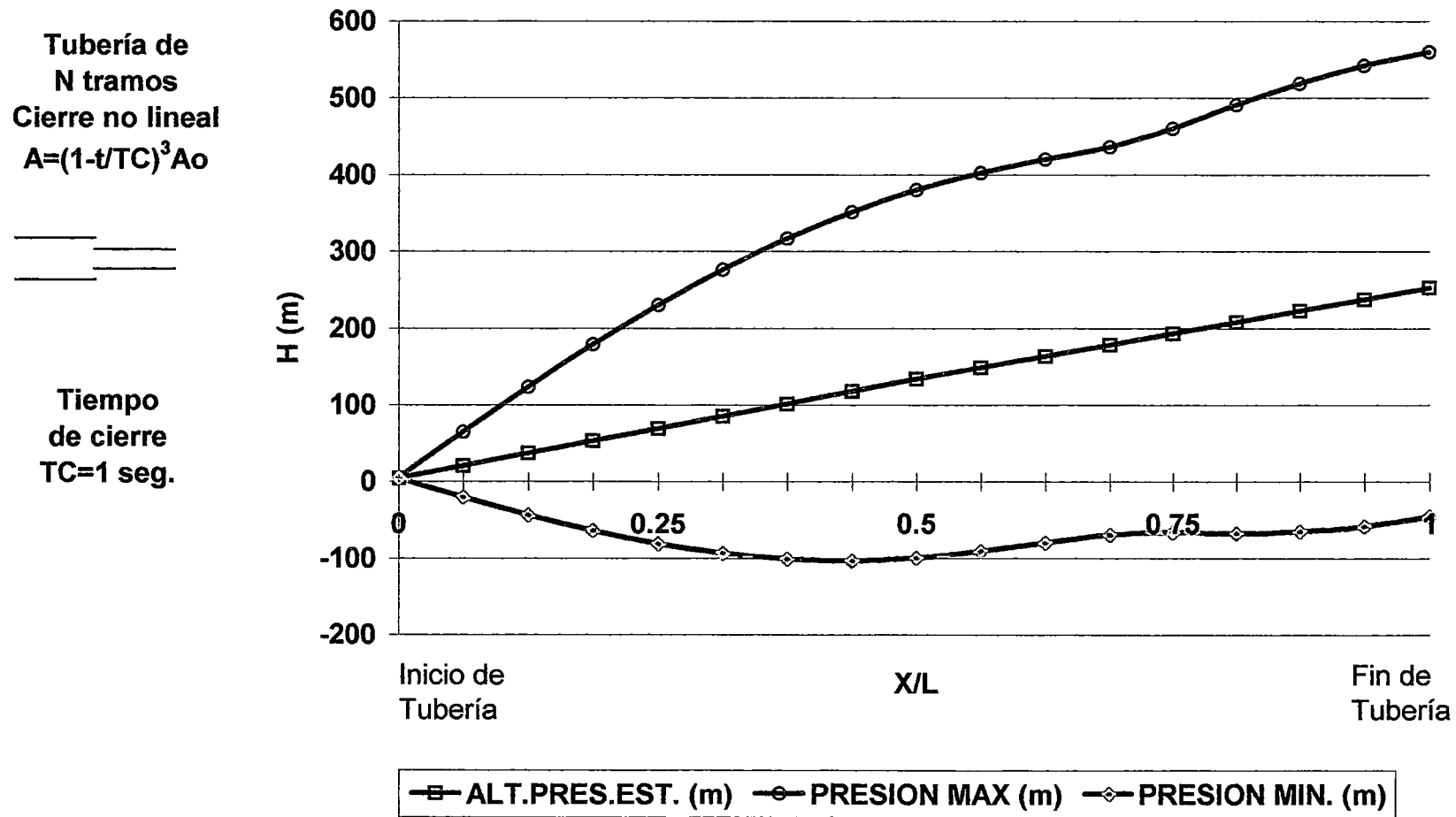
Con dicho programa presentado en este capítulo se obtienen los resultados que se ofrecen en el listado N° 6 (ver anexo correspondiente), que por ser extenso se presentan dichos resultados en forma parcial, para los tiempos más representativos.

A continuación en las páginas siguientes se presentan los gráficos 7.8a, 7.9a, 7.10a, 7.11a, 7.12a, 7.13a y 7.14a, que corresponden a las presiones máximas, presiones estáticas y presiones mínimas a lo largo de la tubería para tiempos de cierre no lineal de la válvula de control iguales a 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 segundos.

Asimismo se presentan los gráficos 7.8b, 7.9b, 7.10b, 7.11b, 7.12b, 7.13b y 7.14b, que corresponden a las presiones máximas en la válvula de control, en el centro y en la parte superior de la tubería, desde un tiempo cero hasta los 20 segundos. Estas presiones son calculadas para tiempos de cierre no lineal de la válvula de control iguales a 1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7 segundos.

En la tabla 7.8 se presenta un resumen de las sobrepresiones que ocurren en la tubería, por efecto del golpe de ariete para una condición de cierre no lineal para la tubería de un solo tramo con diámetro constante.

Gráfico 7.8a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre no lineal TC=1 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.8b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 1 seg)

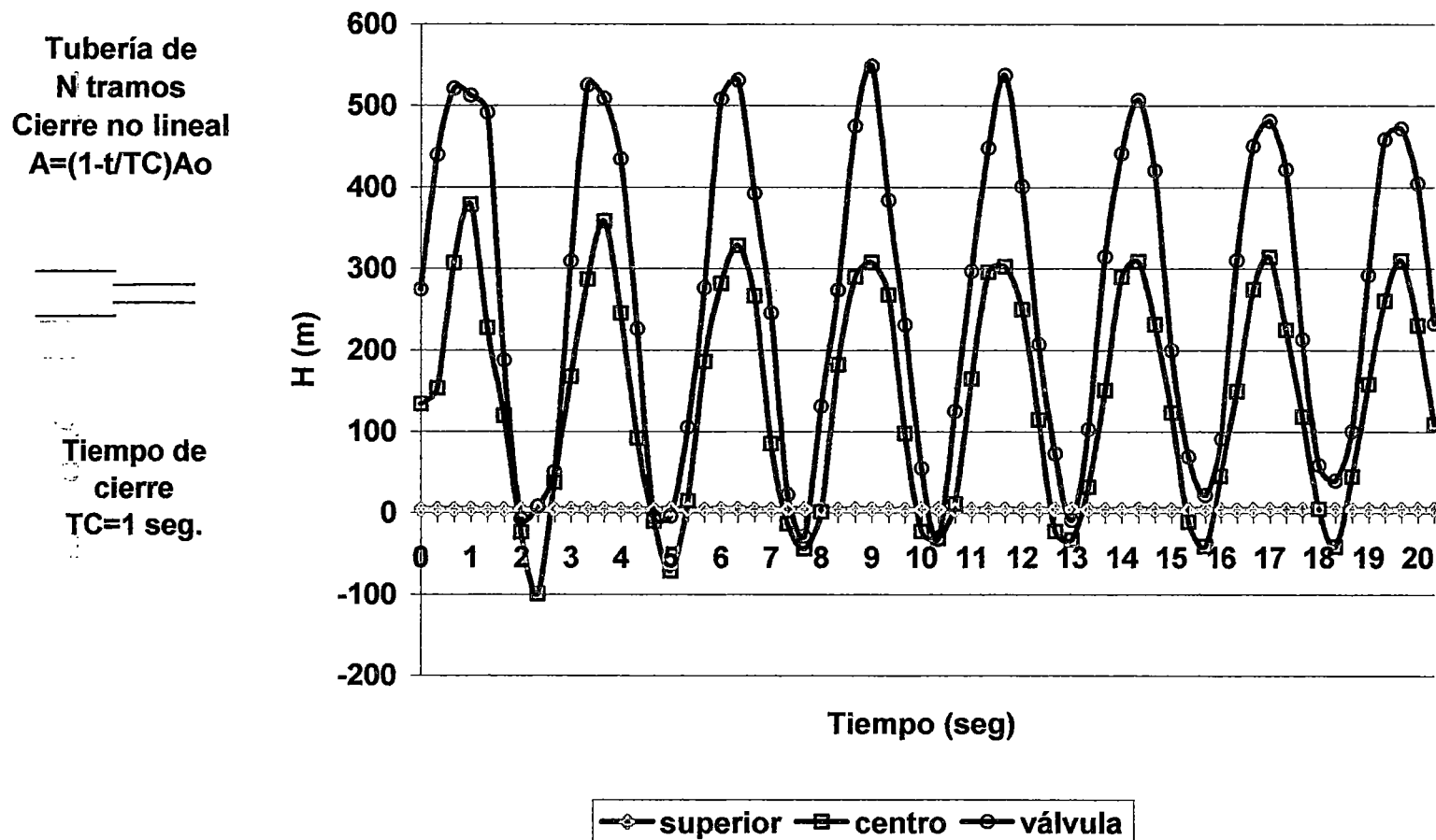
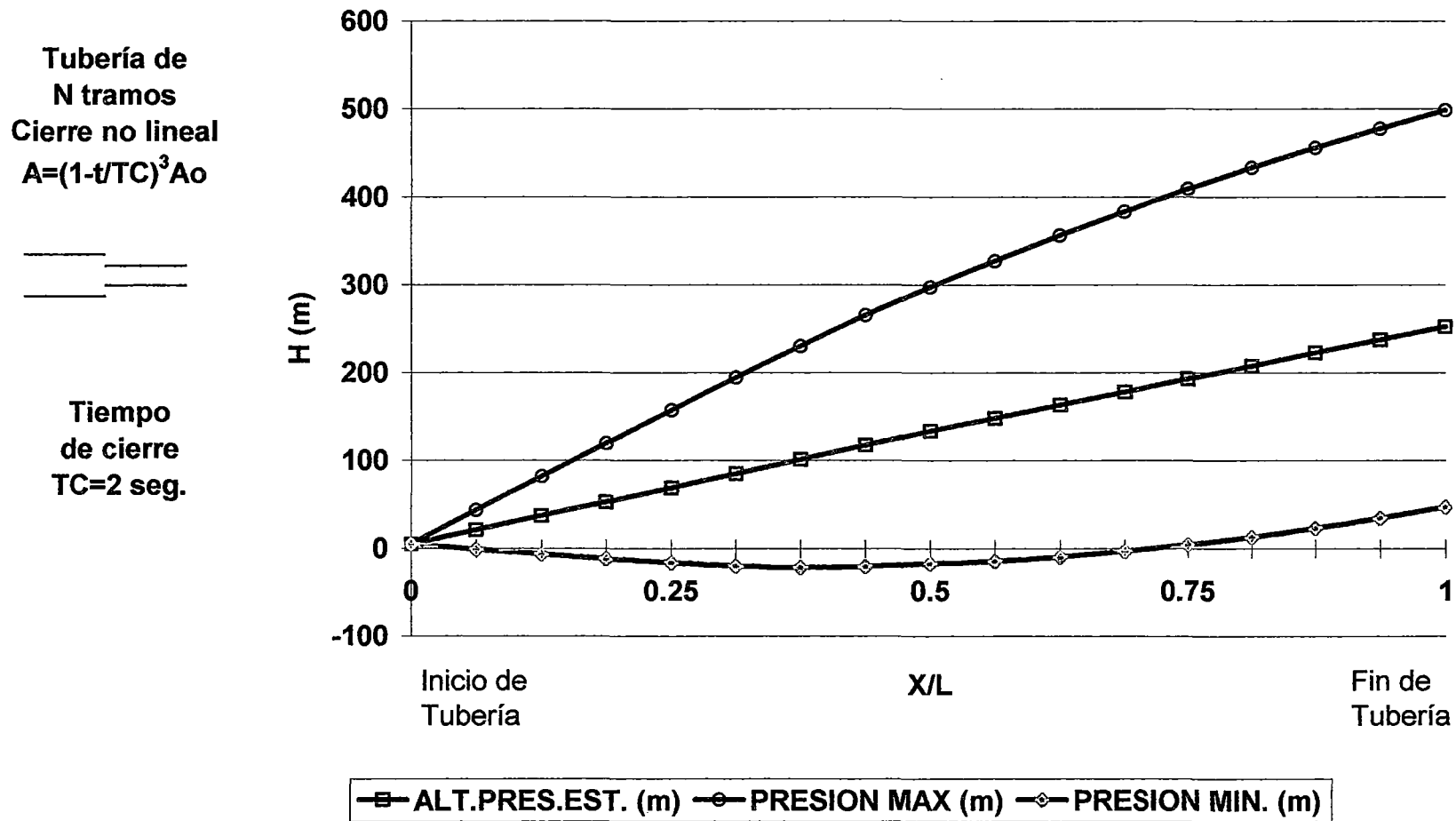


Gráfico 7.9a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre no lineal TC=2 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.9b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 2 seg)

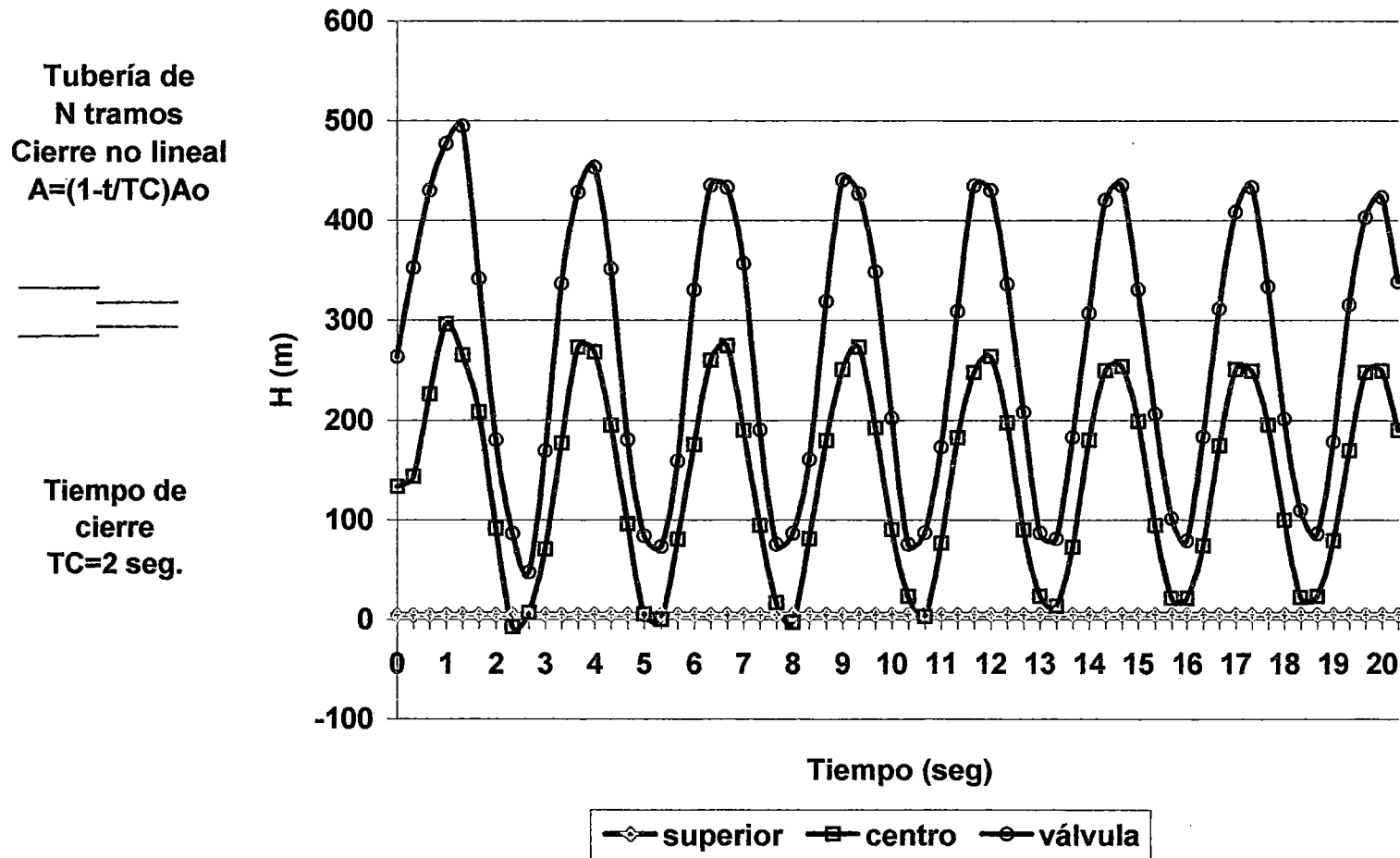
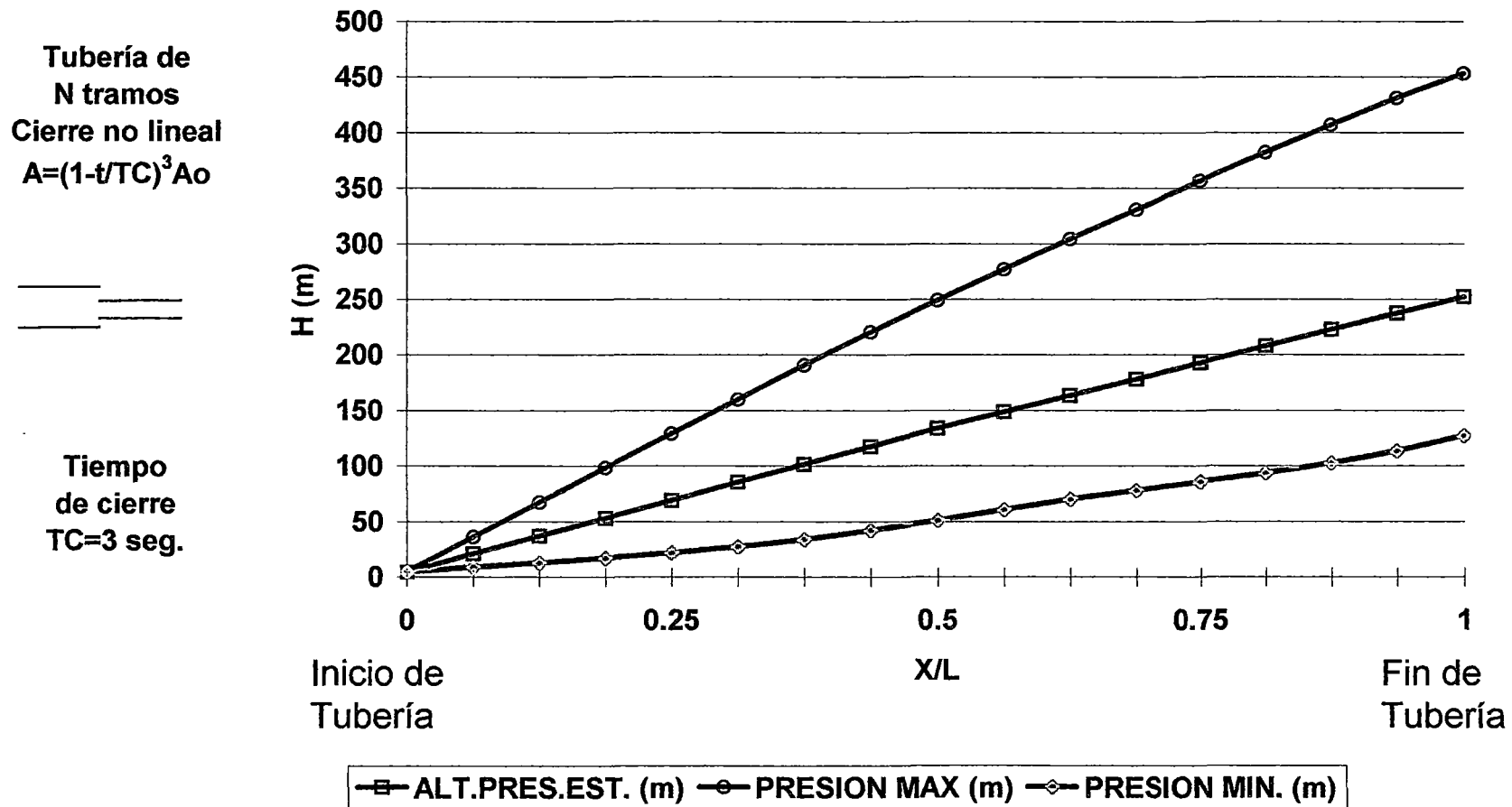


Gráfico 7.10a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre no lineal TC=3 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.10b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 3 seg)

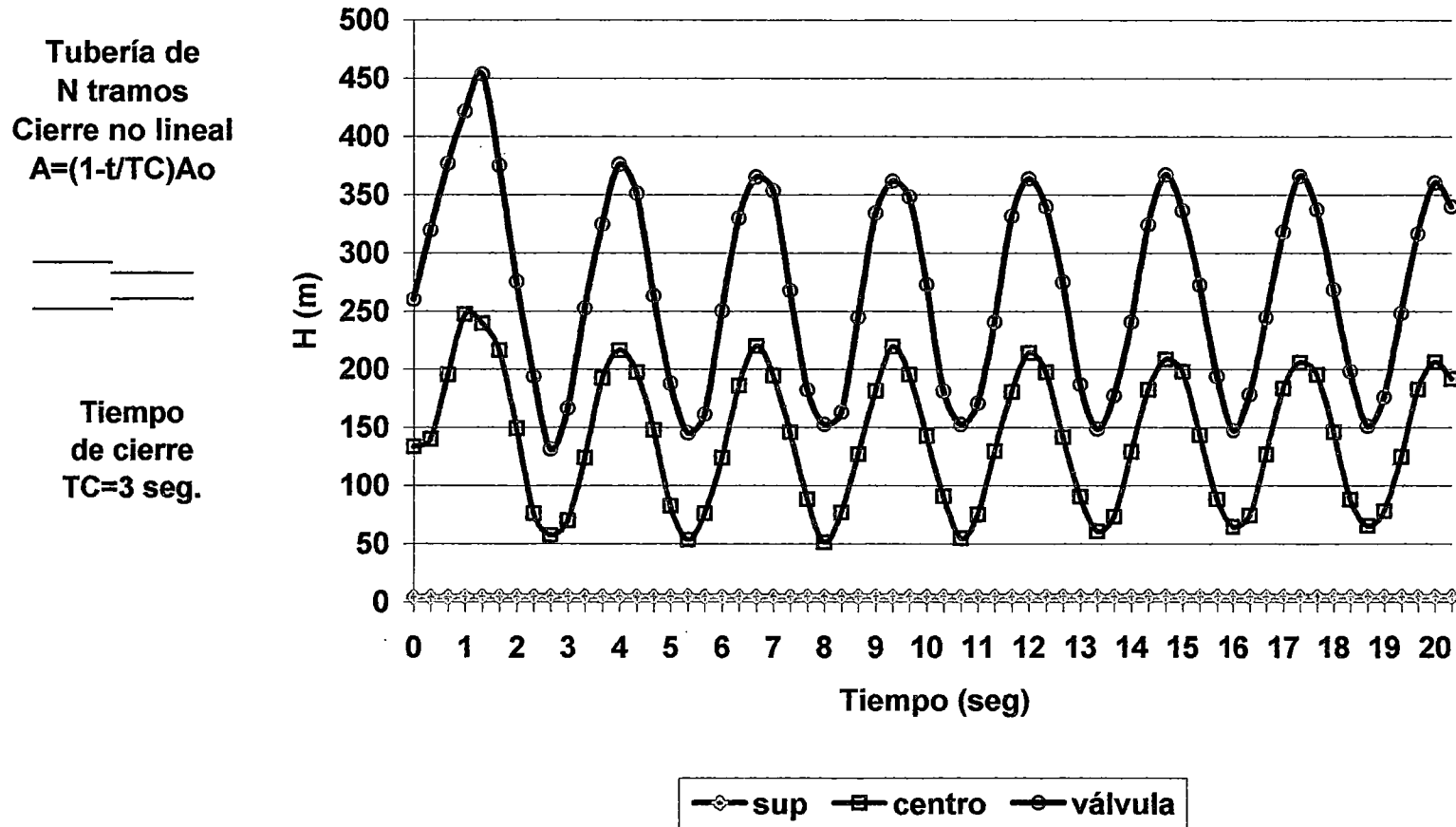
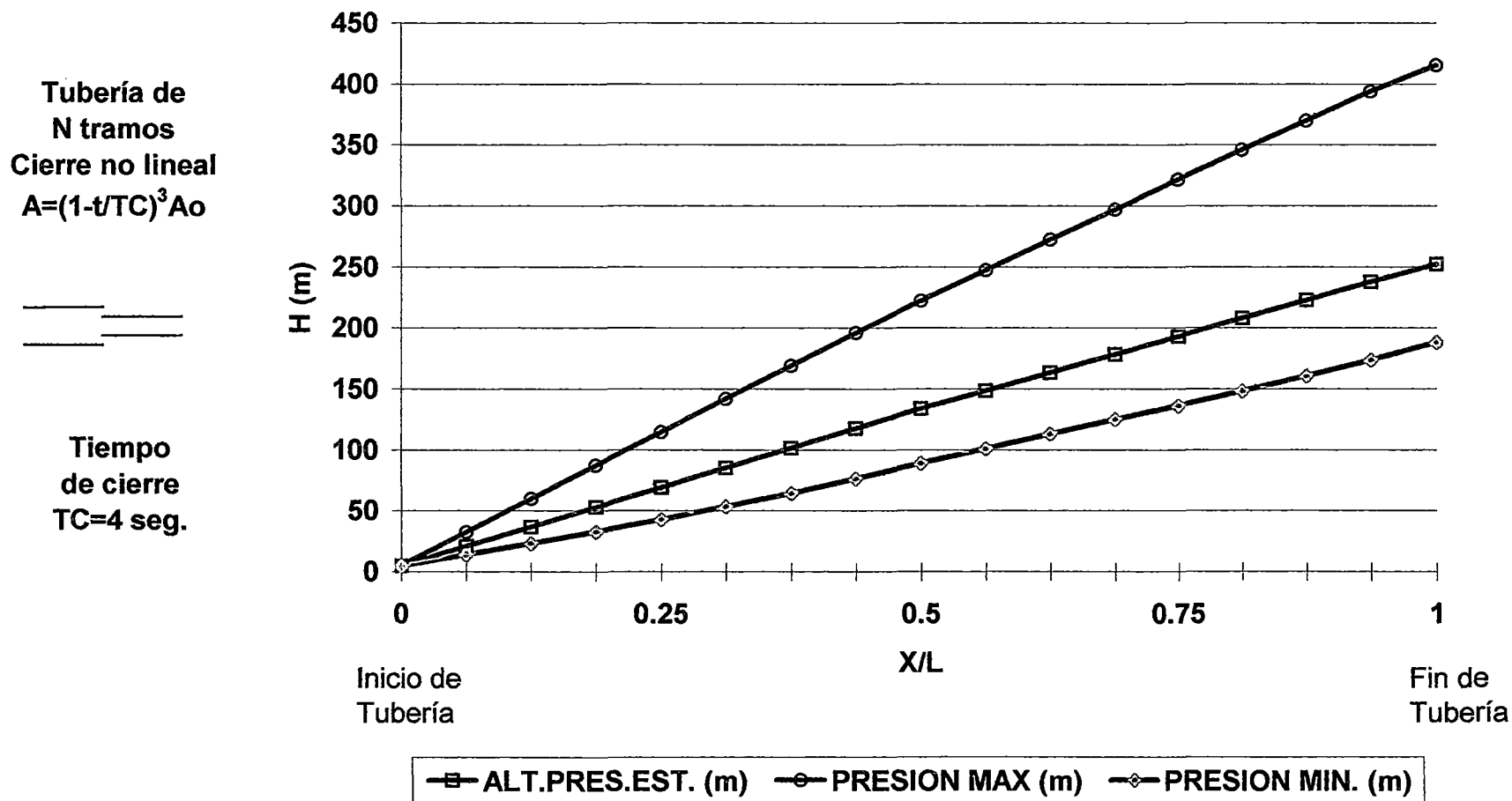


Gráfico 7.11a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre no lineal TC=4 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.11b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 4 seg)

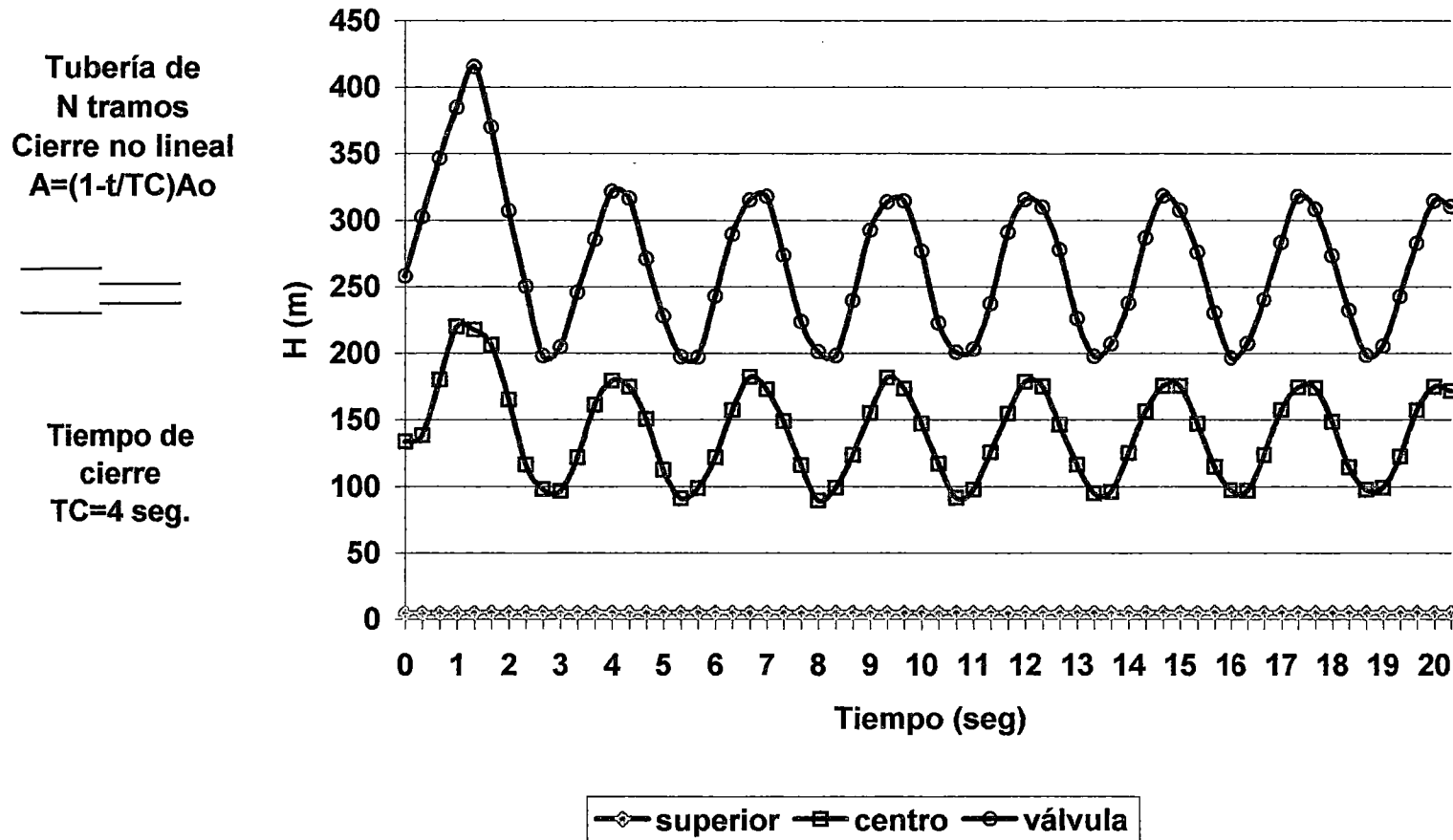
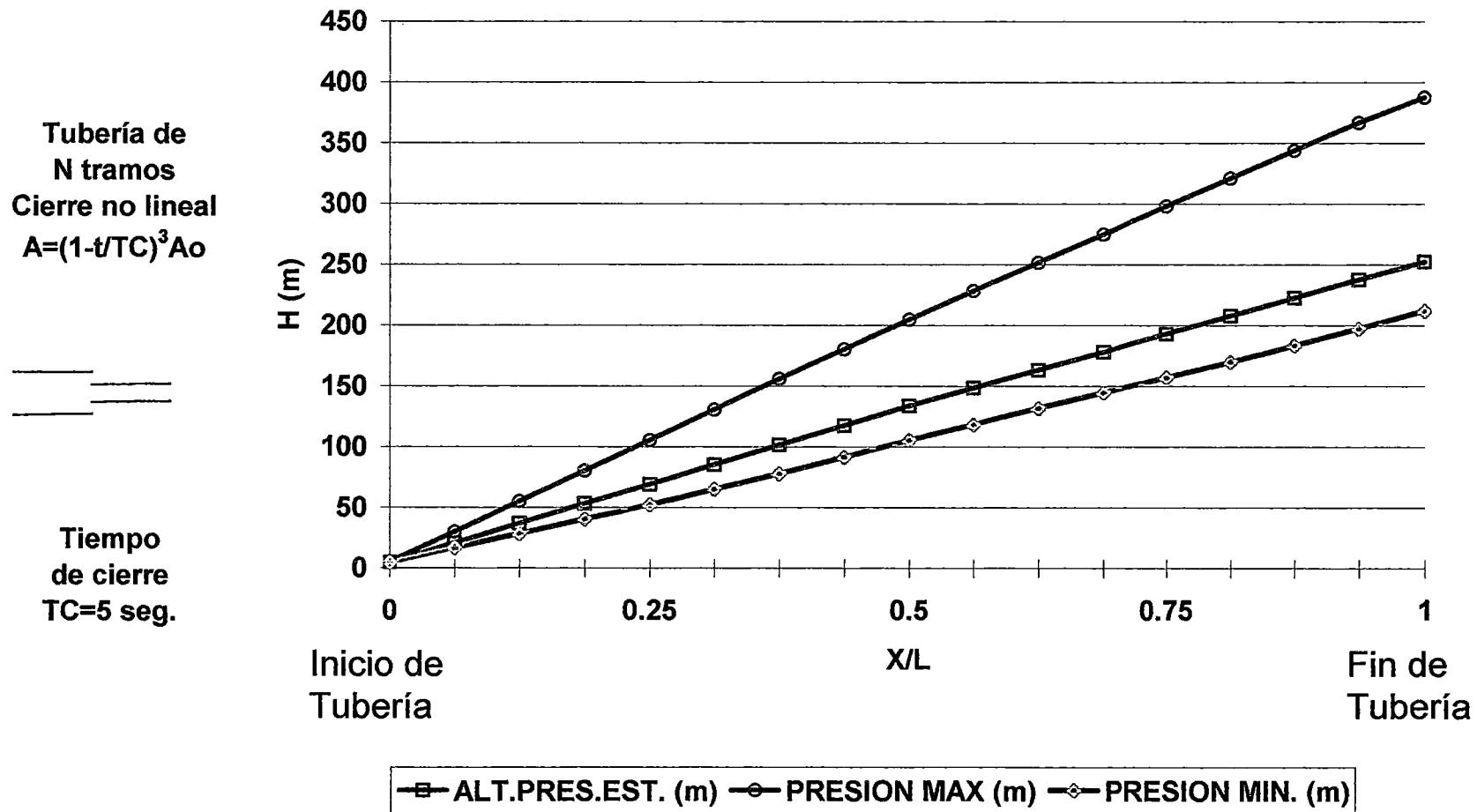


Gráfico 7.12a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre no lineal TC=5 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.12b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 5 seg)

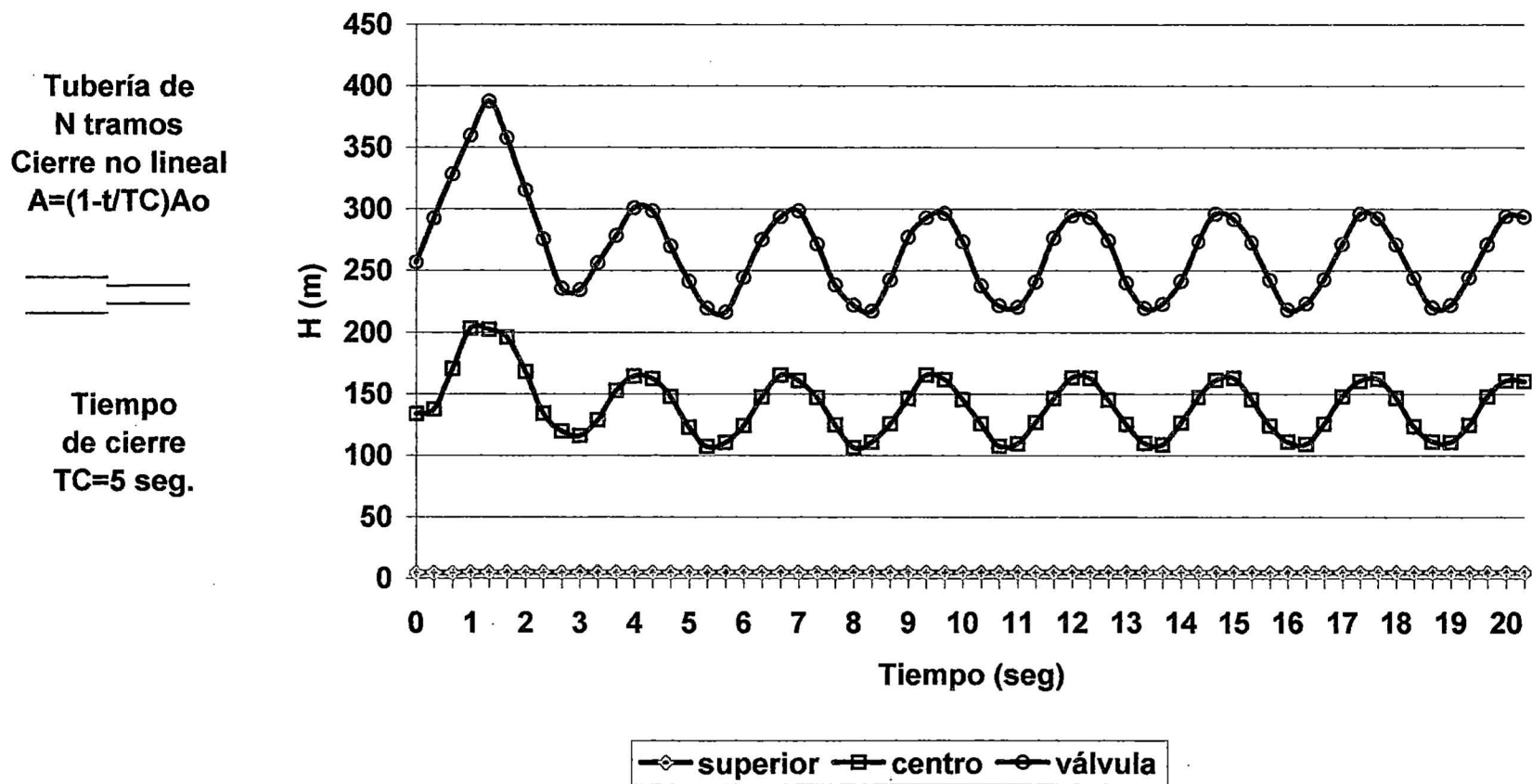
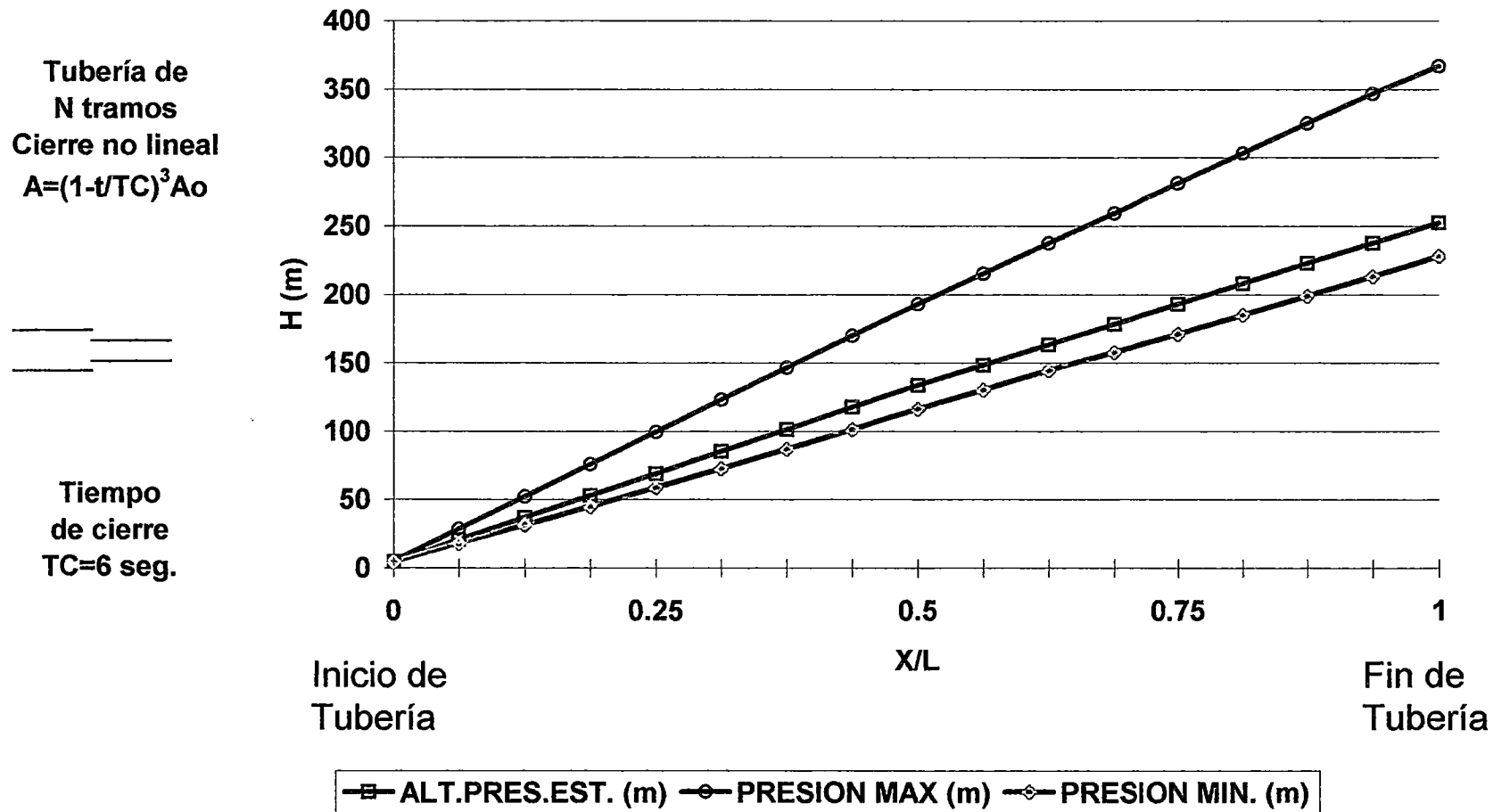


Gráfico 7.13a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre no lineal TC=6 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.13b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal $TC = 6$ seg)

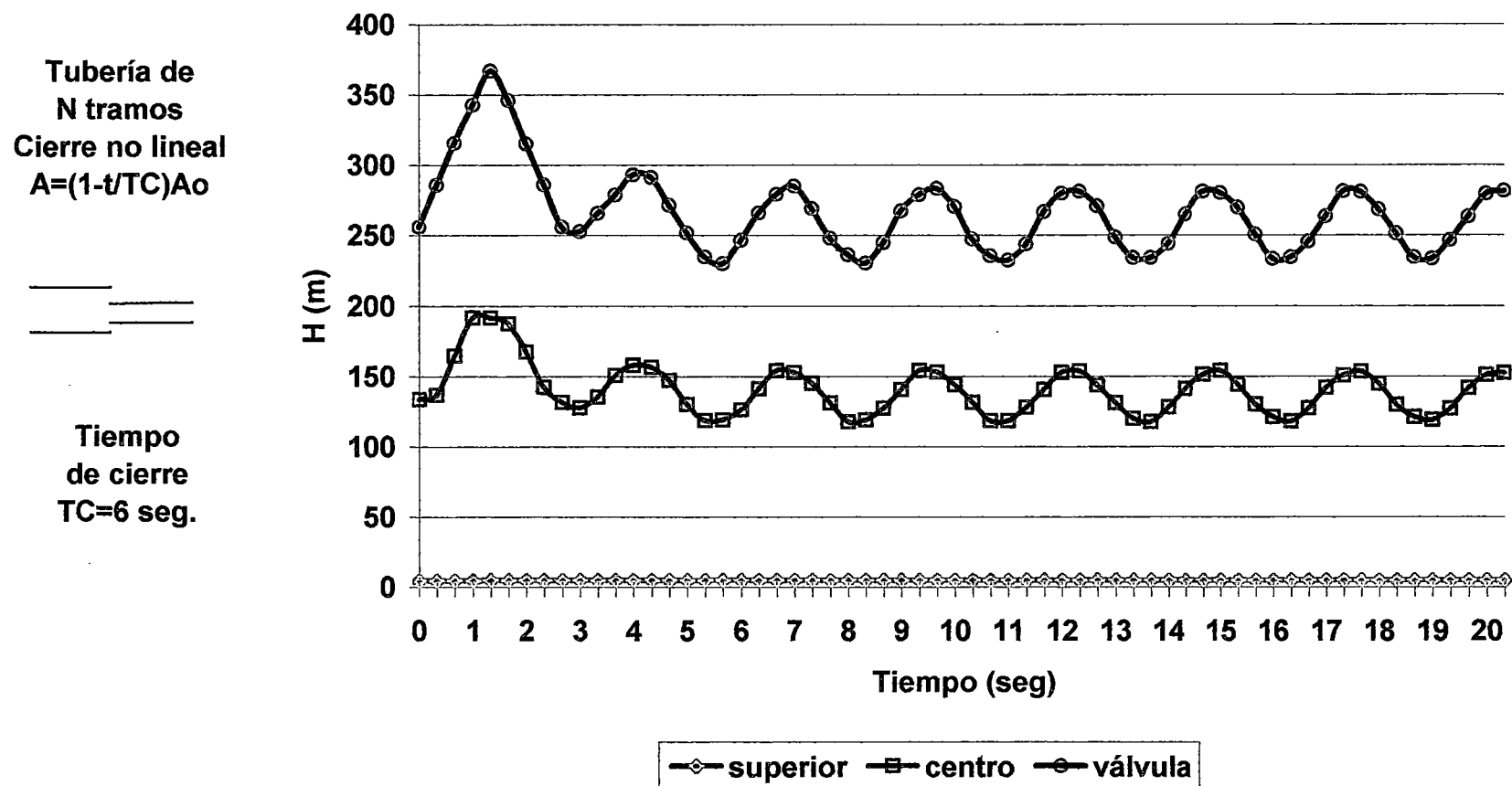
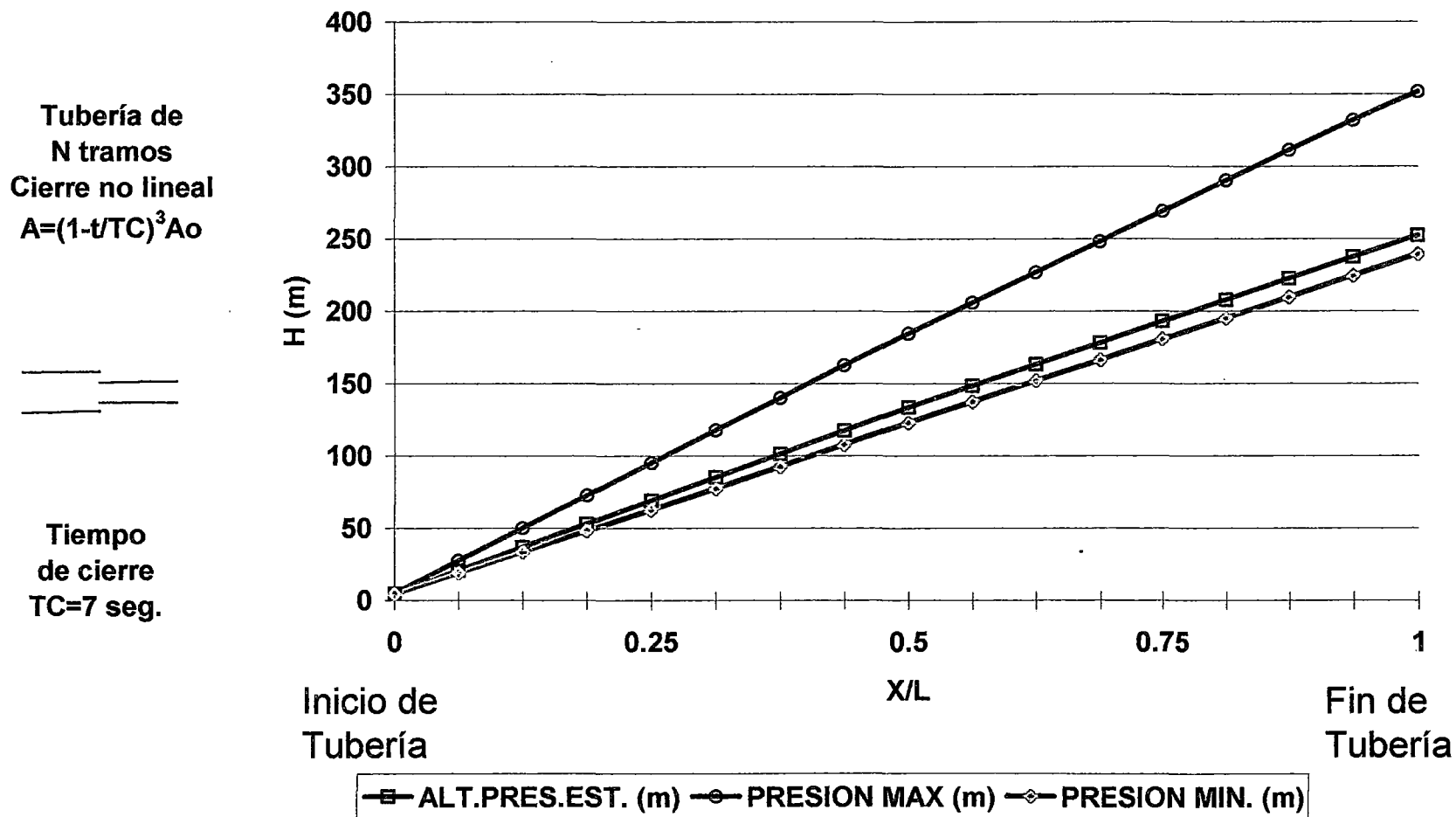


Gráfico 7.14a Carga de presión estática y envolvente de presiones por golpe de ariete para tubería de N tramos (Cierre no lineal TC=7 seg.)



GOLPE DE ARIETE

Gráfico 7.14b Variación de la presión en la válvula, en el centro y en la parte superior de la tubería (tiempo de cierre no lineal TC = 7 seg)

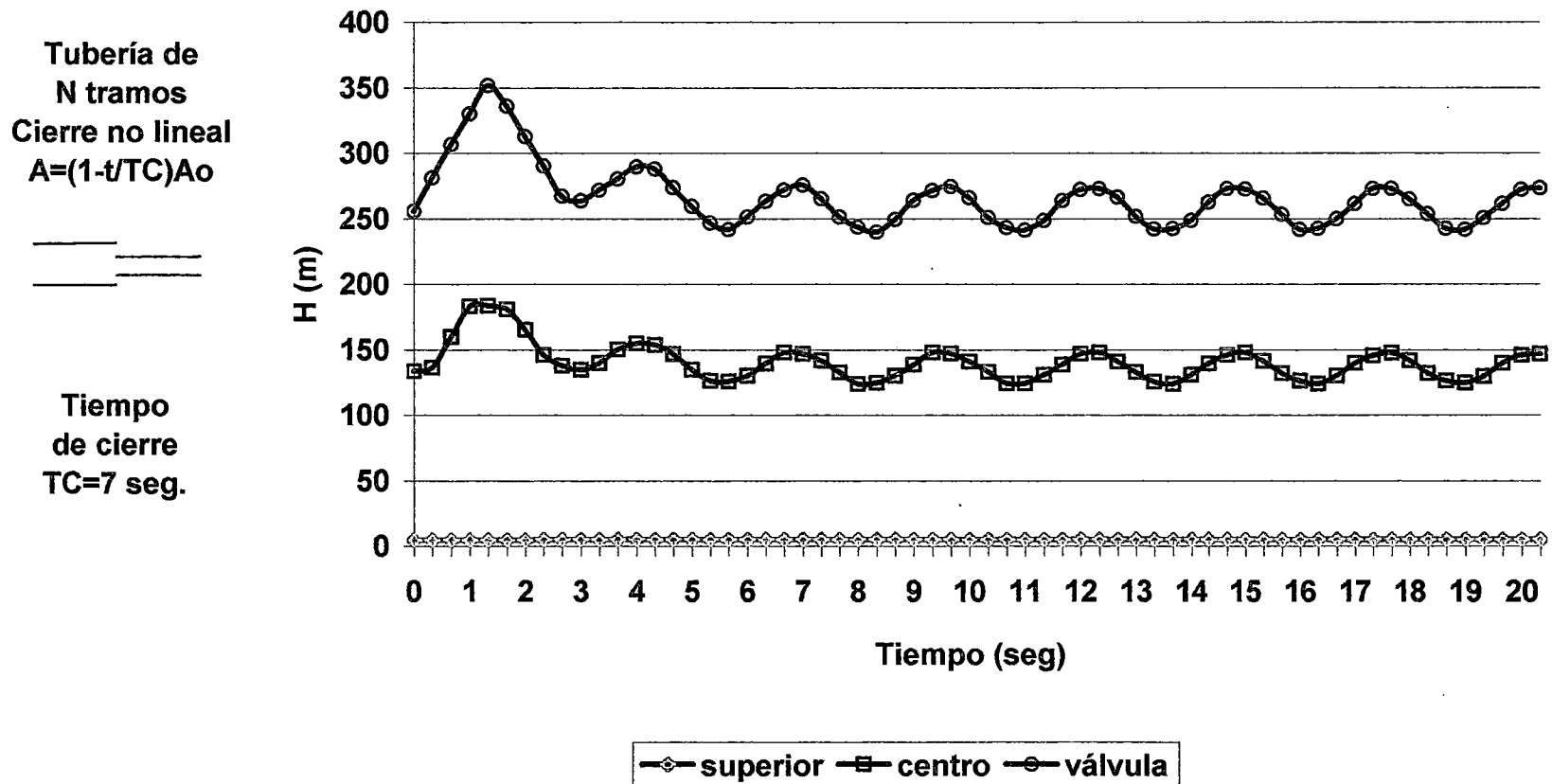


Tabla 7.8 Presiones máximas en la tubería de “N” tramos para cierre no lineal

TC (seg)	Tiempo	Presión Máxima en la Válvula (m)	% Sobrepresión
1	6.098	559.90	117.4
2	1.301	498.36	93.5
3	1.342	453.34	76.1
4	1.342	415.44	61.3
5	1.342	387.47	50.5
6	1.342	366.97	42.5
7	1.342	351.57	36.5

7.6 Cálculo de los espesores de los tramos de tubería

Sobre la base de los resultados obtenidos de las presiones máximas por efecto del golpe de ariete en tramos de igual longitud, en la que fue dividida la tubería para su análisis por el método de las características, se determinará las presiones máximas en los anclajes; o sea en el punto donde se unen las tuberías en los cambios de dirección, esto se realiza mediante una simple interpolación de los valores obtenidos para secciones equidistantes una de otra. Estas presiones máximas (H_{max}) nos permitirán posteriormente determinar los espesores de los tramos de la tubería.

En la tabla 7.8 se puede apreciar los valores obtenidos de presión máxima para los puntos ubicados en los anclajes, los cuales nos permitirán determinar los espesores de los tramos de tubería.

Calculados los valores de las presiones máximas (H_{max}) que ocurren en la tubería, procedemos a calcular los espesores de tubería para cada uno de los tramos considerados, mediante las fórmulas determinadas en el capítulo IV.

Los pasos a seguir son el de determinar inicialmente los valores de los espesores teóricos, hallados directamente por la fórmula de Mariotte para la determinación del espesor e , luego se incrementa el valor del sobreespesor por corrosión ($e_0 = 2 \text{ mm}$).

Tabla 7.8 Cálculo de las presiones máximas en la tubería de N tramos

Punto	Nombre	Cota (m)	Longitud (m)	L ac (m)	Long.acum. abajo (m)	Angulo (grados)	Angulo (radianes)	h max (m)
0	inicio	1089.07	0.00	0.00	765.37			
1	anclaje 1	1069.22	87.45	87.45	677.92	12.79	0.2232	43.23
2	anclaje 2	1047.35	68.80	156.25	609.12	17.63	0.3077	73.42
3	anclaje 3	1027.54	78.35	234.60	530.77	14.39	0.2512	107.81
4	anclaje 4	1010.86	56.90	291.50	473.87	16.34	0.2852	132.78
5	anclaje 5	983.70	55.10	346.60	418.77	26.24	0.4580	156.96
6	anclaje 6	958.06	70.25	416.85	348.52	20.05	0.3499	187.79
7	anclaje 7	940.75	66.35	483.20	282.17	14.62	0.2552	216.91
8	anclaje 8	918.96	67.65	550.85	214.52	17.85	0.3115	246.60
9	anclaje 9	908.05	43.30	594.15	171.22	14.14	0.2468	265.60
10	anclaje 10	885.86	49.30	643.45	121.92	24.23	0.4229	287.23
11	anclaje 11	856.17	41.65	685.10	80.27	35.48	0.6192	305.51
12	anclaje 12	841.27	32.25	717.35	48.02	24.80	0.4328	319.67
13	anclaje 13	836.43	41.14	758.49	6.88	6.71	0.1171	337.72
14	fin de tubería	836.43	6.88	765.37	0.00			340.74

Luego de obtener el valor del espesor, al cual se le ha incrementado el sobreespesor por corrosión, procedemos a ajustar los valores a los espesores de las planchas de acero del que están fabricadas la tubería de presión, tal como se aprecia en la tabla 7.10.

Tabla 7.10 Cálculo de los espesores para la tubería de N tramos

Punto	Descripción	Cota (m)	Máxima. Presión (m)	Long (m)	Long acum. (m)	D (m)	e teórico (m)	e+eo (m)	e asumido
0	Nivel Máx.	1093.92	0.00		0.00				
	Inicio	1089.07	4.85	0.00	0.00				
1	Anclaje 1	1069.22	43.23	87.45	87.45	0.900	0.0016	0.0036	0.0048
2	Anclaje 2	1047.35	73.42	68.80	156.25	0.900	0.0028	0.0048	0.0048
3	Anclaje 3	1027.54	107.81	78.35	234.60	0.900	0.0040	0.0060	0.0064
4	Anclaje 4	1010.86	132.78	56.90	291.50	0.900	0.0050	0.0070	0.0079
5	Anclaje 5	983.70	156.96	55.10	346.60	0.900	0.0059	0.0079	0.0079
6	Anclaje 6	958.06	187.79	70.25	416.85	0.800	0.0063	0.0083	0.0095
7	Anclaje 7	940.75	216.91	66.35	483.20	0.800	0.0072	0.0092	0.0095
8	Anclaje 8	918.96	246.60	67.65	550.85	0.800	0.0082	0.0102	0.0111
9	Anclaje 9	908.05	265.60	43.30	594.15	0.800	0.0089	0.0109	0.0111
10	Anclaje 10	885.86	287.23	49.30	643.45	0.800	0.0096	0.0116	0.0127
11	Anclaje 11	856.17	305.51	41.65	685.10	0.800	0.0102	0.0122	0.0127
12	Anclaje 12	841.27	319.67	32.25	717.35	0.800	0.0107	0.0127	0.0127
13	Anclaje 13	836.43	337.72	41.14	758.49	0.800	0.0113	0.0133	0.0143
14	fin de tubería	836.43	340.74	6.88	765.37	0.800	0.0114	0.0134	0.0143

Obtenido los valores de los espesores correspondientes para cada tramo de tubería, pasamos a determinar el costo de la tubería.

7.7 Costo de la tubería forzada

El costo de tubería se determina aplicando las fórmulas correspondientes para la determinación del peso de tubería, como se ha expuesto en el capítulo IV, se calcula en primer lugar el volumen de la tubería por metro lineal aplicando la fórmula correspondiente.

Multiplicando el valor del volumen de acero por metro lineal del que está compuesta la tubería por el costo por metro lineal, que incluye el costo de las planchas, transporte, montaje electromecánico y pintado; se obtiene el costo total de la tubería.

Los cálculos correspondientes para cada uno de los tramos, calculados con la ayuda de una hoja de cálculo, se pueden apreciar en la tabla 7.11.

Tabla 7.11 Cálculo del costo de la tubería forzada de N tramos

Punto	Descripción	Cota (m)	Máxima. Presión (m)	Long (m)	D (m)	e real	Area (m2)	Volu- men (m3)	Peso (kg)	Costo (\$)
0	Nivel Máx.	1093.92	0.00							
	Inicio	1089.07	4.85	0.00						
1	anclaje 1	1069.22	43.23	87.45	0.900	0.0048	0.0136	1.193	9306.75	28013.32
2	anclaje 2	1047.35	73.42	68.80	0.900	0.0048	0.0136	0.939	7321.95	22039.07
3	anclaje 3	1027.54	107.81	78.35	0.900	0.0064	0.0182	1.428	11137.39	33523.54
4	anclaje 4	1010.86	132.78	56.90	0.900	0.0079	0.0225	1.282	10000.50	30101.51
5	anclaje 5	983.70	156.96	55.10	0.900	0.0079	0.0225	1.242	9684.14	29149.27
6	anclaje 6	958.06	187.79	70.25	0.800	0.0095	0.0242	1.697	13238.27	39847.20
7	anclaje 7	940.75	216.91	66.35	0.800	0.0095	0.0242	1.603	12503.33	37635.04
8	anclaje 8	918.96	246.60	67.65	0.800	0.0111	0.0283	1.913	14924.84	44923.77
9	anclaje 9	908.05	265.60	43.30	0.800	0.0111	0.0283	1.225	9552.78	28753.87
10	anclaje 10	885.86	287.23	49.30	0.800	0.0127	0.0324	1.599	12468.82	37531.15
11	anclaje 11	856.17	305.51	41.65	0.800	0.0127	0.0324	1.351	10534.00	31707.35
12	anclaje 12	841.27	319.67	32.25	0.800	0.0127	0.0324	1.046	8156.58	24551.31
13	anclaje 13	836.43	337.72	41.14	0.800	0.0143	0.0366	1.505	11738.95	35334.24
14	fin de tubería	836.43	340.74	6.88	0.800	0.0143	0.0366	0.252	1963.15	5909.08
									142531.46	429019.7

Finalmente se ha obtenido el costo de la tubería de N tramos con diámetros constantes e iguales a 0.90 y 0.80 metros, que por coincidencia también tiene dos tramos al igual que la alternativa anterior analizada en el capítulo VI, asimismo se determina que la ubicación del cambio de sección está en el anclaje 5.

El costo obtenido para esta alternativa es igual a la suma de US\$ 429019.71.

7.8 Conclusiones

Si se hace una comparación entre las tres alternativas analizadas, la tubería con diámetro constante, la tubería de dos tramos y esta última alternativa de tubería de "N" tramos, se puede observar que el costo de la tubería analizada mediante el método de asumir inicialmente N tramos, es la que tiene menor costo que las otras dos alternativas.

Finalmente se puede concluir que la metodología planteada nos permite obtener de forma rápida y exacta, cuál será en definitiva el número de tramos de la tubería, así como la ubicación de los cambios de sección que pudieran existir, pues puede darse el caso de que la tubería más eficiente tenga un sólo tramo de diámetro constante. Esto último puede ocurrir en el caso de tuberías cortas o de caída bruta pequeñas.

CAPITULO VIII

DISEÑO DE ANCLAJES, APOYOS, BRIDAS Y JUNTAS DE DILATACION

8.1 Generalidades

La tubería forzada es fijada al terreno por medio de macizos de anclaje que sirven para contrarrestar las fuerzas que tienden a afectar la estabilidad de la estructura. Estas fuerzas, como se verá en este capítulo, dependen del ángulo de inclinación de la tubería, su diámetro y su longitud.

Asimismo la tubería forzada está apoyada cada cierta longitud sobre unos elementos de concreto armado llamados apoyos. La longitud entre apoyos se determina por las dimensiones de las planchas con las que se fabrica la tubería.

También entre dos macizos de anclaje se coloca una junta de dilatación inmediata al anclaje de aguas abajo. La ubicación de la junta de dilatación permite que la tubería no falle por pandeo local debido a los esfuerzos que en la tubería puedan presentarse.

También en este capítulo se tratará brevemente sobre el diseño de bridas.

8.2 Diseño de anclajes

Se colocan macizos de anclaje para contrarrestar las fuerzas que produce la tubería debido a su peso propio, fricción, dilatación y otros factores que serán analizados con detalle.

Para el diseño de anclajes es necesario determinar las fuerzas que ejerce la tubería sobre ellos.

En la figura (8.1) se muestra la tubería forzada con sus respectivos anclajes.

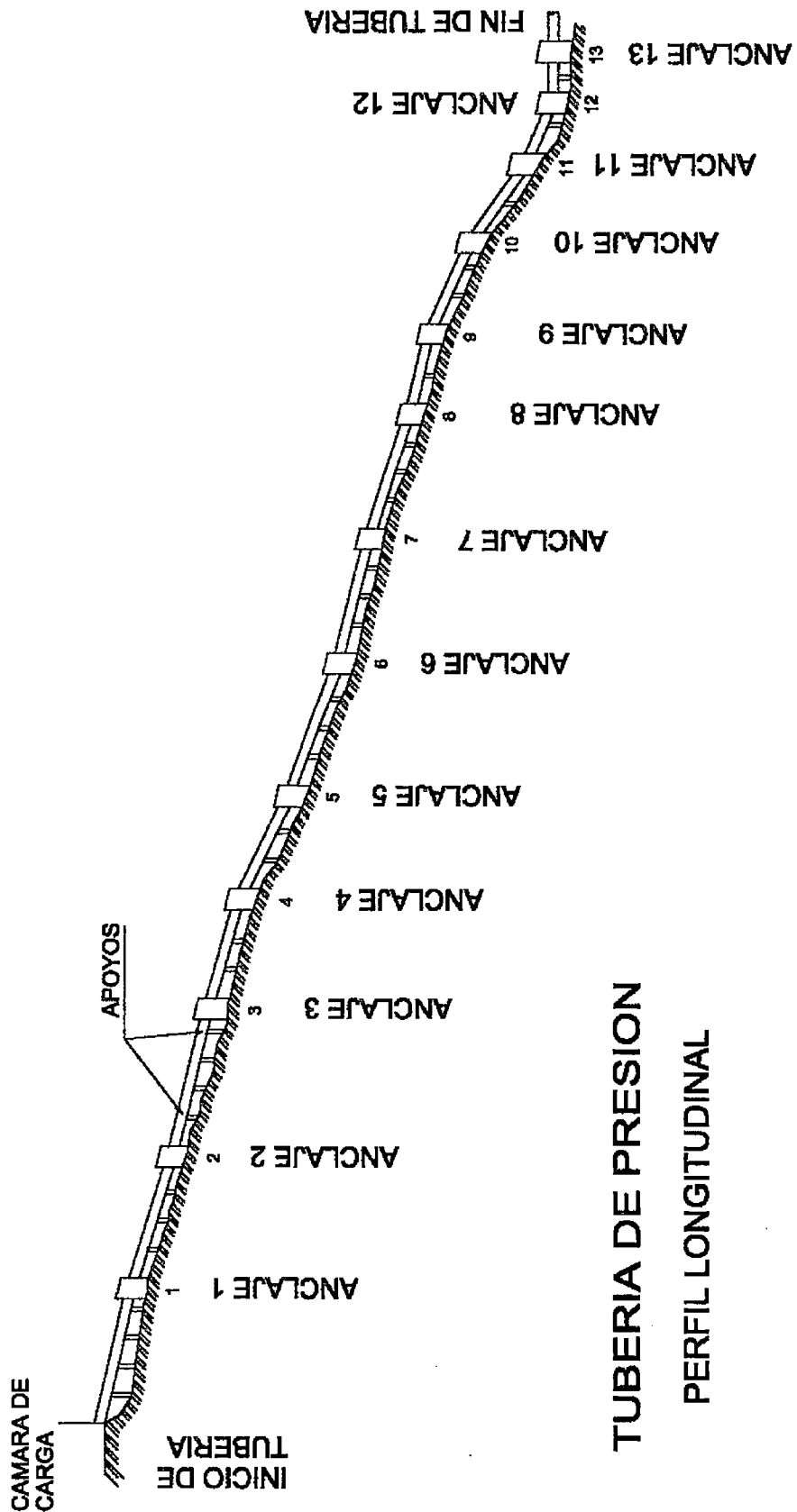


Fig. 8.1 Tubería de presión y ubicación de los anclajes.

Los anclajes generalmente se ubican en los cambios de dirección y cuando se presenten cambios de sección. El perfil del terreno determina la pendiente de los tramos de tubería y definen dos tipos de anclaje: hacia fuera y hacia adentro. En nuestro caso particular los anclajes 1, 3, 4, 7, 9 y 10 son anclajes hacia fuera.

Los anclajes hacia adentro contribuyen favorablemente a la estabilidad, ya que los esfuerzos debidos a la desviación del movimiento del agua actúan contra el terreno. En cambio, en los anclajes hacia fuera, estos esfuerzos actúan en el otro sentido, del terreno hacia el espacio.

Para el diseño de los anclajes se determinan los esfuerzos tomando en cuenta los ángulos de inclinación de los tramos de tubería y el tipo de suelo en que se ubican. La fricción entre el concreto y el terreno depende del tipo de suelo, la que se presenta en la tabla (8.1).

Tabla 8.1 Coeficiente de fricción entre concreto y suelo

Tipo de terreno	Coeficiente de fricción
Arena gruesa y grava	0.5 – 0.6
Arena y grava mezclada con limo	0.4 – 0.5
Arena y limo o grava y limo con alto contenido de arcilla	0.3- 0.4
Arcilla dura	0.25 – 0.4
Arcilla blanda o limo	0.2 – 0.3

Los datos necesarios para el diseño de los anclajes son: la distancia entre los anclajes, la distancia entre los apoyos, la presencia de juntas de dilatación, los ángulos de inclinación de los tramos arriba y abajo del anclaje. Asimismo, el peso de la tubería por metro lineal, los cambios de temperatura ambiente que influyen en la variación de longitud por dilatación de la tubería, que generan esfuerzos sobre los anclajes y la presencia de cambios de sección en la tubería.

A continuación se presentan las fuerzas que intervienen para el diseño de los anclajes:

1.- Componente del peso de la tubería con agua perpendicular a ella (F_1)¹

Esta fuerza es la componente perpendicular a la tubería del peso de la tubería y el agua contenida en ella, tal como se muestra en la figura (8.2).

$$F_1 = (W_t + W_a) L_1 \text{ sen } \alpha \quad (8.1)$$

Donde:

F_1 : Fuerza debido al peso de la tubería y al agua en kg.

W_t : Peso por metro lineal de tubería en kg/m.

W_a : Peso por metro lineal del agua en la tubería en kg/m.

L_1 : Longitud entre el anclaje y el punto medio del tramo en metros.

α : Inclinación de la tubería aguas arriba del anclaje en grados (°).

β : Inclinación de la tubería aguas abajo del anclaje en grados (°).

Las constantes W_a y W_t , que representan al peso del agua contenida en la tubería y al peso de la tubería por metro lineal, son definidas por las siguientes fórmulas:

$$W_a = \gamma \frac{\pi D^2}{4} \quad (8.2)$$

$$W_t = \gamma_t \pi D e \quad (8.3)$$

Donde:

W_a : Peso del agua por metro lineal en kg/m.

W_t : Peso de la tubería por metro lineal en kg/m.

γ : Peso específico del agua en kg/m³.

γ_t : Peso específico del acero en kg/m³.

D : Diámetro interior de la tubería en metros.

e : Espesor de la tubería en metros.

¹. NOZAKI, Tsuguo. "Guía para la elaboración de proyectos de centrales hidroeléctricas destinadas a la electrificación rural del Perú". 1985.

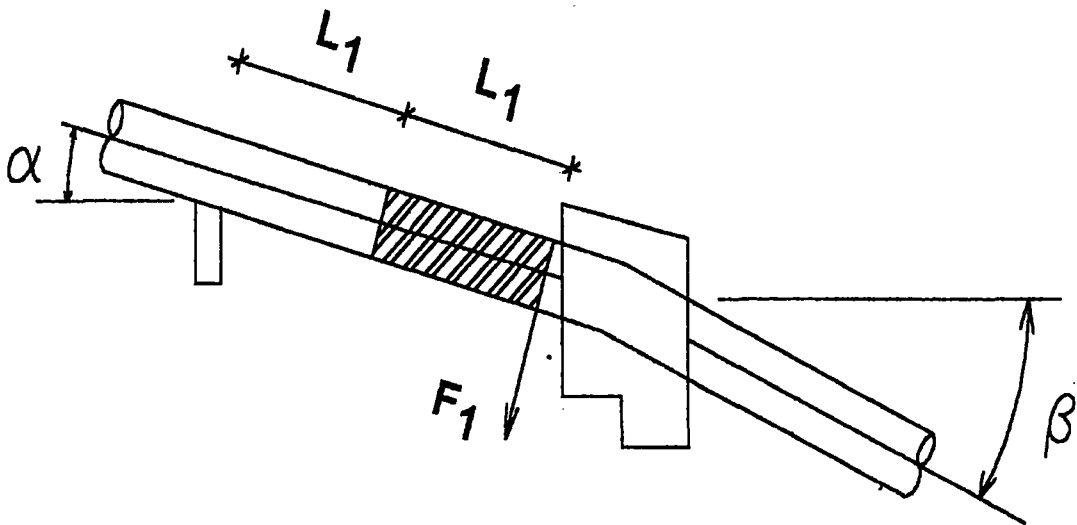


Fig. 8.2 Fuerza F_1 para el diseño de los anclajes

2.- Fuerza de rozamiento entre la tubería y los apoyos (F_2)

Esta fuerza se presenta cuando existen apoyos entre la junta de dilatación y el anclaje como una fuerza que se opone al movimiento de la tubería, tal como se muestra en la figura (8.3).

$$F_2 = \mu (W_t + W_a) L_2 \cos \alpha \quad (8.4)$$

Donde:

F_2 : Fuerza de rozamiento debido al peso del agua en kg.

L_2 : Longitud de la tubería sujeta a movimiento en metros.

W_t : Peso por metro lineal de tubería en kg/m.

W_a : Peso por metro lineal del agua en la tubería en kg/m.

α : Inclinación de la tubería aguas arriba del anclaje en grados ($^\circ$).

β : Inclinación de la tubería aguas abajo del anclaje en grados ($^\circ$).

μ : El coeficiente de fricción entre el hormigón y el acero.

En la fórmula anterior se usará el ángulo de inclinación β , para el caso de la tubería aguas abajo.

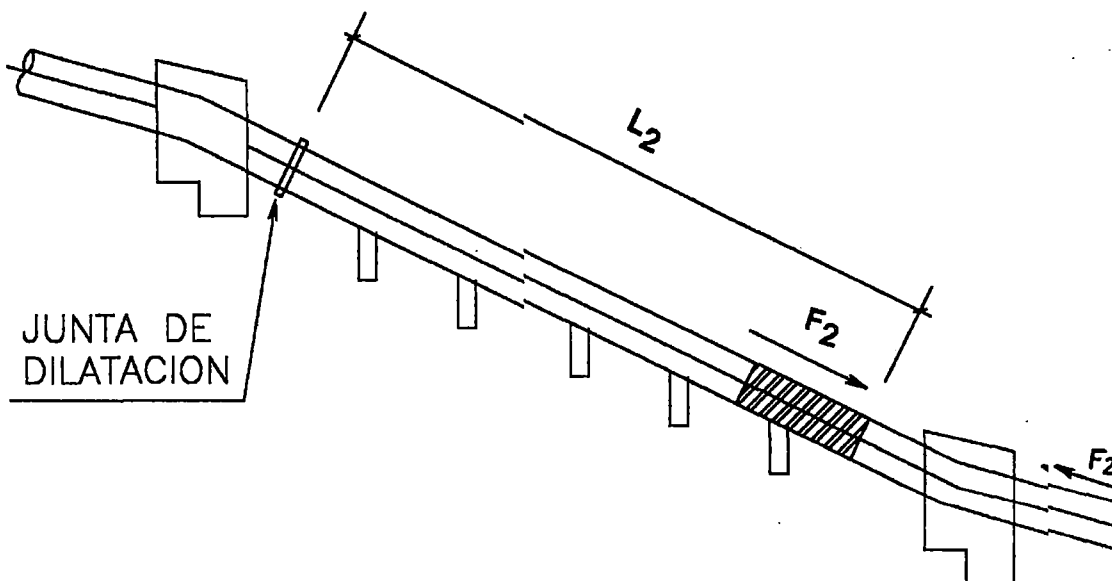


Fig. 8.3 Fuerza F_2 para el diseño de los anclajes

Si existiera una junta de dilatación en el tramo inferior, inmediatamente después del anclaje, las fuerzas de fricción correspondientes al tramo inferior no son transmitidas al anclaje en estudio, sino al que está más abajo.

3.- Fuerza en los cambios de dirección debido a la presión hidrostática (F_3)

Esta fuerza se produce en el anclaje por los cambios de dirección debido a la presión hidrostática, es decir por el cambio de pendiente entre la tubería aguas arriba y abajo. La dirección de esta fuerza es la bisectriz del codo que forman los tramos aguas arriba y abajo de la tuberías. Un esquema se muestra en la figura (8.4)

$$F_3 = 1.6 \times 10^3 HD^2 \operatorname{sen}\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) \quad (8.5)$$

Donde:

F_3 : Fuerza en los cambios de dirección debido a la presión hidrostática en kg.

H : Presión estática en la tubería a la altura del anclaje en metros.

D : Diámetro interior de la tubería en metros.

hf : La pérdida de carga en metros dado por la fórmula de Darcy.

α : Inclinación de la tubería aguas arriba del anclaje en grados ($^{\circ}$).

β : Inclinación de la tubería aguas abajo del anclaje en grados ($^{\circ}$).

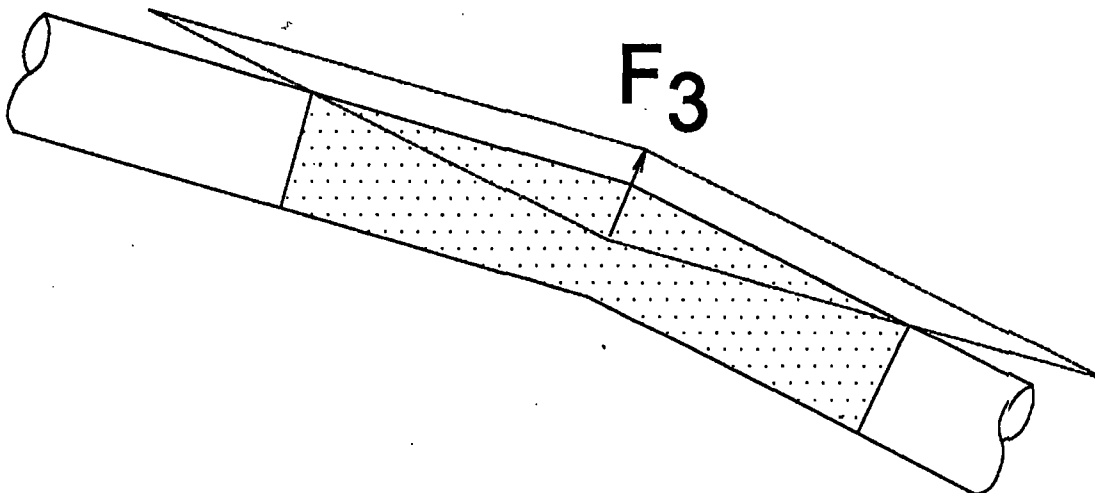


Fig. 8.4 Fuerza F_3 para el diseño de los anclajes

4.- Componente del peso de la tubería paralela a ella (F_4)

Es la fuerza producida por el peso de la tubería comprendida entre la junta de dilatación y el anclaje. La dirección de esta fuerza, tal como se muestra en la figura (8.5), es paralela a la tubería y su magnitud es calculada por la siguiente fórmula:

$$F_4 = W_t L_4 \text{ sen } \alpha \quad (8.6)$$

Donde:

F_4 : Fuerza debido al peso de la tubería en kg

W_t : Peso por metro lineal de tubería en kg/m.

L_4 : Longitud de la tubería en metros.

α : Inclinación de la tubería aguas arriba del anclaje en grados ($^{\circ}$).

β : Inclinación de la tubería aguas abajo del anclaje en grados ($^{\circ}$).

En la fórmula anterior se usará el ángulo de inclinación β , para el caso de la tubería aguas abajo.

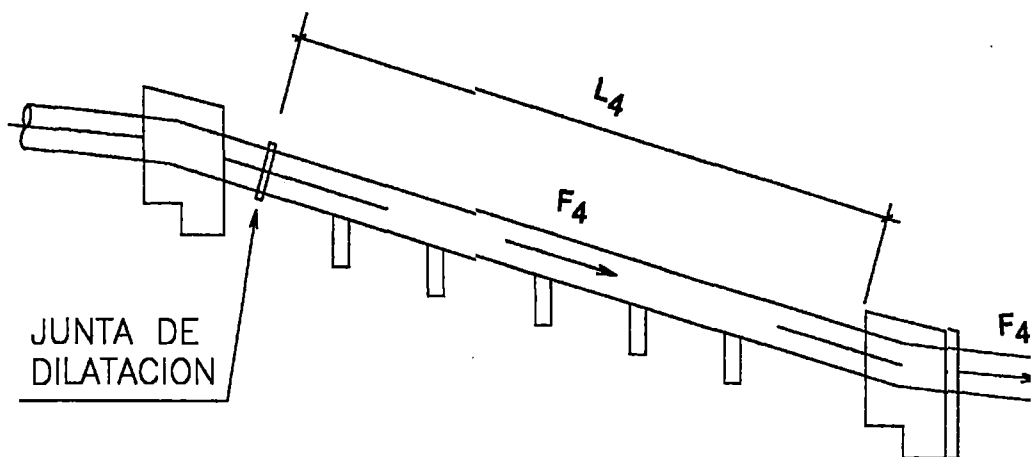


Fig. 8.5 Fuerza F_4 para el diseño de los anclajes

5.- Fuerza debida a cambios de temperatura en la tubería (F_5)

Esta fuerza se presenta cuando la tubería no tiene juntas de dilatación, por lo que los anclajes reciben todos los esfuerzos por dilatación de la tubería por cambios de temperatura, tal como se muestra en la figura (8.6).

$$F_5 = 31 D t E \lambda \Delta T \quad (8.7)$$

Donde:

F_5 : Fuerza debida a cambios de temperatura en la tubería en kg.

D : Diámetro interior de la tubería en metros.

t : Espesor de la pared de la tubería en metros.

λ : Coeficiente de dilatación lineal de la tubería ($^{\circ}\text{C}^{-1}$).

ΔT : Máxima variación de la temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$).

E : Módulo de elasticidad de Young (kgf/cm^2).

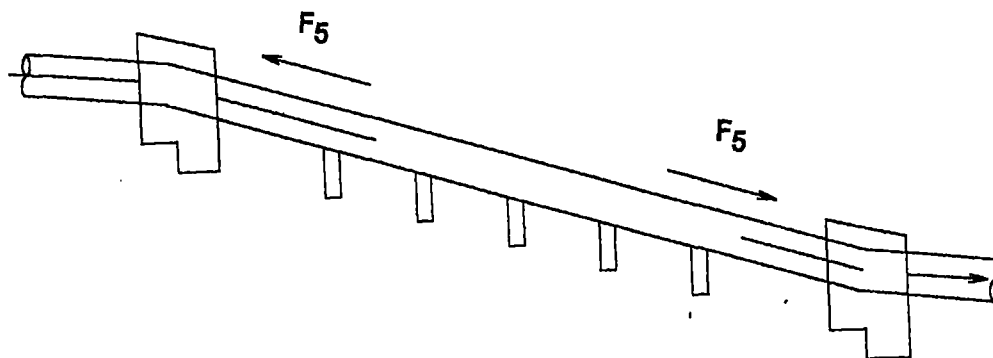


Fig. 8.6 Fuerza F_5 para el diseño de los anclajes

6.- Fuerza de rozamiento en la junta de dilatación (F_6)

Esta fuerza se produce entre la empaquetadura y los accesorios de la junta de dilatación, cuando se contrae o dilata la tubería por cambios de temperatura, tal como se muestra en la figura (8.7).

$$F_6 = 31DC \quad (8.8)$$

Donde:

F_5 : Fuerza debida a cambios de temperatura en la tubería en kg.

D : Diámetro interior de la tubería en metros.

C : Fricción en la junta de expansión por unidad de longitud de circunferencia en kgf/m.

Un valor aproximado es $F_6=10 D$ en kgf, en este caso el valor del diámetro D de la tubería está expresado en mm.

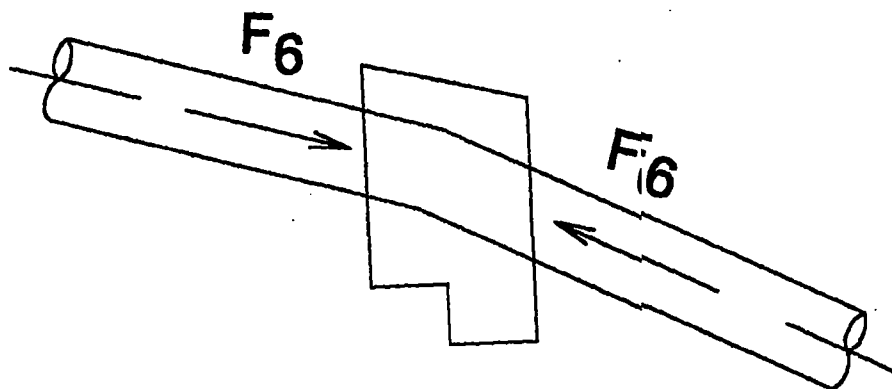


Fig. 8.7 Fuerza F_6 para el diseño de los anclajes

7.- Fuerza debida a la presión hidrostática dentro de las juntas de dilatación (F_7)

Esta fuerza es debida a la presión hidrostática que trata de separar en dos la junta de dilatación. Un esquema de esta fuerza se muestra en la figura (8.8).

$$F_7 = 3.1HDt \quad (8.9)$$

Donde:

- F_7 : Fuerza debida a la presión hidrostática en kg.
- H : Presión estática en la tubería a la altura del anclaje en metros.
- D : Diámetro interior de la tubería en metros.
- t : Espesor de la pared de la tubería en metros.

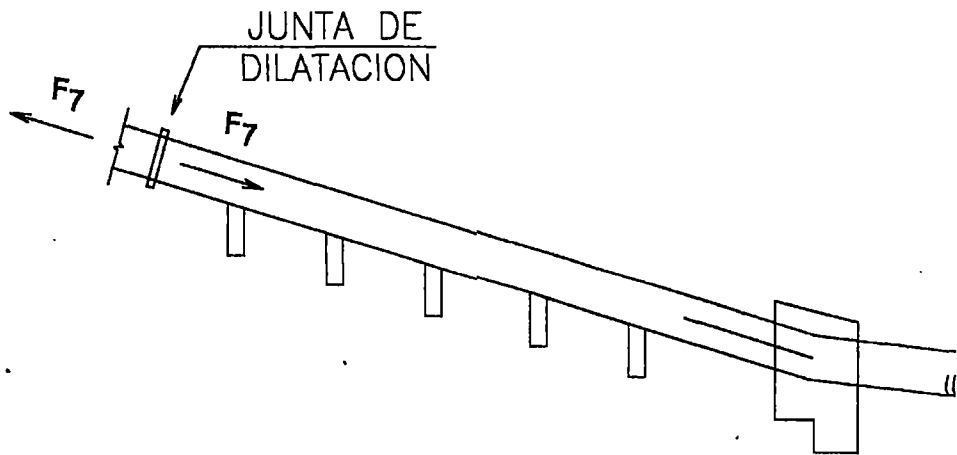


Fig. 8.8 Fuerza F_7 para el diseño de los anclajes

8.- Fuerza centrífuga debida al cambio de dirección de la cantidad de movimiento del agua (F_8)

La velocidad del agua cambia en los codos o cambios de dirección. Ello ocasiona una fuerza resultante sobre el codo, la cual tiene la misma dirección y sentido que F_3 , tal como se muestra en la figura (8.9).

La magnitud de esta fuerza es pequeña por lo que generalmente se desprecia.

$$F_8 = \frac{8000}{g \pi} \left(\frac{Q}{D} \right)^2 \operatorname{sen} \left(\frac{\beta - \alpha}{2} \right) \quad (8.10)$$

Donde:

- F_8 : Fuerza por cambio de dirección de la cantidad de movimiento en kg.
- Q : Caudal del flujo en m^3/seg .
- D : Diámetro interior de la tubería en metros.
- α : Inclinación de la tubería aguas arriba del anclaje en grados ($^\circ$).
- β : Inclinación de la tubería aguas abajo del anclaje en grados ($^\circ$).
- g : Aceleración de la gravedad igual a $9.81 \text{ m}/\text{seg}^2$.

Esta fuerza actúa en la dirección de la bisectriz del codo.

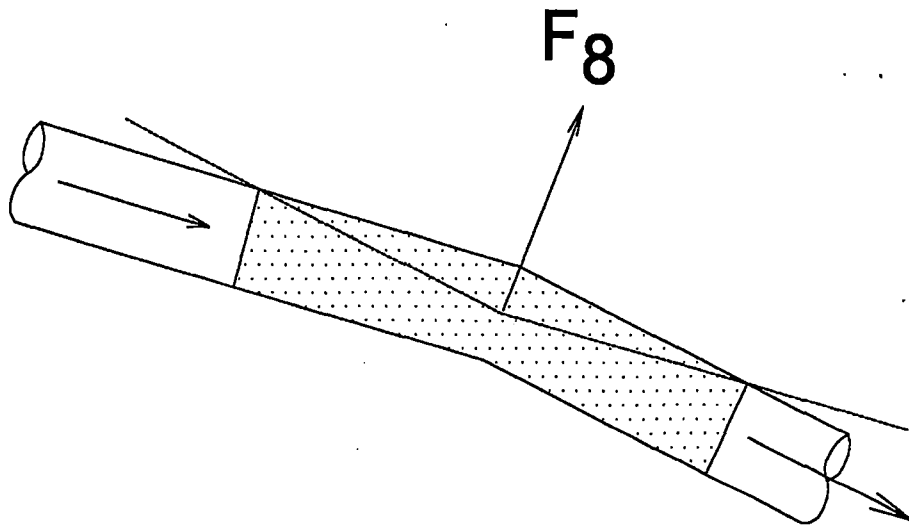


Fig. 8.9 Fuerza F_8 para el diseño de los anclajes

9.- Fuerza debida a la reducción del diámetro de la tubería (F_9)

Esta fuerza que se origina por la reducción del diámetro, actúa en el sentido de la reducción, es decir hacia la tubería de menor diámetro, tal como se muestra en la figura (8.10).

$$F_9 = 1 \times 10^3 H \Delta A \tag{8.11}$$

F_9 : Fuerza por reducción de diámetro de la tubería en kg.

H : Presión estática en la tubería a la altura del anclaje en metros.

ΔA : Cambio de las áreas de las tuberías en m^2 .

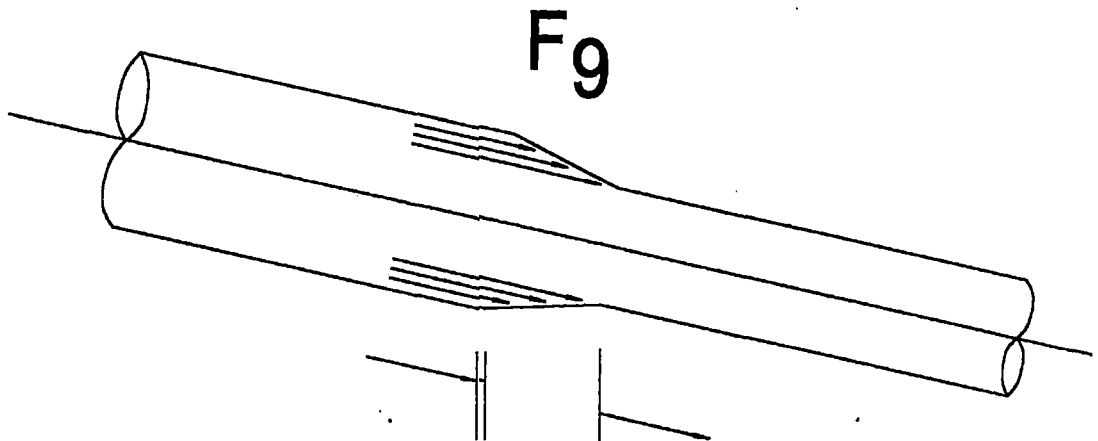


Fig. 8.10 Fuerza F_9 para el diseño de los anclajes

En las figuras anteriores mostradas anteriormente, indican la dirección de las fuerzas para el caso en que la tubería se esté dilatando.

Si la tubería se estuviera contrayendo, las fuerzas F_2 , F_5 y F_6 tienen sentido contrario.

Conociéndose la magnitud y dirección de las fuerzas, se procede al cálculo de la estabilidad del anclaje, considerando los casos cuando la tubería se está dilatando y contrayendo.

Condiciones de estabilidad

A continuación se describe las condiciones que se debe cumplir para asegurar la estabilidad de la tubería:

Las fuerzas que actúan sobre el anclaje se suman vectorialmente y se halla la resultante en el eje horizontal F_H y vertical F_V .

Primera condición

La fuerza de fricción entre el anclaje y el terreno debe ser superior al empuje horizontal ΣF_x .

$$\Sigma F_x < \mu \Sigma F_y \quad (8.12)$$

Donde:

μ : Coeficiente de fricción entre el concreto y el suelo, ver tabla 8.1.

ΣF_x : Sumatoria de las fuerzas en x en kg.

ΣF_y : Sumatoria de las fuerzas en y en kg.

Segunda condición

La presión transmitida por el anclaje al terreno debe ser menor que la capacidad portante del terreno. Por lo que debe cumplirse la siguiente relación:

$$\sigma_{base} < \sigma_{adm} \quad (8.13)$$

Donde:

σ_{base} : Esfuerzo de compresión sobre el terreno.

σ_{adm} : Esfuerzo de compresión admisible del terreno.

$$\sigma_{base} = \frac{R_y}{A} \left(1 \pm 6 \frac{e}{b} \right) \quad (8.14)$$

El doble signo significa que se obtendrá los valores máximo y mínimo del esfuerzo de compresión, es decir σ_{max} y σ_{min} .

Donde:

R_y : Reacción vertical del suelo contra el apoyo.

b : Largo de la base del apoyo.

A : Area de la base del apoyo.

e : Excentricidad de reacción vertical.

$$e = x - \frac{b}{2} \quad (8.15)$$

Tercera condición

El valor de σ_{base} mínimo debe ser positivo; en caso contrario significará que se produce el volteo del apoyo.

Tomando los datos de la tubería, se diseñan los anclajes mediante una hoja de cálculo, verificándose que se cumplan las tres condiciones planteadas, las cuales nos permiten asegurar la estabilidad de los anclajes, y por lo tanto de la tubería forzada.

El diseño de los anclajes de la tubería corresponde a la última alternativa planteada que es la más económica, es decir, a la tubería con dos tramos de secciones constantes. Se observa que el cambio de sección de 0.90 a 0.80 m se ubica en el anclaje 5.

En la tabla N° 8.2 se presenta los datos necesarios para el cálculo de las fuerzas que intervienen en la tubería, los cuales caracterizan a la tubería materia de nuestro estudio.

Tabla 8.2 Cálculo de las presiones máximas en la tubería de N tramos

Punto	Nombre	Cota (m)	Long. (m)	L ac (m)	Angulo (grados)	h max (m)	D (m)	e asumido (m)
0	Inicio	1089.07	0.00	0.00				
1	anclaje 1	1069.22	87.45	87.45	12.79	43.23	0.900	0.0048
2	anclaje 2	1047.35	68.80	156.25	17.63	73.42	0.900	0.0048
3	anclaje 3	1027.54	78.35	234.60	14.39	107.81	0.900	0.0064
4	anclaje 4	1010.86	56.90	291.50	16.34	132.78	0.900	0.0079
5	anclaje 5	983.70	55.10	346.60	26.24	156.96	0.900	0.0079
6	anclaje 6	958.06	70.25	416.85	20.05	187.79	0.800	0.0095
7	anclaje 7	940.75	66.35	483.20	14.62	216.91	0.800	0.0095
8	anclaje 8	918.96	67.65	550.85	17.85	246.60	0.800	0.0111
9	anclaje 9	908.05	43.30	594.15	14.14	265.60	0.800	0.0111
10	anclaje 10	885.86	49.30	643.45	24.23	287.23	0.800	0.0127
11	anclaje 11	856.17	41.65	685.10	35.48	305.51	0.800	0.0127
12	anclaje 12	841.27	32.25	717.35	24.80	319.67	0.800	0.0127
13	anclaje 13	836.43	41.14	758.49	6.71	337.72	0.800	0.0143
14	fin de tubería	836.43	6.88	765.37	0	340.74	0.800'	0.0143

De la tabla anterior se pueden determinar los ángulos de los tramos aguas arriba y abajo de la tubería.

Debe tomarse nota que los diámetros de la tubería para los tramos iniciales D_1 a D_5 es igual a 0.80 m y para los tramos D_6 a D_{14} es igual a 0.90 m, porque el cambio de sección determinado se ubica en el anclaje 5.

Un ejemplo de cálculo se presenta en las páginas siguientes, aplicando las fórmulas expuestas en este capítulo, elaboradas mediante una hoja de cálculo que facilita en gran medida el diseño de los anclajes de la tubería.

En la hoja de cálculo se presenta los valores de las características del agua, de la tubería, del concreto y del suelo sobre el que están cimentadas los anclajes de la tubería, determinándose las dimensiones que han de tener los bloques de anclaje para contrarrestar las fuerzas producidas por la acción del agua y el rozamiento de ésta con la tubería.

DISEÑO DE ANCLAJE 1

*** Datos para el cálculo:**

Tubería de presión:

De=	0.9064 m	Diámetro exterior del tubo
Di=	0.90 m	Diámetro interior del tubo
t=	3.20 mm	Espesor de la pared del tubo
Dia=	0.90 m	Diámetro interior del tubo (Si hay cambio de sección)
L1=	3.50 m	Distancia del anclaje al punto medio del tramo aguas arriba
L1'=	3.50 m	Distancia del anclaje al punto medio del tramo aguas abajo
L2=	82.25 m	Longitud de la tubería sujeta a movimiento Long. entre puntos medios entre apoyo y anclaje respectivo
L4=	85.25 m	Longitud de la tubería a considerar en el tramo aguas arriba Generalmente, tramo entre la junta de dilatación y el anclaje
L4'=	3.50 m	Longitud de la tubería a considerar en el tramo aguas abajo Generalmente, tramo entre la junta de dilatación y el anclaje
H=	4.85 m	Presión estática en la tubería a la altura del anclaje
Q=	1.30 m ³ /s	Caudal
α=	12.79 grados	Ángulo de inclinación de la tubería con respecto a la horizontal en el tramo aguas arriba del anclaje
α=	0.2232 radianes	
β=	17.63 grados	Ángulo de inclinación de la tubería con respecto a la horizontal en el tramo aguas abajo del anclaje
β=	0.3077 radianes	
φ=	0.0845 radianes	
E=	2.10E+10 kg/m ²	Módulo de elasticidad del acero
λ=	1.17E-05 °/C	Coefficiente de dilatación lineal de la tubería
ΔT=	14 °C	Máxima variación de la temperatura (°C)
γt=	7860 kg/m ³	Peso específico del tubo de acero

Agua:

γa=	1000 kg/m ³	Peso específico del agua
-----	------------------------	--------------------------

Concreto:

γc=	2300 kg/m ³	Peso específico del concreto
μ=	0.40	Coefficiente de fricción entre el concreto y el acero (entre 0.50 a 0.60)
μt=	0.50	Coefficiente de fricción entre el anclaje de concreto y el terreno (entre 0.2 a 0.6)
d=	1.40 m	Dist. a Σ Fx

Suelo:

σadm=	2.5 kg/cm ²	Capacidad admisible del suelo
-------	------------------------	-------------------------------

Fuerzas que intervienen en el cálculo:

Pesos del tubo y el agua:

w _t =	$\gamma_t \cdot \pi / 4 \cdot (D_e^2 - D_i^2)$	71.37 kg/m	Peso del tubo
w _a =	$\gamma_a \cdot \pi / 4 \cdot (D_i^2)$	636.17 kg/m	Peso del agua en el tubo
w=	w _t +w _a	707.54 kg/m	Peso total (Tubo más agua)

*** Cálculo de Fuerzas:**

a) Componente del peso de la tubería con agua perpendicular a ella (F1):

$F1 = w * L1 * \cos(a) =$	2414.95 kg	Aguas Arriba
$F1' = w * L1' * \cos(b) =$	2360.08 kg	Aguas Abajo

b) Fuerza de fricción entre la tubería y los apoyos (F2):

$F2 = \mu * \omega * L2 * \cos(a) =$	22700.52 kg	Aguas Arriba
--------------------------------------	-------------	--------------

c) Fuerza en los cambios de dirección debido a la presión hidrostática (F3):

$F3 = 1.6e3 * H * Di^2 * \sin(f/2) =$	265.41 kg
---------------------------------------	-----------

d) Componente del peso de la tubería paralela a ella (F4):

$F4 = w * L4 * \sin(a) =$	1346.90 kg	Aguas Arriba
$F4' = w * L4' * \sin(b) =$	75.65 kg	Aguas Abajo

e) Fuerza debida a cambios de temperatura en la tubería (F5):

$F5 = 31 * Di * t * E * \lambda * \Delta T =$	0.00 kg	Aguas Arriba
---	---------	--------------

f) Fuerza de fricción en la junta de dilatación (F6):

$F6 = 745 * \pi * (Di + 2 * t) =$	2121.42 kg	Aguas Arriba
-----------------------------------	------------	--------------

g) Fuerza debida a la presión hidrostática dentro de las juntas de expansión (F7):

$F7 = 3.1 * H * Di * t =$	43.30 kg	Aguas Arriba
---------------------------	----------	--------------

h) Fuerza debida al cambio de dirección de la cantidad de movimiento (F8):

$F8 = 250 * (Q/Di)^2 * \sin(f/2) =$	22.02 kg
-------------------------------------	----------

i) Fuerza debida al cambio del diámetro en la tubería cuando hay reducción (F9):

$F9 = 1e3 * H * \Delta A =$	0.00 kg	Aguas Arriba
$\Delta A = 0.00$		

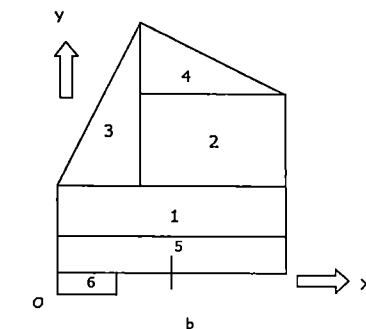
*** CASO 1: Cuando la Tubería se está dilatando**

Cálculo de la estabilidad del anclaje:

Peso del anclaje del bloque de concreto:

	b (m)	h (m)	l (m)	Vi (m3)
1	2.80	1.30	2.80	10.1920
2	2.40	1.21	2.80	8.0990
3	0.40	1.76	2.80	0.9856
4	2.40	0.55	2.80	1.8641
5	2.80	0.00	2.80	0.0000
6	0.70	0.10	2.80	0.1960

V= 21.3367



Vol. de concreto del anclaje

$Wc = V * \gamma_c =$ 49074.38 kg Peso del anclaje

1ra. Condición:

$$\Sigma Fx = -F1 * \sin(a) - F1' * \sin(b) - (F3 + F8) * \sin(f/2) + (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) * \cos(a) + F4' * \cos(b) = 24372.32 \text{ kg}$$

$$\Sigma Fy = -F1 * \cos(a) - F1' * \cos(b) - (F3 + F8) * \cos(f/2) - (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) * \sin(a) - F4' * \sin(b) - W = -59791.53 \text{ kg}$$

Comp.: $\Sigma Fx = 24372.32 < \mu * \Sigma Fy = 29895.76$ OKII

2da. Condición:

Centro de gravedad:

	b(m)	h(m)	Ai(m ²)	Xi(m)	Ai*Xi	Yi(m)	Ai*Yi
1	2.80	1.30	3.640	1.40	5.096	0.75	2.730
2	2.40	1.21	2.892	1.60	4.628	2.00	5.793
3	0.40	1.76	0.352	0.27	0.094	1.99	0.699
4	2.40	0.55	0.666	1.20	0.799	2.79	1.858
5	2.80	0.00	0.000	1.40	0.000	0.10	0.000
6	0.70	0.10	0.070	0.35	0.025	0.05	0.004
			Ai= 7.620	Ai*Xi= 10.641		Ai*Yi= 11.083	
			Xcg= Ai*Xi/Ai= 1.40	m			
			Ycg= Ai*Yi/Ai= 1.45	m			

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el anclaje) y Xb:

$$\begin{aligned} \Sigma Mo &= 0 & Ry * Xb &= \Sigma Fx * d + \Sigma Fy * Ycg + Wc * Xcg = 189611.53 \\ \Sigma Fy &= 0 & Ry &= \Sigma Fy + Wc = 108865.90 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Xb &= Ry * Xb / Ry = 1.74 \text{ m} & \text{Dist. del punto O a Ry} \\ e &= Xb - b / 2 = 0.34 \text{ m} & \text{Excentricidad de la reacción vertical} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= Ry / A * (1 + 6 * e / b) = 2.41 \text{ kg/cm}^2 & \sigma_{\text{máx}} \\ \sigma_2 &= Ry / A * (1 - 6 * e / b) = 0.37 \text{ kg/cm}^2 & \sigma_{\text{mín}} \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 2.41 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 2.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!!}$$

*** CASO 2: Cuando la Tubería se está contrayendo**

1ra. Condición:

$$\begin{aligned} \Sigma Fx &= -F1 * \text{sen}(a) - F1' * \text{sen}(b) - (F3 + F8) * \text{sen}(f/2) + (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) * \text{cos}(a) + F4' * \text{cos}(b) = -24039.80 \text{ kg} \\ \Sigma Fy &= -F1 * \text{cos}(a) - F1' * \text{cos}(b) - (F3 + F8) * \text{cos}(f/2) - (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) * \text{sen}(a) - F4' * \text{sen}(b) - W = -48801.45 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Comp.:} \quad \Sigma Fx = 24039.80 < \mu * \Sigma Fy = 24400.72 \quad \text{OK!!}$$

2da. Condición:

Centro de gravedad:

$$\begin{aligned} Xcg &= Ai * Xi / Ai = 1.40 \text{ m} \\ Ycg &= Ai * Yi / Ai = 1.45 \text{ m} \end{aligned}$$

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el anclaje) y Xb:

$$\begin{aligned} \Sigma Mo &= 0 & Ry * Xb &= \Sigma Fx * d + \Sigma Fy * Ycg + Wc * Xcg = 105850.64 \\ \Sigma Fy &= 0 & Ry &= \Sigma Fy + Wc = 97875.82 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Xb &= Ry * Xb / Ry = 1.08 \text{ m} & \text{Dist. del punto O a Ry} \\ e &= Xb - b / 2 = -0.32 \text{ m} & \text{Excentricidad de la reacción vertical} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= Ry / A * (1 + 6 * e / b) = 0.40 \text{ kg/cm}^2 & \sigma_{\text{mín}} \\ \sigma_2 &= Ry / A * (1 - 6 * e / b) = 2.10 \text{ kg/cm}^2 & \sigma_{\text{máx}} \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 2.10 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 2.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!!}$$

DISEÑO DE ANCLAJE 2

* Datos para el cálculo:

Tubería de presión:

De=	0.9084 m	Diámetro exterior del tubo
Di=	0.90 m	Diámetro interior del tubo
t=	4.20 mm	Espesor de la pared del tubo
Dia=	0.90 m	Diámetro interior del tubo (Si hay cambio de sección)
L1=	3.50 m	Distancia del anclaje al punto medio del tramo aguas arriba
L1'=	3.50 m	Distancia del anclaje al punto medio del tramo aguas abajo
L2=	63.60 m	Longitud de la tubería sujeta a movimiento Long. entre puntos medios entre apoyo y anclaje respectivo
L4=	68.60 m	Longitud de la tubería a considerar en el tramo aguas arriba Generalmente, tramo entre la junta de dilatación y el anclaje
L4'=	3.50 m	Longitud de la tubería a considerar en el tramo aguas abajo Generalmente, tramo entre la junta de dilatación y el anclaje
H=	24.70 m	Presión estática en la tubería a la altura del anclaje
Q=	1.30 m ³ /s	Caudal
α=	17.63 grados	Ángulo de inclinación de la tubería con respecto a la horizontal en el tramo aguas arriba del anclaje
α=	0.3077 radianes	
β=	14.39 grados	Ángulo de inclinación de la tubería con respecto a la horizontal en el tramo aguas abajo del anclaje
β=	0.2512 radianes	
φ=	-0.0565 radianes	
E=	2.10E+10 kg/m ²	Módulo de elasticidad del acero
λ=	1.17E-05 °/C	Coefficiente de dilatación lineal de la tubería
ΔT=	14 °C	Máxima variación de la temperatura (°C)
γt=	7860 kg/m ³	Peso específico del tubo de acero

Agua:

γa=	1000 kg/m ³	Peso específico del agua
-----	------------------------	--------------------------

Concreto:

γc=	2300 kg/m ³	Peso específico del concreto
μ=	0.40	Coefficiente de fricción entre el concreto y el acero (entre 0.50 a 0.60)
μt=	0.50	Coefficiente de fricción entre el anclaje de concreto y el terreno (entre 0.2 a 0.6)
d=	1.35 m	Dist. a Σ Fx

Suelo:

σadm=	2.5 kg/cm ²	Capacidad admisible del suelo
-------	------------------------	-------------------------------

Fuerzas que intervienen en el cálculo:

Pesos del tubo y el agua:

wt= $\gamma_t \cdot \pi / 4 \cdot (D_e^2 - D_i^2)$	93.77 kg/m	Peso del tubo
wa= $\gamma_a \cdot \pi / 4 \cdot (D_i^2)$	636.17 kg/m	Peso del agua en el tubo
w= wt+wa=	729.95 kg/m	Peso total (Tubo más agua)

*** Cálculo de Fuerzas:**

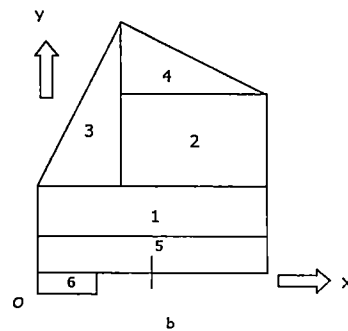
- a) **Componente del peso de la tubería con agua perpendicular a ella (F1):**
 $F1 = w * L1 * \cos(a) = 2434.82 \text{ kg}$ Aguas Arriba
 $F1' = w * L1' * \cos(b) = 2474.66 \text{ kg}$ Aguas Abajo
- b) **Fuerza de fricción entre la tubería y los apoyos (F2):**
 $F2 = \mu * \omega * L2 * \cos(a) = 17697.67 \text{ kg}$ Aguas Arriba
- c) **Fuerza en los cambios de dirección debido a la presión hidrostática (F3):**
 $F3 = 1.6e3 * H * Di^2 * \sin(f/2) = -904.97 \text{ kg}$
- d) **Componente del peso de la tubería paralela a ella (F4):**
 $F4 = w * L4 * \sin(a) = 1948.34 \text{ kg}$ Aguas Arriba
 $F4' = w * L4' * \sin(b) = 81.57 \text{ kg}$ Aguas Abajo
- e) **Fuerza debida a cambios de temperatura en la tubería (F5):**
 $F5 = 31 * Di * t * E * \lambda * \Delta T = 0.00 \text{ kg}$ Aguas Arriba
- f) **Fuerza de fricción en la junta de dilatación (F6):**
 $F6 = 745 * \pi * (Di + 2 * t) = 2126.10 \text{ kg}$ Aguas Arriba
- g) **Fuerza debida a la presión hidrostática dentro de las juntas de expansión (F7):**
 $F7 = 3.1 * H * Di * t = 289.43 \text{ kg}$ Aguas Arriba
- h) **Fuerza debida al cambio de dirección de la cantidad de movimiento (F8):**
 $F8 = 250 * (Q/Di)^2 * \sin(f/2) = -14.75 \text{ kg}$
- i) **Fuerza debida al cambio del diámetro en la tubería cuando hay reducción (F9):**
 $F9 = 1e3 * H * \Delta A = 0.00 \text{ kg}$ Aguas Arriba
 $\Delta A = 0.00$

*** CASO 1: Cuando la Tubería se está dilatando**

Cálculo de la estabilidad del anclaje:

Peso del anclaje del bloque de concreto:

	b (m)	h (m)	l (m)	Vi (m3)
1	2.70	1.20	2.70	8.7480
2	2.10	1.18	2.70	6.6654
3	0.60	1.72	2.70	1.3932
4	2.10	0.54	2.70	1.5435
5	2.70	0.00	2.70	0.0000
6	0.70	0.00	2.70	0.0000
			V=	18.3501



Vol. de concreto del anclaje

$Wc = V * \gamma_c = 42205.26 \text{ kg}$ Peso del anclaje

1ra. Condición:

$\Sigma Fx = -F1 * \sin(a) - F1' * \sin(b) - (F3 + F8) * \sin(f/2) + (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) * \cos(a) + F4' * \cos(b) = 19725.94 \text{ kg}$
 $\Sigma Fy = -F1 * \cos(a) - F1' * \cos(b) - (F3 + F8) * \cos(f/2) - (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) * \sin(a) - F4' * \sin(b) - W = -52705.42 \text{ kg}$

Comp.: $\Sigma Fx = 19725.94 < \mu * \Sigma Fy = 26352.71$ OKII

2da. Condición:

Centro de gravedad:

	b(m)	h(m)	Ai(m ²)	Xi(m)	Ai*Xi	Yi(m)	Ai*Yi
1	2.70	1.20	3.240	1.35	4.374	0.60	1.944
2	2.10	1.18	2.469	1.65	4.073	1.79	4.413
3	0.60	1.72	0.516	0.40	0.206	1.77	0.915
4	2.10	0.54	0.572	1.30	0.743	2.56	1.462
5	2.70	0.00	0.000	1.35	0.000	0.00	0.000
6	0.70	0.00	0.000	0.35	0.000	0.00	0.000
			Ai= 6.796	Ai*Xi= 9.397		Ai*Yi= 8.734	
			Xcg= Ai*Xi/Ai= 1.38 m				
			Ycg= Ai*Yi/Ai= 1.29 m				

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el anclaje) y Xb:

$$\begin{aligned} \Sigma Mo &= 0 & Ry * Xb &= \Sigma Fx * d + \Sigma Fy * Ycg + Wc * Xcg = 152718.52 \\ \Sigma Fy &= 0 & Ry &= \Sigma Fy + Wc = 94910.68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Xb &= Ry * Xb / Ry = 1.61 \text{ m} & \text{Dist. del punto O a Ry} \\ e &= Xb - b / 2 = 0.26 \text{ m} & \text{Excentricidad de la reacción vertical} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= Ry / A * (1 + 6 * e / b) = 2.05 \text{ kg/cm}^2 & \sigma_{\text{máx}} \\ \sigma_2 &= Ry / A * (1 - 6 * e / b) = 0.55 \text{ kg/cm}^2 & \sigma_{\text{mín}} \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 2.05 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 2.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!!}$$

*** CASO 2: Cuando la Tubería se está contrayendo**

1ra. Condición:

$$\begin{aligned} \Sigma Fx &= -F1 * \text{sen}(a) - F1' * \text{sen}(b) - (F3 + F8) * \text{sen}(f/2) + (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) * \text{cos}(a) + F4' * \text{cos}(b) = -18059.45 \text{ kg} \\ \Sigma Fy &= -F1 * \text{cos}(a) - F1' * \text{cos}(b) - (F3 + F8) * \text{cos}(f/2) - (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) * \text{sen}(a) - F4' * \text{sen}(b) - W = -40697.41 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Comp.:} \quad \Sigma Fx = 18059.45 < \mu * \Sigma Fy = 20348.71 \quad \text{OK!!}$$

2da. Condición:

Centro de gravedad:

$$\begin{aligned} Xcg &= Ai * Xi / Ai = 1.38 \text{ m} \\ Ycg &= Ai * Yi / Ai = 1.29 \text{ m} \end{aligned}$$

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el anclaje) y Xb:

$$\begin{aligned} \Sigma Mo &= 0 & Ry * Xb &= \Sigma Fx * d + \Sigma Fy * Ycg + Wc * Xcg = 86276.26 \\ \Sigma Fy &= 0 & Ry &= \Sigma Fy + Wc = 82902.67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Xb &= Ry * Xb / Ry = 1.04 \text{ m} & \text{Dist. del punto O a Ry} \\ e &= Xb - b / 2 = -0.31 \text{ m} & \text{Excentricidad de la reacción vertical} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= Ry / A * (1 + 6 * e / b) = 0.36 \text{ kg/cm}^2 & \sigma_{\text{mín}} \\ \sigma_2 &= Ry / A * (1 - 6 * e / b) = 1.92 \text{ kg/cm}^2 & \sigma_{\text{máx}} \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 1.92 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 2.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!!}$$

DISEÑO DE ANCLAJE 5

*** Datos para el cálculo:**

Tubería de presión:

De=	0.9144 m	Diámetro exterior del tubo
Di=	0.90 m	Diámetro interior del tubo
t=	7.20 mm	Espesor de la pared del tubo
Dia=	0.80 m	Diámetro interior del tubo (Si hay cambio de sección)
L1=	3.50 m	Distancia del anclaje al punto medio del tramo aguas arriba
L1'=	3.50 m	Distancia del anclaje al punto medio del tramo aguas abajo
L2=	49.90 m	Longitud de la tubería sujeta a movimiento Long. entre puntos medios entre apoyo y anclaje respectivo
L4=	52.90 m	Longitud de la tubería a considerar en el tramo aguas arriba Generalmente, tramo entre la junta de dilatación y el anclaje
L4'=	3.50 m	Longitud de la tubería a considerar en el tramo aguas abajo Generalmente, tramo entre la junta de dilatación y el anclaje
H=	83.06 m	Presión estática en la tubería a la altura del anclaje
Q=	1.30 m ³ /s	Caudal
α=	26.24 grados	Ángulo de inclinación de la tubería con respecto a la horizontal en el tramo aguas arriba del anclaje
α=	0.4580 radianes	
β=	20.05 grados	Ángulo de inclinación de la tubería con respecto a la horizontal en el tramo aguas abajo del anclaje
β=	0.3499 radianes	
φ=	-0.1080 radianes	
E=	2.10E+10 kg/m ²	Módulo de elasticidad del acero
λ=	1.17E-05 °/C	Coefficiente de dilatación lineal de la tubería
ΔT=	14 °C	Máxima variación de la temperatura (°C)
γt=	7860 kg/m ³	Peso específico del tubo de acero

Agua:

γa=	1000 kg/m ³	Peso específico del agua
-----	------------------------	--------------------------

Concreto:

γc=	2300 kg/m ³	Peso específico del concreto
μ=	0.40	Coefficiente de fricción entre el concreto y el acero (entre 0.50 a 0.60)
μt=	0.50	Coefficiente de fricción entre el anclaje de concreto y el terreno (entre 0.2 a 0.6)
d=	1.35 m	Dist. a Σ Fx

Suelo:

σadm=	2.5 kg/cm ²	Capacidad admisible del suelo
-------	------------------------	-------------------------------

Fuerzas que intervienen en el cálculo:

Pesos del tubo y el agua:

wt=	$\gamma t \cdot \pi / 4 \cdot (D_e^2 - D_i^2)$	161.29 kg/m	Peso del tubo
wa=	$\gamma a \cdot \pi / 4 \cdot (D_i^2)$	636.17 kg/m	Peso del agua en el tubo
w=	wt+wa=	797.46 kg/m	Peso total (Tubo más agua)

*** Cálculo de Fuerzas:**

a) Componente del peso de la tubería con agua perpendicular a ella (F1):

$F1 = w * L1 * \cos(a) =$	2503.49 kg	Aguas Arriba
$F1' = w * L1' * \cos(b) =$	2621.96 kg	Aguas Abajo

b) Fuerza de fricción entre la tubería y los apoyos (F2):

$F2 = \mu * \omega * L2 * \cos(a) =$	14277.07 kg	Aguas Arriba
--------------------------------------	-------------	--------------

c) Fuerza en los cambios de dirección debido a la presión hidrostática (F3):

$F3 = 1.6e3 * H * Di^2 * \sin(f/2) =$	-5811.97 kg	
---------------------------------------	-------------	--

d) Componente del peso de la tubería paralela a ella (F4):

$F4 = wt * L4 * \sin(a) =$	3772.38 kg	Aguas Arriba
$F4' = wt * L4' * \sin(b) =$	193.54 kg	Aguas Abajo

e) Fuerza debida a cambios de temperatura en la tubería (F5):

$F5 = 31 * Di * t * E * \lambda * \Delta T =$	0.00 kg	Aguas Arriba
---	---------	--------------

f) Fuerza de fricción en la junta de dilatación (F6):

$F6 = 745 * \pi * (Di + 2 * t) =$	2140.14 kg	Aguas Arriba
-----------------------------------	------------	--------------

g) Fuerza debida a la presión hidrostática dentro de las juntas de expansión (F7):

$F7 = 3.1 * H * Di * t =$	1668.51 kg	Aguas Arriba
---------------------------	------------	--------------

h) Fuerza debida al cambio de dirección de la cantidad de movimiento (F8):

$F8 = 250 * (Q/Di)^2 * \sin(f/2) =$	-28.16 kg	
-------------------------------------	-----------	--

i) Fuerza debida al cambio del diámetro en la tubería cuando hay reducción (F9):

$F9 = 1e3 * H * \Delta A =$	11089.98 kg	Aguas Arriba
$\Delta A = 0.13$		

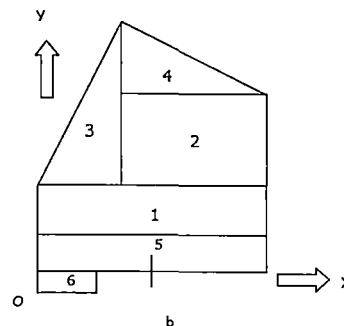
*** CASO 1: Cuando la Tubería se está dilatando**

Cálculo de la estabilidad del anclaje:

Peso del anclaje del bloque de concreto:

	b (m)	h (m)	l (m)	Vi (m3)
1	2.70	1.35	2.70	9.8415
2	1.90	0.93	2.70	4.7638
3	0.80	1.62	2.70	1.7496
4	1.90	0.69	2.70	1.7734
5	2.70	0.00	2.70	0.0000
6	0.70	0.00	2.70	0.0000

V= 18.1283



Vol. de concreto del anclaje

$Wc = V * \gamma_c =$ 41695.08 kg

Peso del anclaje

1ra. Condición:

$\Sigma Fx = -F1 * \sin(a) - F1' * \sin(b) - (F3 + F8) * \sin(f/2) + (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) * \cos(a) + F4' * \cos(b) =$ 27413.48 kg

$\Sigma Fy = -F1 * \cos(a) - F1' * \cos(b) - (F3 + F8) * \cos(f/2) - (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) * \sin(a) - F4' * \sin(b) - Wc =$ -55205.78 kg

Comp.: $\Sigma Fx =$ 27413.48 < $\mu * \Sigma Fy =$ 27602.89 OK!!

2da. Condición:

Centro de gravedad:

	b(m)	h(m)	Ai(m ²)	Xi(m)	Ai*Xi	Yi(m)	Ai*Yi
1	2.70	1.35	3.645	1.35	4.921	0.68	2.460
2	1.90	0.93	1.764	1.75	3.088	1.81	3.201
3	0.80	1.62	0.648	0.53	0.346	1.89	1.225
4	1.90	0.69	0.657	1.43	0.941	2.51	1.648
5	2.70	0.00	0.000	1.35	0.000	0.00	0.000
6	0.70	0.00	0.000	0.35	0.000	0.00	0.000
			Ai= 6.714	Ai*Xi= 9.295		Ai*Yi= 8.534	

$$X_{cg} = \frac{A_i * X_i}{A_i} = 1.38 \text{ m}$$

$$Y_{cg} = \frac{A_i * Y_i}{A_i} = 1.27 \text{ m}$$

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el anclaje) y Xb:

$$\Sigma M_o = 0 \quad R_y * X_b = \Sigma F_x * d + \Sigma F_y * Y_{cg} + W_c * X_{cg} = 164903.26$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad R_y = \Sigma F_y + W_c = 96900.86$$

$$X_b = \frac{R_y * X_b}{R_y} = 1.70 \text{ m} \quad \text{Dist. del punto O a } R_y$$

$$e = X_b - b/2 = 0.35 \text{ m} \quad \text{Excentricidad de la reacción vertical}$$

$$\sigma_1 = \frac{R_y}{A} * (1 + 6 * e/b) = 2.37 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_{\text{máx}}$$

$$\sigma_2 = \frac{R_y}{A} * (1 - 6 * e/b) = 0.29 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_{\text{mín}}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 2.37 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 2.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!!}$$

*** CASO 2: Cuando la Tubería se está contrayendo**

1ra. Condición:

$$\Sigma F_x = -F_1 * \text{sen}(a) - F_1' * \text{sen}(b) - (F_3 + F_8) * \text{sen}(f/2) + (F_2 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_9) * \text{cos}(a) + F_4' * \text{cos}(b) = -2037.35 \text{ kg}$$

$$\Sigma F_y = -F_1 * \text{cos}(a) - F_1' * \text{cos}(b) - (F_3 + F_8) * \text{cos}(f/2) - (F_2 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_9) * \text{sen}(a) - F_4' * \text{sen}(b) - W = -40688.63 \text{ kg}$$

$$\text{Comp.:} \quad \Sigma F_x = 2037.35 < \mu * \Sigma F_y = 20344.31 \quad \text{OK!!}$$

2da. Condición:

Centro de gravedad:

$$X_{cg} = \frac{A_i * X_i}{A_i} = 1.38 \text{ m}$$

$$Y_{cg} = \frac{A_i * Y_i}{A_i} = 1.27 \text{ m}$$

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el anclaje) y Xb:

$$\Sigma M_o = 0 \quad R_y * X_b = \Sigma F_x * d + \Sigma F_y * Y_{cg} + W_c * X_{cg} = 106692.31$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad R_y = \Sigma F_y + W_c = 82383.71$$

$$X_b = \frac{R_y * X_b}{R_y} = 1.30 \text{ m} \quad \text{Dist. del punto O a } R_y$$

$$e = X_b - b/2 = -0.05 \text{ m} \quad \text{Excentricidad de la reacción vertical}$$

$$\sigma_1 = \frac{R_y}{A} * (1 + 6 * e/b) = 0.99 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_{\text{mín}}$$

$$\sigma_2 = \frac{R_y}{A} * (1 - 6 * e/b) = 1.27 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_{\text{máx}}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 1.27 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 2.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!!}$$

DISEÑO DE ANCLAJE 7

* Datos para el cálculo:

Tubería de presión:

De=	0.8168 m	Diámetro exterior del tubo
Di=	0.80 m	Diámetro interior del tubo
t=	8.40 mm	Espesor de la pared del tubo
Dia=	0.80 m	Diámetro interior del tubo (Si hay cambio de sección)
L1=	3.50 m	Distancia del anclaje al punto medio del tramo aguas arriba
L1'=	3.50 m	Distancia del anclaje al punto medio del tramo aguas abajo
L2=	61.15 m	Longitud de la tubería sujeta a movimiento Long. entre puntos medios entre apoyo y anclaje respectivo
L4=	64.15 m	Longitud de la tubería a considerar en el tramo aguas arriba Generalmente, tramo entre la junta de dilatación y el anclaje
L4'=	3.50 m	Longitud de la tubería a considerar en el tramo aguas abajo Generalmente, tramo entre la junta de dilatación y el anclaje
H=	135.86 m	Presión estática en la tubería a la altura del anclaje
Q=	1.30 m ³ /s	Caudal
α=	14.62 grados	Ángulo de inclinación de la tubería con respecto
α=	0.2552 radianes	a la horizontal en el tramo aguas arriba del anclaje
β=	17.85 grados	Ángulo de inclinación de la tubería con respecto
β=	0.3115 radianes	a la horizontal en el tramo aguas abajo del anclaje
φ=	0.0564 radianes	
E=	2.10E+10 kg/m ²	Módulo de elasticidad del acero
λ=	1.17E-05 °/C	Coefficiente de dilatación lineal de la tubería
ΔT=	14 °C	Máxima variación de la temperatura (°C)
γt=	7860 kg/m ³	Peso específico del tubo de acero

Agua:

γa=	1000 kg/m ³	Peso específico del agua
-----	------------------------	--------------------------

Concreto:

γc=	2300 kg/m ³	Peso específico del concreto
μ=	0.40	Coefficiente de fricción entre el concreto y el acero (entre 0.50 a 0.60)
μt=	0.50	Coefficiente de fricción entre el anclaje de concreto y el terreno (entre 0.2 a 0.6)
d=	1.35 m	Dist. a Σ Fx

Suelo:

σadm=	2.5 kg/cm ²	Capacidad admisible del suelo
-------	------------------------	-------------------------------

Fuerzas que intervienen en el cálculo:

Pesos del tubo y el agua:

w _t =	$\gamma_t \cdot \pi / 4 \cdot (D_e^2 - D_i^2) =$	167.68 kg/m	Peso del tubo
w _a =	$\gamma_a \cdot \pi / 4 \cdot (D_i^2) =$	502.65 kg/m	Peso del agua en el tubo
w=	w _t +w _a =	670.33 kg/m	Peso total (Tubo más agua)

*** Cálculo de Fuerzas:**

a) Componente del peso de la tubería con agua perpendicular a ella (F1):

$$F1 = w \cdot L1 \cdot \cos(\alpha) = 2270.20 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

$$F1' = w \cdot L1' \cdot \cos(\beta) = 2233.23 \text{ kg} \quad \text{Aguas Abajo}$$

b) Fuerza de fricción entre la tubería y los apoyos (F2):

$$F2 = \mu \cdot w \cdot L2 \cdot \sin(\alpha) = 15865.46 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

c) Fuerza en los cambios de dirección debido a la presión hidrostática (F3):

$$F3 = 1.6e3 \cdot H \cdot Di^2 \cdot \sin(f/2) = 3920.88 \text{ kg}$$

d) Componente del peso de la tubería paralela a ella (F4):

$$F4 = w \cdot L4 \cdot \sin(\alpha) = 2715.04 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

$$F4' = w \cdot L4' \cdot \sin(\beta) = 179.89 \text{ kg} \quad \text{Aguas Abajo}$$

e) Fuerza debida a cambios de temperatura en la tubería (F5):

$$F5 = 31 \cdot Di \cdot t \cdot E \cdot \lambda \cdot \Delta T = 0.00 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

f) Fuerza de fricción en la junta de dilatación (F6):

$$F6 = 745 \cdot \pi \cdot (Di + 2 \cdot t) = 1911.71 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

g) Fuerza debida a la presión hidrostática dentro de las juntas de expansión (F7):

$$F7 = 3.1 \cdot H \cdot Di \cdot t = 2830.24 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

h) Fuerza debida al cambio de dirección de la cantidad de movimiento (F8):

$$F8 = 250 \cdot (Q/Di)^2 \cdot \sin(f/2) = 18.61 \text{ kg}$$

i) Fuerza debida al cambio del diámetro en la tubería cuando hay reducción (F9):

$$F9 = 1e3 \cdot H \cdot \Delta A = 0.00 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

$$\Delta A = 0.00$$

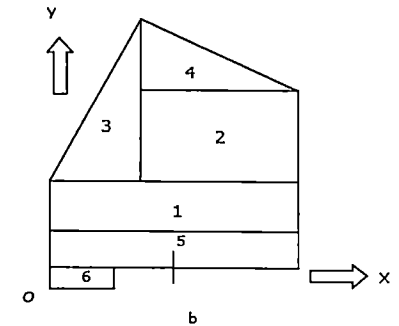
*** CASO 1: Cuando la Tubería se está dilatando**

Cálculo de la estabilidad del anclaje:

Peso del anclaje del bloque de concreto:

	b (m)	h (m)	l (m)	Vi (m3)
1	2.70	1.20	2.70	8.7480
2	2.20	1.16	2.70	6.8800
3	0.50	1.75	2.70	1.1813
4	2.20	0.59	2.70	1.7575
5	2.70	0.00	2.70	0.0000
6	0.70	0.00	2.70	0.0000

$$V = 18.5667$$



Vol. de concreto del anclaje

$$Wc = V \cdot \gamma_c = 42703.50 \text{ kg}$$

Peso del anclaje

1ra. Condición:

$$\Sigma Fx = -F1 \cdot \sin(\alpha) - F1' \cdot \sin(\beta) - (F3 + F8) \cdot \sin(f/2) + (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) \cdot \cos(\alpha) + F4' \cdot \cos(\beta) = 21369.94 \text{ kg}$$

$$\Sigma Fy = -F1 \cdot \cos(\alpha) - F1' \cdot \cos(\beta) - (F3 + F8) \cdot \cos(f/2) - (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) \cdot \sin(\alpha) - F4' \cdot \sin(\beta) - W = -56905.74 \text{ kg}$$

Comp.: $\Sigma Fx = 21369.94 < \mu \cdot \Sigma Fy = 28452.87$ OKII

2da. Condición:

Centro de gravedad:

	b(m)	h(m)	Ai(m2)	Xi(m)	Ai*Xi	Yi(m)	Ai*Yi
1	2.70	1.20	3.240	1.35	4.374	0.60	1.944
2	2.20	1.16	2.548	1.60	4.077	1.78	4.533
3	0.50	1.75	0.438	0.33	0.146	1.78	0.780
4	2.20	0.59	0.651	1.23	0.803	2.56	1.663
5	2.70	0.00	0.000	1.35	0.000	0.00	0.000
6	0.70	0.00	0.000	0.35	0.000	0.00	0.000
			Ai= 6.877		Ai*Xi= 9.400		Ai*Yi= 8.921
			Xcg= Ai*Xi/Ai=	1.37	m		
			Ycg= Ai*Yi/Ai=	1.30	m		

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el anclaje) y Xb:

$$\begin{aligned} \Sigma Mo &= 0 & Ry \cdot Xb &= \Sigma Fx \cdot d + \Sigma Fy \cdot Ycg + Wc \cdot Xcg = 161046.35 \\ \Sigma Fy &= 0 & Ry &= \Sigma Fy + Wc = 99609.25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Xb &= Ry \cdot Xb / Ry = 1.62 \text{ m} & \text{Dist. del punto O a Ry} \\ e &= Xb - b/2 = 0.27 \text{ m} & \text{Excentricidad de la reacción vertical} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma 1 &= Ry / A \cdot (1 + 6 \cdot e / b) = 2.18 \text{ kg/cm}^2 & \sigma \text{máx} \\ \sigma 2 &= Ry / A \cdot (1 - 6 \cdot e / b) = 0.56 \text{ kg/cm}^2 & \sigma \text{mín} \end{aligned}$$

$$\sigma \text{máx} = 2.18 \text{ kg/cm}^2 < \sigma \text{adm} = 2.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!!}$$

*** CASO 2: Cuando la Tubería se está contrayendo**

1ra. Condición:

$$\begin{aligned} \Sigma Fx &= -F1 \cdot \text{sen}(a) - F1' \cdot \text{sen}(b) - (F3 + F8) \cdot \text{sen}(f/2) + (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) \cdot \text{cos}(a) + F4' \cdot \text{cos}(b) = -13033.19 \text{ kg} \\ \Sigma Fy &= -F1 \cdot \text{cos}(a) - F1' \cdot \text{cos}(b) - (F3 + F8) \cdot \text{cos}(f/2) - (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) \cdot \text{sen}(a) - F4' \cdot \text{sen}(b) - W = -47931.57 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Comp.:} \quad \Sigma Fx = 13033.19 < \mu \cdot \Sigma Fy = 23965.79 \quad \text{OK!!}$$

2da. Condición:

Centro de gravedad:

$$\begin{aligned} Xcg &= Ai \cdot Xi / Ai = 1.37 \text{ m} \\ Ycg &= Ai \cdot Yi / Ai = 1.30 \text{ m} \end{aligned}$$

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el anclaje) y Xb:

$$\begin{aligned} \Sigma Mo &= 0 & Ry \cdot Xb &= \Sigma Fx \cdot d + \Sigma Fy \cdot Ycg + Wc \cdot Xcg = 102959.74 \\ \Sigma Fy &= 0 & Ry &= \Sigma Fy + Wc = 90635.07 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Xb &= Ry \cdot Xb / Ry = 1.14 \text{ m} & \text{Dist. del punto O a Ry} \\ e &= Xb - b/2 = -0.21 \text{ m} & \text{Excentricidad de la reacción vertical} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma 1 &= Ry / A \cdot (1 + 6 \cdot e / b) = 0.65 \text{ kg/cm}^2 & \sigma \text{mín} \\ \sigma 2 &= Ry / A \cdot (1 - 6 \cdot e / b) = 1.83 \text{ kg/cm}^2 & \sigma \text{máx} \end{aligned}$$

$$\sigma \text{máx} = 1.83 \text{ kg/cm}^2 < \sigma \text{adm} = 2.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!!}$$

DISEÑO DE ANCLAJE 9

* Datos para el cálculo:

Tubería de presión:

De=	0.8194 m	Diámetro exterior del tubo
Di=	0.80 m	Diámetro interior del tubo
t=	9.70 mm	Espesor de la pared del tubo
Dia=	0.80 m	Diámetro interior del tubo (Si hay cambio de sección)
L1=	3.50 m	Distancia del anclaje al punto medio del tramo aguas arriba
L1'=	3.50 m	Distancia del anclaje al punto medio del tramo aguas abajo
L2=	38.10 m	Longitud de la tubería sujeta a movimiento Long. entre puntos medios entre apoyo y anclaje respectivo
L4=	41.10 m	Longitud de la tubería a considerar en el tramo aguas arriba Generalmente, tramo entre la junta de dilatación y el anclaje
L4'=	3.50 m	Longitud de la tubería a considerar en el tramo aguas abajo Generalmente, tramo entre la junta de dilatación y el anclaje
H=	174.96 m	Presión estática en la tubería a la altura del anclaje
Q=	1.30 m ³ /s	Caudal
α=	14.14 grados	Ángulo de inclinación de la tubería con respecto a la horizontal en el tramo aguas arriba del anclaje
α=	0.2468 radianes	
β=	24.23 grados	Ángulo de inclinación de la tubería con respecto a la horizontal en el tramo aguas abajo del anclaje
β=	0.4229 radianes	
φ=	0.1761 radianes	
E=	2.10E+10 kg/m ²	Módulo de elasticidad del acero
λ=	1.17E-05 °/C	Coefficiente de dilatación lineal de la tubería
ΔT=	14 °C	Máxima variación de la temperatura (°C)
γt=	7860 kg/m ³	Peso específico del tubo de acero

Agua:

γa=	1000 kg/m ³	Peso específico del agua
-----	------------------------	--------------------------

Concreto:

γc=	2300 kg/m ³	Peso específico del concreto
μ=	0.40	Coefficiente de fricción entre el concreto y el acero (entre 0.50 a 0.60)
μt=	0.50	Coefficiente de fricción entre el anclaje de concreto y el terreno (entre 0.2 a 0.6)
d=	1.35 m	Dist. a Σ Fx

Suelo:

σadm=	2.5 kg/cm ²	Capacidad admisible del suelo
-------	------------------------	-------------------------------

Fuerzas que intervienen en el cálculo:

Pesos del tubo y el agua:

wt=	$\gamma_t \cdot \pi / 4 \cdot (D_e^2 - D_i^2) =$	193.94 kg/m	Peso del tubo
wa=	$\gamma_a \cdot \pi / 4 \cdot (D_i^2) =$	502.65 kg/m	Peso del agua en el tubo
w=	wt+wa=	696.60 kg/m	Peso total (Tubo más agua)

*** Cálculo de Fuerzas:**

a) Componente del peso de la tubería con agua perpendicular a ella (F1):

$$F1 = w \cdot L1 \cdot \cos(a) = 2364.21 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

$$F1' = w \cdot L1' \cdot \cos(b) = 2223.30 \text{ kg} \quad \text{Aguas Abajo}$$

b) Fuerza de fricción entre la tubería y los apoyos (F2):

$$F2 = \mu \cdot w \cdot L2 \cdot \cos(\alpha) = 10294.46 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

c) Fuerza en los cambios de dirección debido a la presión hidrostática (F3):

$$F3 = 1.6e3 \cdot H \cdot Di^2 \cdot \text{sen}(f/2) = 15754.91 \text{ kg}$$

d) Componente del peso de la tubería paralela a ella (F4):

$$F4 = w \cdot L4 \cdot \text{sen}(a) = 1947.24 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

$$F4' = w \cdot L4' \cdot \text{sen}(b) = 278.58 \text{ kg} \quad \text{Aguas Abajo}$$

e) Fuerza debida a cambios de temperatura en la tubería (F5):

$$F5 = 31 \cdot Di \cdot \lambda \cdot E \cdot \Delta T = 0.00 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

f) Fuerza de fricción en la junta de dilatación (F6):

$$F6 = 745 \cdot \pi \cdot (Di + 2 \cdot t) = 1917.79 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

g) Fuerza debida a la presión hidrostática dentro de las juntas de expansión (F7):

$$F7 = 3.1 \cdot H \cdot Di \cdot t = 4208.84 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

h) Fuerza debida al cambio de dirección de la cantidad de movimiento (F8):

$$F8 = 250 \cdot (Q/Di)^2 \cdot \text{sen}(f/2) = 58.05 \text{ kg}$$

i) Fuerza debida al cambio del diámetro en la tubería cuando hay reducción (F9):

$$F9 = 1e3 \cdot H \cdot \Delta A = 0.00 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

$$\Delta A = 0.00$$

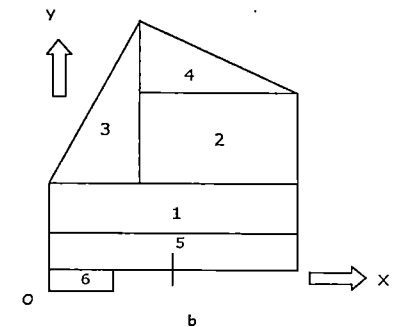
*** CASO 1: Cuando la Tubería se está dilatando**

Cálculo de la estabilidad del anclaje:

Peso del anclaje del bloque de concreto:

	b (m)	h (m)	l (m)	Vi (m3)
1	2.70	1.20	2.70	8.7480
2	2.20	1.18	2.70	6.9983
3	0.50	1.75	2.70	1.1813
4	2.20	0.57	2.70	1.6983
5	2.70	0.00	2.70	0.0000
6	0.70	0.00	2.70	0.0000

$$V = 18.6259$$



Vol. de concreto del anclaje

$$Wc = V \cdot \gamma_c = 42839.58 \text{ kg}$$

Peso del anclaje

1ra. Condición:

$$\Sigma Fx = -F1 \cdot \text{sen}(a) - F1' \cdot \text{sen}(b) - (F3 + F8) \cdot \text{sen}(f/2) + (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) \cdot \cos(a) + F4' \cdot \cos(b) = 15185.27 \text{ kg}$$

$$\Sigma Fy = -F1 \cdot \cos(a) - F1' \cdot \cos(b) - (F3 + F8) \cdot \cos(f/2) - (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) \cdot \text{sen}(a) - F4' \cdot \text{sen}(b) - Wc = -67512.87 \text{ kg}$$

Comp.: $\Sigma Fx = 15185.27 < \mu \cdot \Sigma Fy = 33756.43$ OKII

2da. Condición:

Centro de gravedad:

	b(m)	h(m)	Ai(m ²)	Xi(m)	Ai*Xi	Yi(m)	Ai*Yi
1	2.70	1.20	3.240	1.35	4.374	0.60	1.944
2	2.20	1.18	2.592	1.60	4.147	1.79	4.637
3	0.50	1.75	0.438	0.33	0.146	1.78	0.780
4	2.20	0.57	0.629	1.23	0.776	2.57	1.616
5	2.70	0.00	0.000	1.35	0.000	0.00	0.000
6	0.70	0.00	0.000	0.35	0.000	0.00	0.000
			Ai= 6.898		Ai*Xi= 9.443		Ai*Yi= 8.977
			Xcg= Ai*Xi/Ai=	1.37	m		
			Ycg= Ai*Yi/Ai=	1.30	m		

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el anclaje) y Xb:

$$\begin{aligned} \sum M_o &= 0 & Ry * X_b &= \sum F_x * d + \sum F_y * Y_{cg} + W_c * X_{cg} &= 166996.72 \\ \sum F_y &= 0 & Ry &= \sum F_y + W_c &= 110352.44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_b &= Ry * X_b / Ry = 1.51 \text{ m} & \text{Dist. del punto O a Ry} \\ e &= X_b - b / 2 = 0.16 \text{ m} & \text{Excentricidad de la reacción vertical} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= Ry / A * (1 + 6 * e / b) = 2.06 \text{ kg/cm}^2 & \sigma_{\text{máx}} \\ \sigma_2 &= Ry / A * (1 - 6 * e / b) = 0.96 \text{ kg/cm}^2 & \sigma_{\text{mín}} \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 2.06 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 2.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!!}$$

*** CASO 2: Cuando la Tubería se está contrayendo**

1ra. Condición:

$$\begin{aligned} \sum F_x &= -F_1 * \text{sen}(a) - F_1' * \text{sen}(b) - (F_3 + F_8) * \text{sen}(f/2) + (F_2 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_9) * \text{cos}(a) + F_4' * \text{cos}(b) = -8499.22 \text{ kg} \\ \sum F_y &= -F_1 * \text{cos}(a) - F_1' * \text{cos}(b) - (F_3 + F_8) * \text{cos}(f/2) - (F_2 + F_4 + F_5 + F_6 + F_7 + F_9) * \text{sen}(a) - F_4' * \text{sen}(b) - W = -61546.15 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Comp.:} \quad \sum F_x = 8499.22 < \mu * \sum F_y = 30773.08 \quad \text{OK!!}$$

2da. Condición:

Centro de gravedad:

$$\begin{aligned} X_{cg} &= Ai * Xi / Ai = 1.37 \text{ m} \\ Y_{cg} &= Ai * Yi / Ai = 1.30 \text{ m} \end{aligned}$$

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el anclaje) y Xb:

$$\begin{aligned} \sum M_o &= 0 & Ry * X_b &= \sum F_x * d + \sum F_y * Y_{cg} + W_c * X_{cg} &= 127257.95 \\ \sum F_y &= 0 & Ry &= \sum F_y + W_c &= 104385.73 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_b &= Ry * X_b / Ry = 1.22 \text{ m} & \text{Dist. del punto O a Ry} \\ e &= X_b - b / 2 = -0.13 \text{ m} & \text{Excentricidad de la reacción vertical} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma_1 &= Ry / A * (1 + 6 * e / b) = 1.02 \text{ kg/cm}^2 & \sigma_{\text{mín}} \\ \sigma_2 &= Ry / A * (1 - 6 * e / b) = 1.85 \text{ kg/cm}^2 & \sigma_{\text{máx}} \end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{máx}} = 1.85 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 2.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!!}$$

DISEÑO DE ANCLAJE 11

* Datos para el cálculo:

Tubería de presión:

De=	0.8238 m	Diámetro exterior del tubo
Di=	0.80 m	Diámetro interior del tubo
t=	11.90 mm	Espesor de la pared del tubo
Dia=	0.80 m	Diámetro interior del tubo (Si hay cambio de sección)
L1=	3.50 m	Distancia del anclaje al punto medio del tramo aguas arriba
L1'=	3.50 m	Distancia del anclaje al punto medio del tramo aguas abajo
L2=	36.45 m	Longitud de la tubería sujeta a movimiento Long. entre puntos medios entre apoyo y anclaje respectivo
L4=	39.45 m	Longitud de la tubería a considerar en el tramo aguas arriba Generalmente, tramo entre la junta de dilatación y el anclaje
L4'=	3.50 m	Longitud de la tubería a considerar en el tramo aguas abajo Generalmente, tramo entre la junta de dilatación y el anclaje
H=	208.06 m	Presión estática en la tubería a la altura del anclaje
Q=	1.30 m ³ /s	Caudal
α=	35.48 grados	Ángulo de inclinación de la tubería con respecto
α=	0.6192 radianes	a la horizontal en el tramo aguas arriba del anclaje
β=	24.80 grados	Ángulo de inclinación de la tubería con respecto
β=	0.4328 radianes	a la horizontal en el tramo aguas abajo del anclaje
φ=	-0.1864 radianes	
E=	2.10E+10 kg/m ²	Módulo de elasticidad del acero
λ=	1.17E-05 °/C	Coefficiente de dilatación lineal de la tubería
ΔT=	14 °C	Máxima variación de la temperatura (°C)
γt=	7860 kg/m ³	Peso específico del tubo de acero

Agua:

γa=	1000 kg/m ³	Peso específico del agua
-----	------------------------	--------------------------

Concreto:

γc=	2300 kg/m ³	Peso específico del concreto
μ=	0.40	Coefficiente de fricción entre el concreto y el acero (entre 0.50 a 0.60)
μt=	0.50	Coefficiente de fricción entre el anclaje de concreto y el terreno (entre 0.2 a 0.6)
d=	1.35 m	Dist. a Σ Fx

Suelo:

σadm=	2.5 kg/cm ²	Capacidad admisible del suelo
-------	------------------------	-------------------------------

Fuerzas que intervienen en el cálculo:

Pesos del tubo y el agua:

wt=	$\gamma_t \cdot \pi / 4 \cdot (D_e^2 - D_i^2) =$	238.57 kg/m	Peso del tubo
wa=	$\gamma_a \cdot \pi / 4 \cdot (D_i^2) =$	502.65 kg/m	Peso del agua en el tubo
w=	wt+wa=	741.23 kg/m	Peso total (Tubo más agua)

*** Cálculo de Fuerzas:**

a) Componente del peso de la tubería con agua perpendicular a ella (F1):

$$F1 = w \cdot L1 \cdot \cos(a) = 2112.58 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

$$F1' = w \cdot L1' \cdot \cos(b) = 2355.05 \text{ kg} \quad \text{Aguas Abajo}$$

b) Fuerza de fricción entre la tubería y los apoyos (F2):

$$F2 = \mu \cdot w \cdot L2 \cdot \cos(\alpha) = 8800.42 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

c) Fuerza en los cambios de dirección debido a la presión hidrostática (F3):

$$F3 = 1.6e3 \cdot H \cdot Di^2 \cdot \sin(\phi/2) = -19827.97 \text{ kg}$$

d) Componente del peso de la tubería paralela a ella (F4):

$$F4 = w \cdot L4 \cdot \sin(a) = 5462.74 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

$$F4' = w \cdot L4' \cdot \sin(b) = 350.25 \text{ kg} \quad \text{Aguas Abajo}$$

e) Fuerza debida a cambios de temperatura en la tubería (F5):

$$F5 = 31 \cdot Di \cdot t \cdot E \cdot \lambda \cdot \Delta T = 0.00 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

f) Fuerza de fricción en la junta de dilatación (F6):

$$F6 = 745 \cdot \pi \cdot (Di + 2 \cdot t) = 1928.09 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

g) Fuerza debida a la presión hidrostática dentro de las juntas de expansión (F7):

$$F7 = 3.1 \cdot H \cdot Di \cdot t = 6140.27 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

h) Fuerza debida al cambio de dirección de la cantidad de movimiento (F8):

$$F8 = 250 \cdot (Q/Di)^2 \cdot \sin(f/2) = -61.44 \text{ kg}$$

i) Fuerza debida al cambio del diámetro en la tubería cuando hay reducción (F9):

$$F9 = 1e3 \cdot H \cdot \Delta A = 0.00 \text{ kg} \quad \text{Aguas Arriba}$$

$$\Delta A = 0.00$$

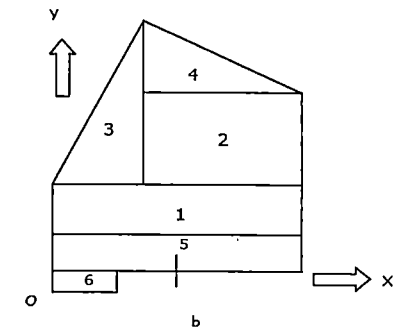
*** CASO 1: Cuando la Tubería se está dilatando**

Cálculo de la estabilidad del anclaje:

Peso del anclaje del bloque de concreto:

	b (m)	h (m)	l (m)	Vi (m3)
1	2.70	1.20	2.70	8.7480
2	1.60	0.71	2.70	3.0847
3	1.10	1.47	2.70	2.1830
4	1.60	0.76	2.70	1.6328
5	2.70	0.00	2.70	0.0000
6	0.70	0.00	2.70	0.0000

$$V = 15.6485$$



Vol. de concreto del anclaje

$$Wc = V \cdot \gamma_c = 35991.59 \text{ kg}$$

Peso del anclaje

1ra. Condición:

$$\Sigma Fx = -F1 \cdot \sin(a) - F1' \cdot \sin(b) - (F3 + F8) \cdot \sin(f/2) + (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) \cdot \cos(a) + F4' \cdot \cos(b) = 14437.87 \text{ kg}$$

$$\Sigma Fy = -F1 \cdot \cos(a) - F1' \cdot \cos(b) - (F3 + F8) \cdot \cos(f/2) - (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) \cdot \sin(a) - F4' \cdot \sin(b) - W = -33155.22 \text{ kg}$$

Comp.: $\Sigma Fx = 14437.87 < \mu \cdot \Sigma Fy = 16577.61$ **OKII**

2da. Condición:

Centro de gravedad:

	b(m)	h(m)	Ai(m ²)	Xi(m)	Ai*Xi	Yi(m)	Ai*Yi
1	2.70	1.20	3.240	1.35	4.374	0.60	1.944
2	1.60	0.71	1.142	1.90	2.171	1.56	1.779
3	1.10	1.47	0.809	0.73	0.593	1.69	1.366
4	1.60	0.76	0.605	1.63	0.988	2.17	1.310
5	2.70	0.00	0.000	1.35	0.000	0.00	0.000
6	0.70	0.00	0.000	0.35	0.000	0.00	0.000
			Ai= 5.796		Ai*Xi= 8.125		Ai*Yi= 6.399
			Xcg= Ai*Xi/Ai=	1.40	m		
			Ycg= Ai*Yi/Ai=	1.10	m		

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el anclaje) y Xb:

$$\begin{aligned} \Sigma Mo &= 0 & Ry * Xb &= \Sigma Fx * d + \Sigma Fy * Ycg + Wc * Xcg = & 106557.09 \\ \Sigma Fy &= 0 & Ry &= \Sigma Fy + Wc = & 69146.80 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Xb &= Ry * Xb / Ry = & 1.54 \text{ m} & & \text{Dist. del punto O a Ry} \\ e &= Xb - b / 2 = & 0.19 \text{ m} & & \text{Excentricidad de la reacción vertical} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma 1 &= Ry / A * (1 + 6 * e / b) = & 1.35 \text{ kg/cm}^2 & & \sigma \text{máx} \\ \sigma 2 &= Ry / A * (1 - 6 * e / b) = & 0.55 \text{ kg/cm}^2 & & \sigma \text{mín} \end{aligned}$$

$$\sigma \text{máx} = 1.35 \text{ kg/cm}^2 < \sigma \text{adm} = 2.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!!}$$

*** CASO 2: Cuando la Tubería se está contrayendo**

1ra. Condición:

$$\begin{aligned} \Sigma Fx &= -F1 * \text{sen}(a) - F1' * \text{sen}(b) - (F3 + F8) * \text{sen}(f/2) + (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) * \text{cos}(a) + F4' * \text{cos}(b) = & -3034.98 \text{ kg} \\ \Sigma Fy &= -F1 * \text{cos}(a) - F1' * \text{cos}(b) - (F3 + F8) * \text{cos}(f/2) - (F2 + F4 + F5 + F6 + F7 + F9) * \text{sen}(a) - F4' * \text{sen}(b) - W = & -20701.15 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Comp.:} \quad \Sigma Fx = 3034.98 < \mu * \Sigma Fy = 10350.58 \quad \text{OK!!}$$

2da. Condición:

Centro de gravedad:

$$\begin{aligned} Xcg &= Ai * Xi / Ai = & 1.40 \text{ m} \\ Ycg &= Ai * Yi / Ai = & 1.10 \text{ m} \end{aligned}$$

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el anclaje) y Xb:

$$\begin{aligned} \Sigma Mo &= 0 & Ry * Xb &= \Sigma Fx * d + \Sigma Fy * Ycg + Wc * Xcg = & 69218.00 \\ \Sigma Fy &= 0 & Ry &= \Sigma Fy + Wc = & 56692.74 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Xb &= Ry * Xb / Ry = & 1.22 \text{ m} & & \text{Dist. del punto O a Ry} \\ e &= Xb - b / 2 = & -0.13 \text{ m} & & \text{Excentricidad de la reacción vertical} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma 1 &= Ry / A * (1 + 6 * e / b) = & 0.55 \text{ kg/cm}^2 & & \sigma \text{mín} \\ \sigma 2 &= Ry / A * (1 - 6 * e / b) = & 1.00 \text{ kg/cm}^2 & & \sigma \text{máx} \end{aligned}$$

$$\sigma \text{máx} = 1.00 \text{ kg/cm}^2 < \sigma \text{adm} = 2.50 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{Cumple!!}$$

8.3 Diseño de apoyos

Los apoyos son estructuras de concreto armado, que tienen la forma de bloques que sirven de apoyo a la tubería forzada. Asimismo permite el movimiento de la tubería por efectos de la dilatación por variación de la temperatura.

En la figura (8.11) se observa un diagrama de las fuerzas que actúan sobre el apoyo y que nos permitirán el diseño de los mismos.

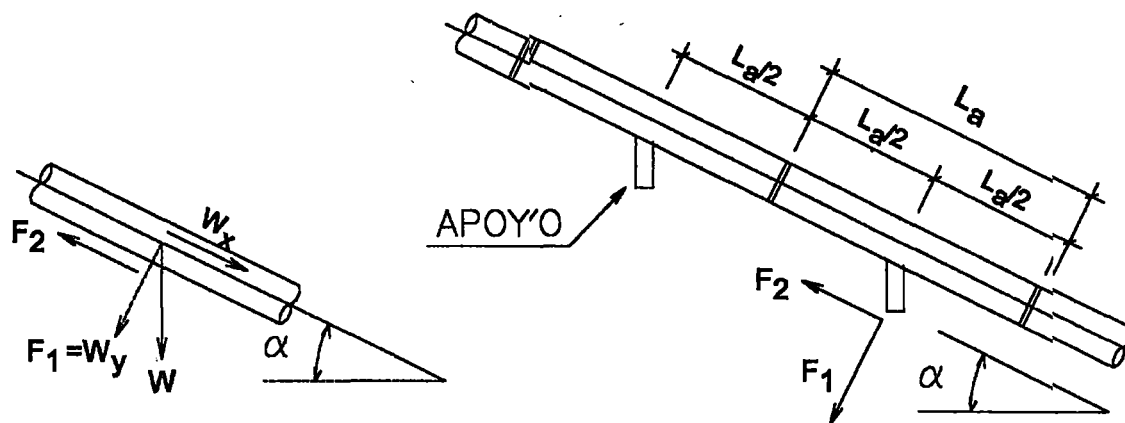


Fig. 8.11 Diagrama de fuerzas para el diseño de los apoyos.

Como se observa en la figura anterior, las fuerzas sobre el apoyo son:

W : Peso propio de la tubería más peso de agua contenida en ella por unidad de longitud.

La fuerza W tiene dos componentes W_x y W_y .

W_x : Fuerza longitudinal, paralela a la tubería.

W_y : Fuerza perpendicular a la tubería.

F_2 : Fuerza de fricción entre el apoyo y la tubería.

La componente W_x no actúa para el cálculo del apoyo sino para el diseño de los anclajes.

La fuerza perpendicular a la tubería del peso de la tubería y el agua contenida

en ella, se calcula mediante la siguiente formula:

$$F_1 = (W_t + W_a)L_a \text{ sen } \alpha \quad (8.16)$$

Donde:

F_1 : Componente del peso de la tubería con agua por unidad de longitud perpendicular a la tubería en kg.

L_a : Longitud de la tubería entre apoyos en metros.

W_t : Peso por metro lineal de tubería en kg/m.

W_a : Peso por metro lineal del agua en la tubería en kg/m.

α : Inclinación de la tubería aguas arriba del anclaje en grados ($^\circ$).

β : Inclinación de la tubería aguas abajo del anclaje en grados ($^\circ$).

La fuerza de rozamiento entre la tubería y los apoyos (F_2), puede ser calculada mediante la siguiente fórmula:

$$F_2 = \mu (W_t + W_a)L_a \text{ cos } \alpha \quad (8.17)$$

Donde:

F_2 : Fuerza de rozamiento debido al peso del agua en kg.

L_a : Longitud de la tubería entre apoyos en metros.

W_t : Peso por metro lineal de tubería en kg/m.

W_a : Peso por metro lineal del agua en la tubería en kg/m.

α : Inclinación de la tubería aguas arriba del anclaje en grados ($^\circ$).

β : Inclinación de la tubería aguas abajo del anclaje en grados ($^\circ$).

μ : El coeficiente de fricción entre el concreto y el acero.

El momento actuante producido por el peso de la tubería y el peso del agua contenido en ella, es calculado mediante la fórmula que considera a la tubería como una viga continua simplemente apoyada sobre los apoyos, tal como se muestra en la figura (8.12):

$$M_A = \frac{1}{2} (W_t + W_a)L_a^2 \quad (8.18)$$

Donde:

$$W_a = \gamma \frac{\pi D^2}{4} \quad (8.19)$$

$$W_t = \gamma_t \pi D e \quad (8.20)$$

M_A : Momento actuante debido al peso de la tubería y del agua en kg.

W_a : Peso del agua por metro lineal en kg/m.

W_t : Peso de la tubería por metro lineal en kg/m.

L_a : Longitud de la tubería entre apoyos en metros.

γ : Peso específico del agua en kg/m³.

γ_t : Peso específico del acero en kg/m³.

D : Diámetro interior de la tubería en metros.

e : Espesor de la tubería en metros.

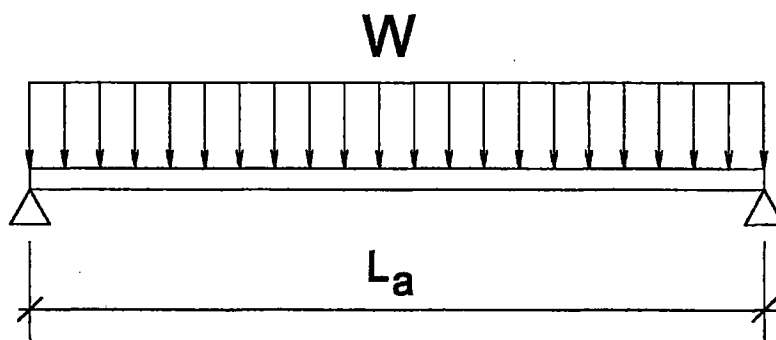


Fig. 8.12 Diagrama de cargas.

El momento resistente de la tubería es calculado en función de la resistencia a la tracción del acero, es decir:

$$M_R = \sigma_t \pi D e (D + e) \quad (8.21)$$

Donde:

M_R : Momento resistente de la tubería en metros.

σ_t : Esfuerzo de tracción del acero en kg/m².

D : Diámetro interior de la tubería en metros.

e : Espesor de la tubería en metros.

Para determinar la longitud máxima entre apoyos se iguala el momento actuante y el momento resistente, obteniéndose la siguiente relación:

$$L_{\text{amax}} = \sqrt{\frac{2 \sigma_t \pi D e (D + e)}{(W_t + W_a)}} \quad (8.22)$$

La longitud de la tubería entre los apoyos L , debe ser tal que no se produzcan deflexiones excesivas, ni esfuerzos de flexión que sean mayores a los admisibles en la tubería. Generalmente se aconseja que: $L_a \leq 8 \text{ m}$.

La flecha máxima puede ser calculada por la siguiente fórmula:

$$\Delta = \frac{5}{384} (W_a + W_t) \frac{L_a^4}{EI} \quad (8.23)$$

Donde:

- Δ : Flecha máxima de la tubería en metros.
- W_a : Peso del agua por metro lineal en kg/m.
- W_t : Peso de la tubería por metro lineal en kg/m.
- L_a : Longitud de la tubería entre apoyos en metros.
- E : Módulo de elasticidad del acero en kg/m².
- I : Módulo de inercia de la sección transversal m⁴.

El módulo de inercia de la sección transversal se calcula por:

$$I = \frac{\pi}{64} (D_e^4 - D^4) \quad (8.24)$$

Donde:

- I : Módulo de inercia de la sección transversal en m⁴.
- D_e : Diámetro exterior de la tubería en metros.
- D : Diámetro interior de la tubería en metros.

Siendo la deflexión admisible de la tubería:

$$\Delta_{\text{adm}} = \frac{1}{360} L_a \quad (8.25)$$

Las dimensiones en planta de los apoyos se determinarán en función de la reacción R, que se produce por el peso de la tubería y el peso del agua contenida en ella, es decir:

$$R = \frac{1}{2} (W_t + W_a) \cos \alpha L_a \quad (8.26)$$

Donde:

R : Reacción del apoyo en kg.

α : Angulo de la tubería con la horizontal en grados.

L : Longitud de la tubería entre apoyos en metros.

El área de la sección en planta del apoyo estará dada por:

$$A = \frac{R}{f'_c} \quad (8.27)$$

donde:

A : Area de la sección en planta del apoyo en m².

f'_c: Esfuerzo a la compresión del concreto kg/m².

R : Reacción del apoyo en kg.

Para determinar la profundidad de cimentación de los apoyos se calculará las fuerzas que producen el volteo de la estructura.

Se calculará la fuerza de fricción entre la tubería y el concreto, asumiendo como caso crítico, cuando la junta de dilatación no absorbe el aumento de longitud por dilatación de la tubería, producido por un aumento de la temperatura.

$$F' = \alpha E s \Delta t \quad (8.28)$$

Donde:

F' : Fuerza de fricción en el apoyo en kg.

E : Módulo de elasticidad del acero en kg/m².

s : Area de la sección transversal de la tubería en m².

Δt : Variación de la temperatura en °C.

α : Coeficiente de dilatación térmica del acero en $1/^{\circ}\text{C}$.

θ_1 : Angulo de la tubería con la horizontal en grados.

La fuerza de rozamiento F'' entre la tubería y el concreto se opone a la fuerza de fricción F' , y calculada por:

$$F'' = \mu W_a \cos \theta L_1 \quad (8.29)$$

Donde:

F'' : Fuerza de rozamiento en el apoyo en kg.

μ : Coeficiente de fricción entre el concreto y la tubería.

s : Area de la sección transversal de la tubería en m^2 .

L : Longitud de la tubería entre los apoyos.

θ_1 : Angulo de la tubería con la horizontal en grados.

W_a : Peso del agua por metro lineal en kg/m.

Finalmente la fuerza de volteo (F) en el apoyo se calcula por la diferencia entre la fuerza de fricción y la fuerza de rozamiento

$$F = F' - F'' \quad (8.30)$$

Esta fuerza también nos permitirá diseñar el área de acero necesaria en el apoyo.

Estabilidad del apoyo

Para determinar la estabilidad del apoyo se presentan dos casos, considerados por la acción de la temperatura ambiente sobre la tubería:

- 1.- Cuando la tubería se está dilatando.
- 2.- Cuando la tubería se está contrayendo.

Para el primer caso, las fuerzas actuantes son tal como se muestra en la figura 8.13, siendo además la fuerza F_2 hacia arriba.

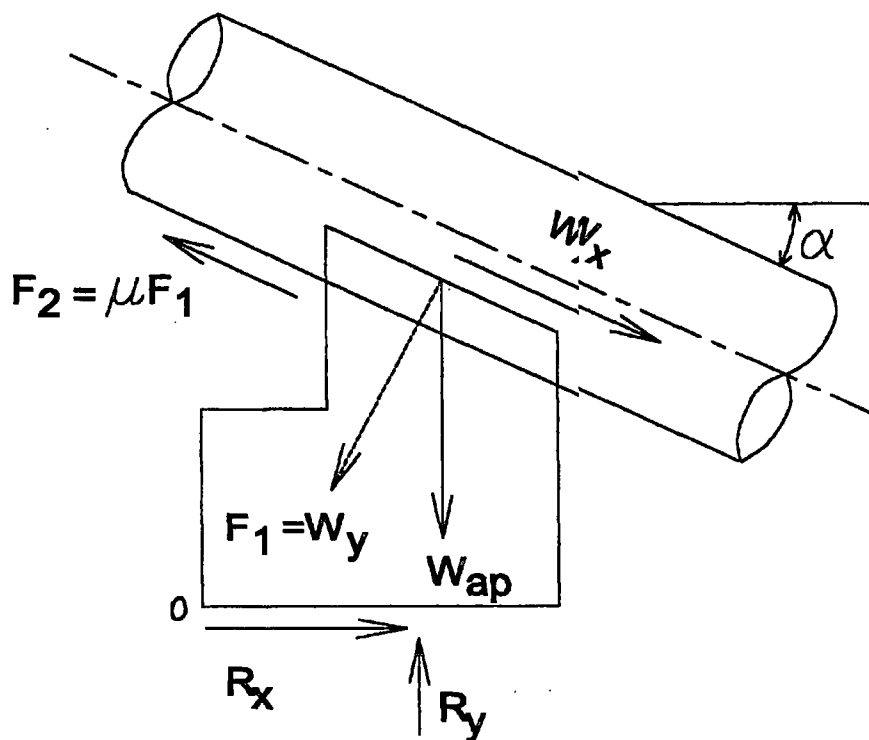


Fig. 8.13 Fuerzas cuando la tubería se dilata

En la figura anterior, se definen las siguientes fuerzas:

W_{ap} : Peso del apoyo. $W_{ap} = V \gamma_c$

Donde:

V : Volumen de concreto del apoyo en m^3 .

γ_c : Peso específico del concreto en kg/m^3 .

R_x : Reacción horizontal del suelo contra el apoyo en kg.

R_y : Reacción vertical del suelo contra el apoyo en kg.

x : Distancia de la fuerza R_x al punto de giro 0 en metros.

Para asegurar la estabilidad del apoyo se deben cumplir las tres condiciones siguientes:

a).- Primera condición de equilibrio

La fuerza de fricción entre el anclaje y el terreno debe ser superior al empuje horizontal ΣF_x .

$$\boxed{\Sigma F_x < \mu \Sigma F_y} \quad (8.31)$$

Donde:

μ : Coeficiente de fricción entre el concreto y el suelo, ver tabla 8.1.

ΣF_x : Sumatoria de las fuerzas en x en kg.

ΣF_y : Sumatoria de las fuerzas en y en kg.

b).- Segunda condición de equilibrio

La presión transmitida por el anclaje al terreno debe ser menor que la capacidad portante del terreno. Por lo que debe cumplirse la siguiente relación:

$$\sigma_{base} < \sigma_{adm} \tag{8.32}$$

Donde:

σ_{base} : Esfuerzo de compresión sobre el terreno.

σ_{adm} : Esfuerzo de compresión admisible del terreno.

$$\sigma_{base} = \frac{R_y}{A} \left(1 \pm 6 \frac{e}{b} \right) \tag{8.33}$$

El doble signo significa que se obtendrá los valores máximo y mínimo del esfuerzo de compresión, es decir σ_{max} y σ_{min} .

Donde:

R_y : Reacción vertical del suelo contra el apoyo.

b : Largo de la base del apoyo.

A : Area de la base del apoyo.

e : Excentricidad de reacción vertical.

$$e = x - \frac{b}{2} \tag{8.34}$$

c).- Tercera condición de equilibrio

El valor de σ_{base} mínimo debe ser positivo; en caso contrario significará que se produce el volteo del apoyo.

Un ejemplo de cálculo se presenta a continuación:

DISEÑO DE APOYO TRAMO 1

* Datos para el cálculo:

Tubo de presión:

De=	0.9064 m	Diámetro exterior del tubo
Di=	0.90 m	Diámetro interior del tubo
La=	5.00 m	Distancia entre los apoyos o entre los medios de 2 tramos consecutivos < 8 m
α =	12.79 grados	Ángulo de inclinación de la tubería
α =	0.2232 radianes	
E=	2.10E+10 kg/m ²	Módulo de elasticidad del tubo de acero
γ_t =	7860 kg/m ³	Peso específico del tubo de acero

Agua:

γ_a =	1000 kg/m ³	Peso específico del agua
--------------	------------------------	--------------------------

Concreto:

γ_c =	2400 kg/m ³	Peso específico del concreto
μ =	0.50	Coefficiente de fricción entre el concreto y el acero (entre 0.50 a 0.60)
μ_t =	0.50	Coefficiente de fricción entre el apoyo de concreto y el terreno (entre 0.2 a 0.6)

Fuerzas que intervienen en el cálculo:

Pesos del tubo y el agua:

$w_t = \gamma_t \cdot \pi / 4 \cdot (D_e^2 - D_i^2) =$	71.37 kg/m	Peso del tubo
$w_a = \gamma_a \cdot \pi / 4 \cdot (D_i^2) =$	636.17 kg/m	Peso del agua en el tubo
$w = w_t + w_a =$	707.54 kg/m	Peso total (Tubo más agua)

Componentes del peso del tubo con agua por unidad de longitud:

$w_x = w \cdot \text{seno}(\alpha) =$	140.83 kg/m	Fza. long. paralela al tubo
$w_y = w \cdot \text{coseno}(\alpha) =$	689.99 kg/m	Fza. long. paralela al tubo

* Cálculo de F1 y F2:

Componente del peso del tubo con agua por unidad de longitud perpendicular al tubo:

$$F1 = W_y = w_y \cdot L_a = 3449.93 \text{ kg}$$

Fuerza de fricción entre apoyo y tubo:

$$F2 = \mu \cdot F1 = 1724.96 \text{ kg}$$

*	d1=	1.47 m	Dist. a F1 desde O aguas arriba
	d2=	1.66 m	Dist. a F2 desde O' aguas arriba

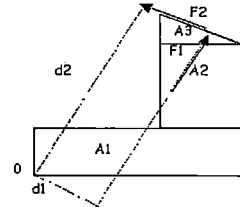
Momento flector máximo:

$$M = w \cdot L_a^2 / 8 = 2211.07 \text{ kg-m}$$

Flecha máxima:
 $I = \pi * (De^4 - Di^4) / 64 =$ 0.000926 m⁴ Mom. de inercia de la secc.
flecha-máx.= $5/384 * w * La^4 / (E * I) =$ 0.000 m
flecha-perm.= $La / 360 =$ 0.014 m

Comp.: flecha-máx.= 0.000 < flecha-perm.= 0.014 Cumple!!

*** CASO 1:** Cuando la Tubería se está dilatando



Cálculo de la estabilidad del apoyo:

Peso del apoyo del bloque de concreto:

	b (m)	h (m)	l (m)	Vi (m3)
1	2.20	0.80	2.30	4.0480
2	0.80	0.40	1.10	0.3520
3	0.80	0.18	1.10	0.0799
			V=	4.4799 Vol. de concreto del apoyo
Wc= V*γc=			10751.78 kg	Peso del apoyo
Area de la base	A=		5.06 m ²	

1ra. Condición:

$\Sigma Fx = -F2 * \cos(\alpha) - F1 * \sin(\alpha) =$ -2445.90 kg
 $\Sigma Fy = F2 * \sin(\alpha) - F1 * \cos(\alpha) - Wc =$ -13734.24 kg

Comp.: $\Sigma Fx =$ 2445.90 < $\mu * \Sigma Fy =$ 6867.12 Cumple!!

2da. Condición:

Centro de gravedad:

	b (m)	h (m)	Ai (m ²)	Xi (m)	Ai * Xi	
1	2.20	0.80	1.76	1.10	1.9360	
2	0.80	0.40	0.32	1.80	0.5760	
3	0.80	0.18	0.15	1.67	0.2421	
			Ai=	2.23	AiXi=	2.7541

$Xcg = Ai * Xi / Ai =$ 1.24 m

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el apoyo) y Xb:

$\Sigma Mo =$ 0 $Ry * Xb = F1 * d1 - F2 * d2 + Wc * Xcg =$ 15518.27
 $\Sigma Fy =$ 0 $Ry = F1 * \cos(\alpha) - F2 * \sin(\alpha) + Wc =$ 13734.24

$Xb = Ry * Xb / Ry =$ 1.13 m Dist. del punto O a Ry
 $e = Xb - b / 2 =$ 0.03 m Excentricidad de la reacción vertical

$\sigma 1 = Ry / A * (1 + 6 * e / b) =$ 0.29 kg/cm² máx
 $\sigma 2 = Ry / A * (1 - 6 * e / b) =$ 0.25 kg/cm² min

$\sigma máx =$ 0.29 kg/cm² < $sadm =$ 2.5 kg/cm² Cumple!!

3ra. Condición:

$\sigma_{\text{mín}} =$	0.25 kg/cm ²	>	0	Cumple!!
-------------------------	-------------------------	---	---	----------

* **CASO 2:** Cuando la Tubería se está contrayendo

Cálculo de la estabilidad del apoyo:

1ra. Condición:

$\Sigma F_x = F_2 \cdot \cos(\alpha) - F_1 \cdot \sin(\alpha) =$	918.42 kg
--	-----------

$\Sigma F_y = -F_2 \cdot \sin(\alpha) - F_1 \cdot \cos(\alpha) - W_c =$	-14497.98 kg
---	--------------

Comp.:	$\Sigma F_x =$	918.42	<	$\mu \cdot \Sigma F_y =$	7248.99	Cumple!!
--------	----------------	--------	---	--------------------------	---------	----------

2da. Condición:

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el apoyo) y Xb:

$\Sigma M_o =$	0	$R_y \cdot X_b = F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + W_c \cdot X_{cg} =$	21235.69
----------------	---	--	----------

$\Sigma F_y =$	0	$R_y = F_1 \cdot \cos(\alpha) + F_2 \cdot \sin(\alpha) + W_c =$	14497.98
----------------	---	---	----------

$X_b = R_y \cdot X_b / R_y =$	1.46 m	Dist. del punto O a Ry
$e = X_b - b/2 =$	0.36 m	Excentricidad de la reacción vertical

$\sigma_1 =$	$R_y / A \cdot (1 + 6 \cdot e / b) =$	0.57 kg/cm ²	máx
--------------	---------------------------------------	-------------------------	-----

$\sigma_2 =$	$R_y / A \cdot (1 - 6 \cdot e / b) =$	0.00 kg/cm ²	min
--------------	---------------------------------------	-------------------------	-----

$\sigma_{\text{máx}} =$	0.57 kg/cm ²	<	$\sigma_{\text{adm}} =$	2.5 kg/cm ²	Cumple!!
-------------------------	-------------------------	---	-------------------------	------------------------	----------

3ra. Condición:

$\sigma_{\text{mín}} =$	0.002 kg/cm ²	>	0	Cumple!!
-------------------------	--------------------------	---	---	----------

DISEÑO DE APOYO TRAMO 2

* Datos para el cálculo:

Tubo de presión:

D_e =	0.9084 m	Diámetro exterior del tubo
D_i =	0.90 m	Diámetro interior del tubo
L_a =	5.00 m	Distancia entre los apoyos o entre los medios de 2 tramos consecutivos < 8 m
α =	17.63 grados	Ángulo de inclinación de la tubería
α =	0.3077 radianes	
E =	2.10E+10 kg/m ²	Módulo de elasticidad del tubo de acero
γ_t =	7860 kg/m ³	Peso específico del tubo de acero

Agua:

γ_a =	1000 kg/m ³	Peso específico del agua
--------------	------------------------	--------------------------

Concreto:

γ_c =	2400 kg/m ³	Peso específico del concreto
μ =	0.50	Coefficiente de fricción entre el concreto y el acero (entre 0.50 a 0.60)
μ_t =	0.50	Coefficiente de fricción entre el apoyo de concreto y el terreno (entre 0.2 a 0.6)

Fuerzas que intervienen en el cálculo:

Pesos del tubo y el agua:

$w_t = \gamma_t \cdot \pi / 4 \cdot (D_e^2 - D_i^2) =$	93.77 kg/m	Peso del tubo
$w_a = \gamma_a \cdot \pi / 4 \cdot (D_i^2) =$	636.17 kg/m	Peso del agua en el tubo
$w = w_t + w_a =$	729.95 kg/m	Peso total (Tubo más agua)

Componentes del peso del tubo con agua por unidad de longitud:

$w_x = w \cdot \text{seno}(\alpha) =$	192.68 kg/m	Fza. long. paralela al tubo
$w_y = w \cdot \text{coseno}(\alpha) =$	695.66 kg/m	Fza. long. paralela al tubo

* Cálculo de F1 y F2:

Componente del peso del tubo con agua por unidad de longitud perpendicular al tubo:

$F_1 = W_y = w_y \cdot L_a =$	3478.32 kg
-------------------------------	------------

Fuerza de fricción entre apoyo y tubo:

$F_2 = \mu \cdot F_1 =$	1739.16 kg
-------------------------	------------

*	$d_1 =$	1.31 m	Dist. a F1 desde O aguas arriba
	$d_2 =$	1.81 m	Dist. a F2 desde O' aguas arriba

Momento flector máximo:

$M = w \cdot L_a^2 / 8 =$	2281.09 kg-m
---------------------------	--------------

Flecha máxima:					
$I = \pi * (De^4 - Di^4) / 64 =$		0.001219	m ⁴		Mom. de inercia de la secc.
flecha-máx. = $5 / 384 * w * La^4 / (E * I) =$		0.000	m		
flecha-perm. = $La / 360 =$		0.014	m		
Comp.:	flecha-máx. =	0.000	<	flecha-perm. =	0.014 Cumple!!

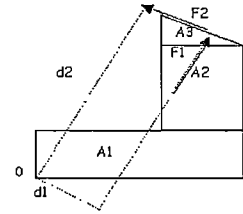
*** CASO 1:** Cuando la Tubería se está dilatando

Cálculo de la estabilidad del apoyo:

Peso del apoyo del bloque de concreto:

	b (m)	h (m)	l (m)	Vi (m ³)
1	2.20	0.80	2.00	3.5200
2	0.80	0.40	1.10	0.3520
3	0.80	0.25	1.10	0.1119

$V =$	3.9839	Vol. de concreto del apoyo
$Wc = V * \gamma_c =$	9561.27	kg
Area de la base $A =$	4.4	m ²



1ra. Condición:

$\Sigma Fx = -F2 * \cos(\alpha) - F1 * \sin(\alpha) =$	-2710.95	kg
$\Sigma Fy = F2 * \sin(\alpha) - F1 * \cos(\alpha) - Wc =$	-12349.48	kg

Comp.:	$\Sigma Fx =$	2710.95	<	$\mu * \Sigma Fy =$	6174.74	Cumple!!
--------	---------------	---------	---	---------------------	---------	----------

2da. Condición:

Centro de gravedad:

	b (m)	h (m)	Ai (m ²)	Xi (m)	Ai * Xi	
1	2.20	0.80	1.76	1.10	1.9360	
2	0.80	0.40	0.32	1.80	0.5760	
3	0.80	0.25	0.20	1.67	0.3390	
			$Ai =$	2.28	$AiXi =$	2.8510

$X_{cg} = Ai * Xi / Ai = 1.25$ m

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el apoyo) y Xb:

$\Sigma Mo =$	0	$Ry * Xb = F1 * d1 - F2 * d2 + Wc * Xcg =$	13358.99
$\Sigma Fy =$	0	$Ry = F1 * \cos(\alpha) - F2 * \sin(\alpha) + Wc =$	12349.48

$Xb = Ry * Xb / Ry =$	1.08	m	Dist. del punto O a Ry
$e = Xb - b/2 =$	-0.02	m	Excentricidad de la reacción vertical

$\sigma_1 = Ry / A * (1 + 6 * e / b) =$	0.27	kg/cm ²	min
$\sigma_2 = Ry / A * (1 - 6 * e / b) =$	0.29	kg/cm ²	máx

$\sigma_{máx} =$	0.29	kg/cm ²	<	$sadm =$	2.5	kg/cm ²	Cumple!!
------------------	------	--------------------	---	----------	-----	--------------------	----------

3ra. Condición:

$\sigma_{mín} =$	0.27	kg/cm ²	>	0	Cumple!!
------------------	------	--------------------	---	---	----------

*** CASO 2:** Cuando la Tubería se está contrayendo

Cálculo de la estabilidad del apoyo:

1ra. Condición:

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= F_2 \cdot \cos(\alpha) - F_1 \cdot \sin(\alpha) = 604.00 \text{ kg} \\ \Sigma F_y &= -F_2 \cdot \sin(\alpha) - F_1 \cdot \cos(\alpha) - W_c = -13402.96 \text{ kg}\end{aligned}$$

Comp.: $\Sigma F_x = 604.00 < \mu \cdot \Sigma F_y = 6701.48$ Cumple!!

2da. Condición:

Cálculo de R_y (Reacción vertical del suelo contra el apoyo) y X_b :

$$\begin{aligned}\Sigma M_o &= 0 & R_y \cdot X_b &= F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + W_c \cdot X_{cg} = 19654.58 \\ \Sigma F_y &= 0 & R_y &= F_1 \cdot \cos(\alpha) + F_2 \cdot \sin(\alpha) + W_c = 13402.96\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X_b &= R_y \cdot X_b / R_y = 1.47 \text{ m} & \text{Dist. del punto O a } R_y \\ e &= X_b - b/2 = 0.37 \text{ m} & \text{Excentricidad de la reacción vertical}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= R_y / A \cdot (1 + 6 \cdot e / b) = 0.61 \text{ kg/cm}^2 & \text{máx} \\ \sigma_2 &= R_y / A \cdot (1 - 6 \cdot e / b) = 0.00 \text{ kg/cm}^2 & \text{min}\end{aligned}$$

$\sigma_{\text{máx}} = 0.61 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 2.5 \text{ kg/cm}^2$ Cumple!!

3ra. Condición:

$\sigma_{\text{mín}} = 0.000 \text{ kg/cm}^2 > 0$ Cumple!!

DISEÑO DE APOYO TRAMO 3

* Datos para el cálculo:

Tubo de presión:

D_e =	0.9102 m	Diámetro exterior del tubo
D_i =	0.90 m	Diámetro interior del tubo
L_a =	5.00 m	Distancia entre los apoyos o entre los medios de 2 tramos consecutivos < 8 m
α =	14.39 grados	Ángulo de inclinación de la tubería
α =	0.2512 radianes	
E =	2.10E+10 kg/m ²	Módulo de elasticidad del tubo de acero
γ_t =	7860 kg/m ³	Peso específico del tubo de acero

Agua:

γ_a =	1000 kg/m ³	Peso específico del agua
--------------	------------------------	--------------------------

Concreto:

γ_c =	2400 kg/m ³	Peso específico del concreto
μ =	0.50	Coefficiente de fricción entre el concreto y el acero (entre 0.50 a 0.60)
μ_t =	0.50	Coefficiente de fricción entre el apoyo de concreto y el terreno (entre 0.2 a 0.6)

Fuerzas que intervienen en el cálculo:

Pesos del tubo y el agua:

$w_t = \gamma_t \cdot \pi / 4 \cdot (D_e^2 - D_i^2) =$	113.98 kg/m	Peso del tubo
$w_a = \gamma_a \cdot \pi / 4 \cdot (D_i^2) =$	636.17 kg/m	Peso del agua en el tubo
$w = w_t + w_a =$	750.16 kg/m	Peso total (Tubo más agua)

Componentes del peso del tubo con agua por unidad de longitud:

$w_x = w \cdot \text{seno}(\alpha) =$	158.10 kg/m	Fza. long. paralela al tubo
$w_y = w \cdot \text{coseno}(\alpha) =$	726.62 kg/m	Fza. long. paralela al tubo

* Cálculo de F1 y F2:

Componente del peso del tubo con agua por unidad de longitud perpendicular al tubo:

$$F_1 = W_y = w_y \cdot L_a = 3633.10 \text{ kg}$$

Fuerza de fricción entre apoyo y tubo:

$$F_2 = \mu \cdot F_1 = 1816.55 \text{ kg}$$

*	$d_1 =$	1.52 m	Dist. a F1 desde O aguas arriba
	$d_2 =$	1.73 m	Dist. a F2 desde O' aguas arriba

Momento flector máximo:

$$M = w \cdot L_a^2 / 8 = 2344.24 \text{ kg-m}$$

Flecha máxima:
 $I = \pi \cdot (D_e^4 - D_i^4) / 64 = 0.001485 \text{ m}^4$ Mom. de inercia de la secc.
flecha-máx. = $5/384 \cdot w \cdot L^4 / (E \cdot I) = 0.000 \text{ m}$
flecha-perm. = $L / 360 = 0.014 \text{ m}$

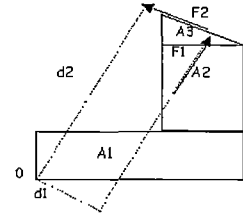
Comp.: flecha-máx. = 0.000 < flecha-perm. = 0.014 Cumple!!

* CASO 1: **Quando la Tubería se está dilatando**

Cálculo de la estabilidad del apoyo:

Peso del apoyo del bloque de concreto:

	b (m)	h (m)	l (m)	Vi (m3)
1	2.30	0.80	2.30	4.2320
2	0.80	0.40	1.10	0.3520
3	0.80	0.21	1.10	0.0903
				V = 4.6743 Vol. de concreto del apoyo
Wc = V * γc =			11218.35 kg	Peso del apoyo
Area de la base	A =	5.29 m2		



1ra. Condición:

$$\Sigma F_x = -F_2 \cdot \cos(\alpha) - F_1 \cdot \sin(\alpha) = -2662.46 \text{ kg}$$

$$\Sigma F_y = F_2 \cdot \sin(\alpha) - F_1 \cdot \cos(\alpha) - W_c = -14286.02 \text{ kg}$$

Comp.: $\Sigma F_x = 2662.46 < \mu + \Sigma F_y = 7143.01$ Cumple!!

2da. Condición:

Centro de gravedad:

	b (m)	h (m)	Ai (m2)	Xi (m)	Ai * Xi	
1	2.30	0.80	1.84	1.15	2.1160	
2	0.80	0.40	0.32	1.90	0.6080	
3	0.80	0.21	0.16	1.77	0.2901	
			Ai =	2.32	AiXi =	3.0141

$$X_{cg} = \frac{A_i \cdot X_i}{A_i} = 1.30 \text{ m}$$

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el apoyo) y Xb:

$$\Sigma M_o = 0 \quad R_y \cdot X_b = F_1 \cdot d_1 - F_2 \cdot d_2 + W_c \cdot X_{cg} = 16908.65$$

$$\Sigma F_y = 0 \quad R_y = F_1 \cdot \cos(\alpha) - F_2 \cdot \sin(\alpha) + W_c = 14286.02$$

$$X_b = \frac{R_y \cdot X_b}{R_y} = 1.18 \text{ m} \quad \text{Dist. del punto O a } R_y$$

$$e = \frac{X_b - b/2}{2} = 0.03 \text{ m} \quad \text{Excentricidad de la reacción vertical}$$

$$\sigma_1 = \frac{R_y}{A} \cdot (1 + 6 \cdot e/b) = 0.29 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{máx}$$

$$\sigma_2 = \frac{R_y}{A} \cdot (1 - 6 \cdot e/b) = 0.25 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{min}$$

$\sigma_{\text{máx}} = 0.29 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 2.5 \text{ kg/cm}^2$ Cumple!!

3ra. Condición:

$\sigma_{\text{mín}} = 0.25 \text{ kg/cm}^2 > 0$ Cumple!!

* CASO 2: **Quando la Tubería se está contrayendo**

Cálculo de la estabilidad del apoyo:

1ra. Condición:

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= F_2 \cdot \cos(\alpha) - F_1 \cdot \sin(\alpha) = & 856.66 \text{ kg} \\ \Sigma F_y &= -F_2 \cdot \sin(\alpha) - F_1 \cdot \cos(\alpha) - W_c = & -15188.92 \text{ kg}\end{aligned}$$

Comp.: $\Sigma F_x = 856.66 < \mu \cdot \Sigma F_y = 7594.46$ Cumple!!

2da. Condición:

Cálculo de R_y (Reacción vertical del suelo contra el apoyo) y X_b :

$$\begin{aligned}\Sigma M_o &= 0 & R_y \cdot X_b = F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + W_c \cdot X_{cg} = & 23208.27 \\ \Sigma F_y &= 0 & R_y = F_1 \cdot \cos(\alpha) + F_2 \cdot \sin(\alpha) + W_c = & 15188.92\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X_b &= R_y \cdot X_b / R_y = & 1.53 \text{ m} & \text{Dist. del punto O a } R_y \\ e &= X_b - b/2 = & 0.38 \text{ m} & \text{Excentricidad de la reacción vertical}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= R_y / A \cdot (1 + 6 \cdot e / b) = & 0.57 \text{ kg/cm}^2 & \text{máx} \\ \sigma_2 &= R_y / A \cdot (1 - 6 \cdot e / b) = & 0.00 \text{ kg/cm}^2 & \text{min}\end{aligned}$$

$\sigma_{\text{máx}} = 0.57 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 2.5 \text{ kg/cm}^2$ Cumple!!

3ra. Condición:

$\sigma_{\text{mín}} = 0.004 \text{ kg/cm}^2 > 0$ Cumple!!

DISEÑO DE APOYO TRAMO 5

* Datos para el cálculo:

Tubo de presión:

D_e =	0.9144 m	Diámetro exterior del tubo
D_i =	0.90 m	Diámetro interior del tubo
L_a =	5.00 m	Distancia entre los apoyos o entre los medios de 2 tramos consecutivos < 8 m
α =	26.24 grados	Ángulo de inclinación de la tubería
α =	0.4580 radianes	
E =	2.10E+10 kg/m ²	Módulo de elasticidad del tubo de acero
γ_t =	7860 kg/m ³	Peso específico del tubo de acero

Agua:

γ_a =	1000 kg/m ³	Peso específico del agua
--------------	------------------------	--------------------------

Concreto:

γ_c =	2400 kg/m ³	Peso específico del concreto
μ =	0.50	Coefficiente de fricción entre el concreto y el acero (entre 0.50 a 0.60)
μ_t =	0.50	Coefficiente de fricción entre el apoyo de concreto y el terreno (entre 0.2 a 0.6)

Fuerzas que intervienen en el cálculo:

Pesos del tubo y el agua:

$w_t = \gamma_t \cdot \pi / 4 \cdot (D_e^2 - D_i^2) =$	161.29 kg/m	Peso del tubo
$w_a = \gamma_a \cdot \pi / 4 \cdot (D_i^2) =$	636.17 kg/m	Peso del agua en el tubo
$w = w_t + w_a =$	797.46 kg/m	Peso total (Tubo más agua)

Componentes del peso del tubo con agua por unidad de longitud:

$w_x = w \cdot \text{seno}(\alpha) =$	281.27 kg/m	Fza. long. paralela al tubo
$w_y = w \cdot \text{coseno}(\alpha) =$	715.28 kg/m	Fza. long. paralela al tubo

* Cálculo de F1 y F2:

Componente del peso del tubo con agua por unidad de longitud perpendicular al tubo:

$$F_1 = W_y = w_y \cdot L_a = 3576.42 \text{ kg}$$

Fuerza de fricción entre apoyo y tubo:

$$F_2 = \mu \cdot F_1 = 1788.21 \text{ kg}$$

*	$d_1 =$	1.04 m	Dist. a F1 desde O aguas arriba
	$d_2 =$	1.96 m	Dist. a F2 desde O' aguas arriba

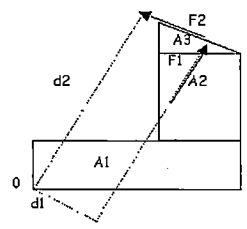
Momento flector máximo:

$$M = w \cdot L_a^2 / 8 = 2492.07 \text{ kg-m}$$

Flecha máxima:
 $I = \pi * (De^4 - Di^4) / 64 = 0.002111 \text{ m}^4$ Mom. de inercia de la secc.
flecha-máx.= $5/384 * w * La^4 / (E * I) = 0.000 \text{ m}$
flecha-perm.= $La / 360 = 0.014 \text{ m}$

Comp.: flecha-máx.= 0.000 < flecha-perm.= 0.014 Cumple!!

* CASO 1: **Cuando la Tubería se está dilatando**



Cálculo de la estabilidad del apoyo:

Peso del apoyo del bloque de concreto:

	b (m)	h (m)	l (m)	Vi (m3)
1	2.20	0.70	2.20	3.3880
2	0.80	0.40	1.10	0.3520
3	0.80	0.39	1.10	0.1735
			V=	3.9135 Vol. de concreto del apoyo
Wc= V*γc=			9392.43 kg	Peso del apoyo
Area de la base A=			4.84 m2	

1ra. Condición:

$\Sigma Fx = -F2 * \cos(\alpha) - F1 * \sin(\alpha) = -3185.19 \text{ kg}$
 $\Sigma Fy = F2 * \sin(\alpha) - F1 * \cos(\alpha) - Wc = -11809.67 \text{ kg}$

Comp.: $\Sigma Fx = 3185.19$ < $\mu * \Sigma Fy = 5904.84$ Cumple!!

2da. Condición:

Centro de gravedad:

	b (m)	h (m)	Ai (m2)	Xi (m)	Ai * Xi	
1	2.20	0.70	1.54	1.10	1.6940	
2	0.80	0.40	0.32	1.80	0.5760	
3	0.80	0.39	0.32	1.67	0.5258	
			Ai=	2.18	AiXi=	2.7958

$Xcg = Ai * Xi / Ai = 1.29 \text{ m}$

Cálculo de Ry (Reacción vertical del suelo contra el apoyo) y Xb:

$\Sigma Mo = 0$ $Ry * Xb = F1 * d1 - F2 * d2 + Wc * Xcg = 12289.90$
 $\Sigma Fy = 0$ $Ry = F1 * \cos(\alpha) - F2 * \sin(\alpha) + Wc = 11809.67$

$Xb = Ry * Xb / Ry = 1.04 \text{ m}$ Dist. del punto O a Ry
 $e = Xb - b/2 = -0.06 \text{ m}$ Excentricidad de la reacción vertical

$\sigma 1 = Ry / A * (1 + 6 * e / b) = 0.20 \text{ kg/cm}^2$ min
 $\sigma 2 = Ry / A * (1 - 6 * e / b) = 0.28 \text{ kg/cm}^2$ máx

$\sigma máx = 0.28 \text{ kg/cm}^2$ < $sadm = 2.5 \text{ kg/cm}^2$ Cumple!!

3ra. Condición:

$\sigma mín = 0.20 \text{ kg/cm}^2$ > 0 Cumple!!

* CASO 2: **Cuando la Tubería se está contrayendo**

Cálculo de la estabilidad del apoyo:

1ra. Condición:

$$\begin{aligned}\Sigma F_x &= F_2 \cdot \cos(\alpha) - F_1 \cdot \sin(\alpha) = 22.68 \text{ kg} \\ \Sigma F_y &= -F_2 \cdot \sin(\alpha) - F_1 \cdot \cos(\alpha) - W_c = -13390.92 \text{ kg}\end{aligned}$$

Comp.: $\Sigma F_x = 22.68 < \mu \cdot \Sigma F_y = 6695.46$ Cumple!!

2da. Condición:

Cálculo de R_y (Reacción vertical del suelo contra el apoyo) y X_b :

$$\begin{aligned}\Sigma M_o &= 0 & R_y \cdot X_b &= F_1 \cdot d_1 + F_2 \cdot d_2 + W_c \cdot X_{cg} = 19297.31 \\ \Sigma F_y &= 0 & R_y &= F_1 \cdot \cos(\alpha) + F_2 \cdot \sin(\alpha) + W_c = 13390.92\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}X_b &= R_y \cdot X_b / R_y = 1.44 \text{ m} & \text{Dist. del punto O a } R_y \\ e &= X_b - b/2 = 0.34 \text{ m} & \text{Excentricidad de la reacción vertical}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= R_y / A \cdot (1 + 6 \cdot e / b) = 0.53 \text{ kg/cm}^2 & \text{máx} \\ \sigma_2 &= R_y / A \cdot (1 - 6 \cdot e / b) = 0.02 \text{ kg/cm}^2 & \text{min}\end{aligned}$$

$\sigma_{\text{máx}} = 0.53 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{\text{adm}} = 2.5 \text{ kg/cm}^2$ Cumple!!

3ra. Condición:

$\sigma_{\text{mín}} = 0.019 \text{ kg/cm}^2 > 0$ Cumple!!

8.4 Diseño de bridas

Las bridas son elementos que se usan para unir la tubería con las juntas de dilatación y con la válvula.

El esfuerzo que debe soportar la brida se calcula con la siguiente fórmula:

$$M_F = F h \quad (8.35)$$

Donde:

M_F : Momento flector sobre la brida en kg.m

h : Brazo de palanca, medido desde la superficie exterior de la brida al eje de los orificios de los pernos en metros.

El valor de h es calculado por la siguiente relación:

$$h = r_b - r_e - s \quad (8.36)$$

Donde:

r_b : Radio del eje de los orificios de los pernos en metros.

r_e : Radio exterior de la tubería en metros.

s : Espesor característico de la brida en metros.

El momento resistente se calcula por la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{b s^2}{6} \quad (8.37)$$

Donde:

b : Perímetro de la brida en metros calculado por la siguiente expresión:

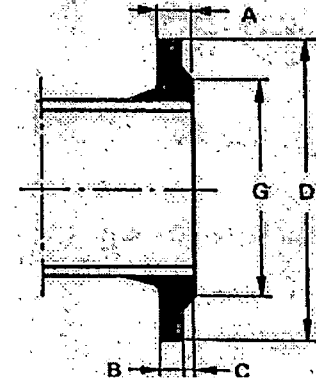
$$B = 2 \pi (r_e + s) \quad (8.38)$$

El coeficiente de trabajo K_t de la brida es calculado por la relación entre el momento flector actuante y el momento resistente:

$$K_t = \frac{3 F h}{\pi (r_e + s) s^2} \quad (8.39)$$

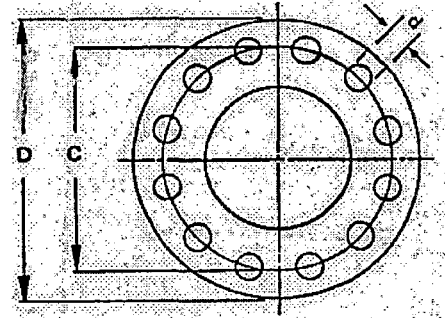
El coeficiente de trabajo no debe ser mayor de 12 kg/mm². En las tablas 8.2 y 8.3 se presentan las características de las bridas.

Tabla 8.2 Dimensiones de las bridas



Diámetro Nominal	C Mm	PN-10				PN-16				PN-15			
		D mm	G mm	A mm	B mm	D mm	G mm	A mm	B mm	D mm	G mm	A mm	B Mm
50	3	165	98	19.0	16.0	165	98	19.0	16.0	165	98	19.0	16.0
80	3	200	133	19.0	16.0	200	133	19.0	16.0	200	133	19.0	16.0
100	3	220	153	19.0	16.0	220	153	19.0	16.0	235	159	19.0	16.0
150	3	285	209	19.0	16.0	285	209	19.0	16.0	300	214	20.0	17.0
200	3	340	264	20.0	17.0	340	264	20.0	17.0	360	274	22.0	19.0
250	3	400	319	22.0	19.0	400	319	22.0	19.0	425	331	24.5	21.5
300	4	455	367	24.5	20.5	455	367	24.5	20.5	485	389	27.5	23.5
350	4	505	427	24.5	20.5	520	432	26.5	22.5	555	446	30.0	26.0
400	4	565	477	24.5	20.5	580	484	28.0	24.0	620	403	32.0	28.0
450	4	615	527	25.5	21.5	640	544	30.0	26.0	670	533	34.5	30.5
500	4	670	582	26.5	22.5	715	606	31.5	27.5	730	613	36.5	32.5
600	5	780	682	30.0	25.0	840	721	36.0	31.0	845	718	42.0	37.0
700	5	895	797	32.5	27.5	910	791	39.5	34.5	960	820	46.5	41.5
800	5	1015	904	35.0	30.0	1025	898	43.0	38.0	1085	929	51.0	46.0
900	5	1115	1004	37.5	32.5	1125	998	46.5	41.5	1185	1029	55.5	50.5
1000	5	1230	1111	40.0	35.0	1255	1115	50.0	45.0	1320	1142	60.0	55.0
1200	5	1455	1330	45.0	40.0	1485	1330	57.0	52.0	1530	1350	69.0	64.0

Tabla 8.3 Dimensiones de agujeros de las bridas



Diámetro Nominal	PN-10				PN-16				PN-25			
	D mm	C mm	Agujeros		D Mm	C mm	Agujeros		D mm	C mm	Agujeros	
			No.	d mm			No.	d mm			No.	D Mm
50	165	125	4	19	165	125	4	19	165	125	4	19
80	200	160	8	19	200	160	8	19	200	160	8	19
100	220	180	8	19	220	180	8	19	235	190	8	23
150	285	240	8	23	285	240	8	23	300	250	8	28
200	340	295	8	23	340	295	8	23	360	310	12	28
250	400	350	12	23	400	355	12	28	425	370	12	31
300	455	400	12	23	455	410	12	28	485	430	16	31
350	505	460	16	23	520	470	16	28	555	490	16	34
400	565	515	16	28	580	525	16	31	620	550	16	37
450	615	565	20	28	640	585	20	31	670	600	20	37
500	670	620	20	28	715	650	20	34	730	660	20	37
600	780	725	20	31	840	770	20	37	845	770	20	40
700	895	840	24	31	910	840	24	37	960	875	24	43
800	1015	950	24	34	1025	950	24	40	1085	990	24	49
900	1115	1050	28	34	1125	1050	28	40	1185	1090	28	49
1000	1230	1160	28	37	1255	1170	28	43	1320	1210	28	56
1200	1455	1380	32	40	1485	1390	32	49	1530	1420	32	56

8.5 Diseño de juntas de dilatación

Las juntas de dilatación permiten evitar y contrarrestar los esfuerzos que se generan por la variación de la longitud de la tubería, producidos por el gradiente de temperatura ambiente.

Las juntas de dilatación en la tubería forzada se colocan cada uno de los tramos de tubería, muy cerca de los anclajes, en la dirección aguas abajo de la tubería.

La fuerza producida por la dilatación de la tubería está dada por la fórmula:

$$F_D = \alpha E S \Delta t \quad (8.40)$$

Donde:

F_D : Fuerza por dilatación de la tubería en kg.

E : Módulo de elasticidad del acero igual a $2.10E+10$ kg/m².

S : Área de la sección transversal de la tubería en m².

Δt : Variación de la temperatura en °C.

α : Coeficiente de dilatación térmica del acero en 1/°C.

Los desplazamientos máximos pueden ser determinados por la relación:

$$\Delta L = \alpha \Delta t L \quad (8.41)$$

Donde:

ΔL : Dilatación máxima de la tubería en metros.

Δt : Variación máxima de la temperatura igual a 50 °C.

L : Longitud del tramo de tubería en metros.

α : Coeficiente de dilatación del acero igual a $1.5 \cdot 10^{-5}$ 1/°C.

En la tabla 8.4 se observan los esfuerzos que se producen por la variación de la longitud en las juntas de dilatación, así como los desplazamientos máximos por dilatación de la tubería.

Tabla 8.4 Esfuerzos y desplazamientos en las juntas de dilatación.

Tramo	Longitud (m)	Espesor (m)	Diám int. Di (m)	S (m ²)	F _D (kg)	ΔL (mm)	Carrera de la junta de dilatación
1	87.45	0.0032	0.9000	0.00905	111152.06	0.06558	10 cm.
2	68.80	0.0042	0.9000	0.01188	145887.08	0.05160	10 cm.
3	78.35	0.0051	0.9000	0.01442	177148.60	0.05876	10 cm.
4	56.90	0.0059	0.9000	0.01668	204936.61	0.04267	10 cm.
5	55.10	0.0072	0.9000	0.02036	250092.14	0.04132	10 cm.
6	70.25	0.0077	0.8000	0.01935	237741.91	0.05269	10 cm.
7	66.35	0.0084	0.8000	0.02111	259354.81	0.04976	10 cm.
8	67.65	0.0093	0.8000	0.02337	287142.83	0.05074	10 cm.
9	43.30	0.0097	0.8000	0.02438	299493.05	0.03247	10 cm.
10	49.30	0.0107	0.8000	0.02689	330368.63	0.03697	10 cm.
11	41.65	0.0119	0.8000	0.02991	367419.31	0.03124	10 cm.
12	32.25	0.0125	0.8000	0.03142	385944.66	0.02419	5 cm.
13	41.14	0.0127	0.8000	0.03192	392119.77	0.03085	10 cm.
14	6.88	0.0127	0.8000	0.03192	392119.77	0.00516	5 cm.

CAPÍTULO IX

DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL GOLPE DE ARIETE

9.1 Generalidades

Las maniobras de cierre o abertura de la válvula de control de flujo, producen bruscas variaciones de presión debido al ariete Hidráulico. Por esta razón es necesario la utilización de dispositivos que permitan disminuir los efectos del golpe de ariete, cuando resulta antieconómico, realizar cambios en el diseño original; tales como: una disminución en el caudal de flujo, una disminución en la longitud de la tubería o un incremento en los tiempos de cierre o abertura de la válvula de control de flujo.

El problema es más crítico cuando las sobrepresiones y depresiones son altos, y por lo tanto se requiere un espesor de tubería demasiado grande, lo que implica un costo demasiado alto, pues el costo de la tubería esta en una relación directamente proporcional su espesor. Entonces se tiene que pensar en mecanismos que nos permitan eliminar, o al menos atenuar estas presiones.

En la mayoría de los casos, para reducir o eliminar el golpe de ariete, resulta más económico utilizar dispositivos especiales tales como: Chimeneas de equilibrio, válvulas de alivio, válvulas reguladoras de presión, etc., cuya función es la de evitar que ocurran serios daños a la tubería.

Durante las maniobras de cierre o abertura de la válvula de control, se produce un brusco aumento o disminución de la presión, debido a la variación de la velocidad de flujo. Por esta razón, los dispositivos de control del golpe de ariete, permiten una variación gradual de los cambios de presión en la tubería.

Los dispositivos de control, contrarrestan las sobrepresiones, generando

esfuerzos que pueden exceder a la resistencia del material de las paredes de la tubería. Asimismo, contribuyen a que en caso de depresiones o disminución de la presión, eviten que la tubería falle por aplastamiento; y controlar la cavitación que pudiera ocurrir, cuando la subpresión que se produce supera a la presión estática, dando lugar a presiones inferiores a la atmosférica, y como consecuencia de ello el aire entrará por las juntas de dilatación, por las válvulas y ocasionando la formación de bolsas de aire o cavidades, que al colapsar producen grandes.

En este capítulo se detallan los dispositivos de control más usados en el diseño de tuberías forzadas.

9.2 Chimenea de equilibrio

Las chimeneas de equilibrio o tanques de oscilación, cumplen la función de disminuir los efectos del golpe de ariete, cuando las tuberías forzadas son largas. Para el caso que se muestra en la figura (9.1), cuando el sistema esta compuesto de una galería o túnel y la tubería, con el objeto de reducir la distancia, desde la válvula de control a la superficie libre del embalse o cámara de carga.

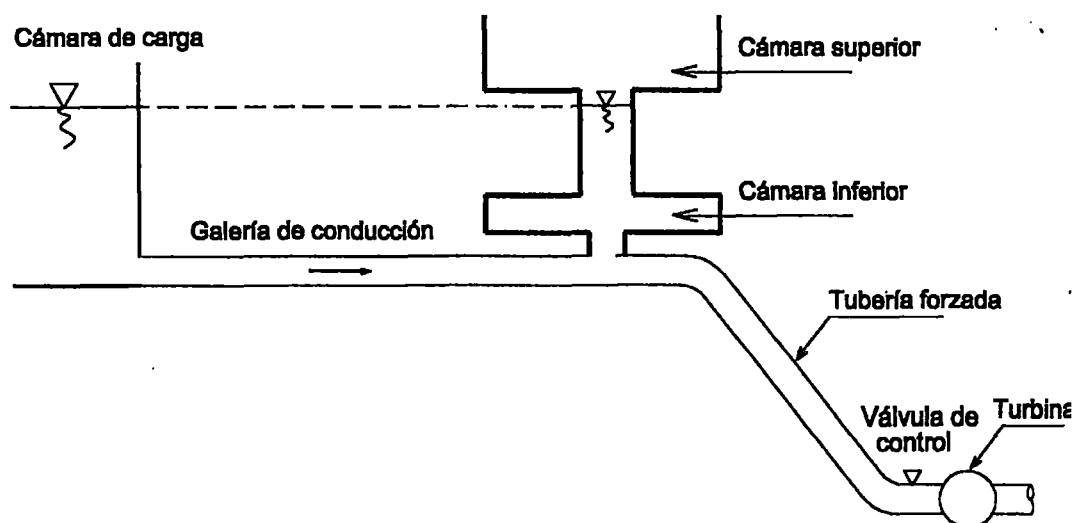


Fig. 9.1 Sistema compuesto de túnel y tubería a presión con chimenea de equilibrio.

En este sistema la chimenea de equilibrio elimina los efectos del golpe de ariete en la galería o túnel y los reduce significativamente en la tubería a presión.

La factibilidad del uso de una chimenea de equilibrio, esta dada por un balance económico entre el costo de ella, con el costo adicional que significa reforzar la tubería de presión. La localización de chimenea de equilibrio, esta dada por la topografía del terreno, prefiriéndose las chimeneas de equilibrio subterráneas, por su economía y seguridad; las construidas en la superficie tienen limitaciones de diseño en su altura. También debe tomarse en cuenta que la chimenea de equilibrio se situara lo mas cerca posible a la válvula de control, para que las variaciones de presión por el golpe de ariete sean menores, y no sea necesario un refuerzo excesivo de la tubería forzada.

Las ondas de presión que se desplazan desde la válvula hasta la chimenea de equilibrio, donde es reflejada, son tan rápidas que no afectan al nivel de la cámara de carga. Por esta razón el golpe de ariete y las oscilaciones en la chimenea de equilibrio se consideran fenómenos independientes.

Cuando ocurre el cierre de la válvula de control, el agua que viaja en el túnel es derivado a la chimenea de equilibrio y el nivel en la misma sube, convirtiendo la energía cinética del agua en potencial y creando un gradiente que frena el agua en el túnel. Al bajar el nivel en la chimenea de equilibrio, se invierte el sentido del flujo. Si la chimenea ha sido bien diseñado, estas oscilaciones son amortiguadas por la fricción, hasta establecer nuevamente un equilibrio.

En el caso de abertura de la válvula de control se produce una brusca disminución de la presión, entonces la chimenea de equilibrio actúa como abastecedor de agua para la tubería, por la aceleración de la velocidad del flujo en el túnel. El exceso de agua es captado por la chimenea de equilibrio, elevando su nivel y posteriormente baja su nivel, invirtiendo el flujo, y amortiguando estas oscilaciones hasta lograr un nuevo equilibrio. La chimenea de equilibrio debe evitar el ingreso de aire a la tubería, tomándose como margen de seguridad un metro de altura de agua.

Hay varios tipos de chimeneas de equilibrio, tales como las simples, con ampliaciones, de estrangulamiento, diferenciales, etc.

Chimenea de equilibrio simple. Es el tipo de chimenea más sencillo, la cual está conectada a la tubería por su parte inferior, como se muestra en la figura

(9.2), en forma vertical. Se utiliza sólo en sistemas de baja carga y para tuberías cortas, porque no son tan económicas y eficientes, comparadas con las chimeneas de estrangulamiento.

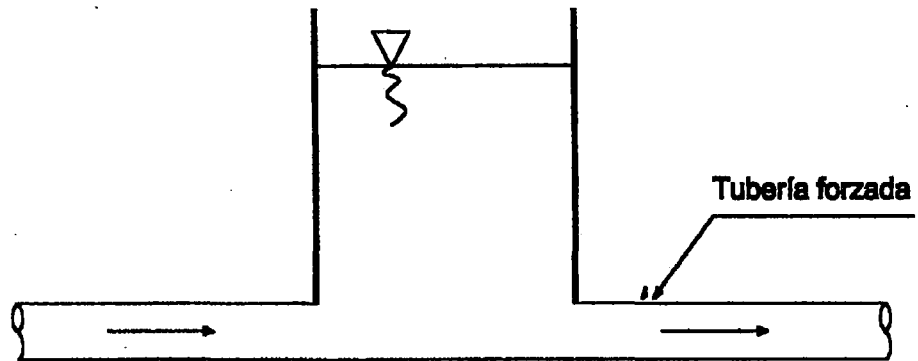


Fig. 9.2 Chimenea de equilibrio simple

Su funcionamiento es poco eficiente, debido a la mayor área para su estabilidad, que se opone a la necesidad de rápida variación de nivel para acelerar o desacelerar el agua en la tubería.

Chimenea de equilibrio con ampliaciones. Es una chimenea de equilibrio simple, pero con dos cámaras amplias, una superior y otra inferior, conectadas por un conducto reducido, como se muestra en la figura (9.3).

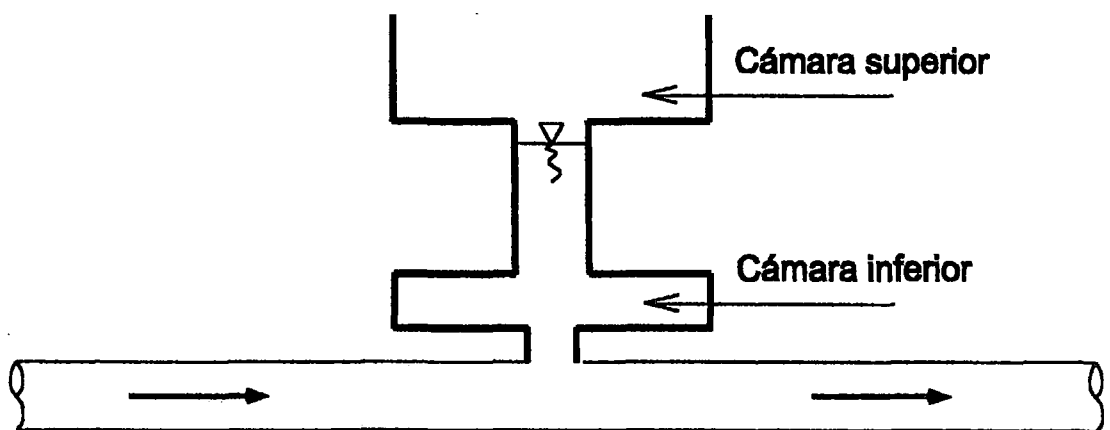


Fig. 9.3 Chimenea de equilibrio con ampliaciones

Estas chimeneas de equilibrio entre sus cámaras, logran reducir las oscilaciones, logrando un cambio rápido de nivel para acelerar o desacelerar el

agua en la tubería.

Chimenea de equilibrio de estrangulamiento. Es una chimenea de equilibrio simple, en el cual se ha reducido la abertura de comunicación, y con lo cual se logra aumentar las pérdidas de carga, lo que favorece a la amortiguación de las oscilaciones, siendo estas menores a las que ocurrirían en una chimenea de equilibrio simple. Dicha chimenea se muestra en la figura (9.4).

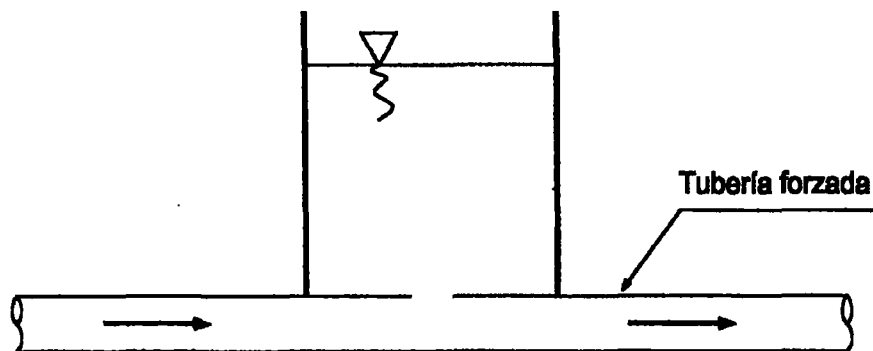


Fig. 9.4 Chimenea de equilibrio de estrangulamiento

Su eficiencia es notable en casos de gran caudal, y si esta es pequeña, las pérdidas de carga serán menores y por tanto su comportamiento será el mismo que una chimenea de equilibrio simple. El tamaño del orificio no debe ser demasiado pequeño porque se limitaría el flujo hacia la chimenea de equilibrio, y el sistema se comportaría tan igual como uno sin chimenea de equilibrio.

En estas chimeneas de equilibrio, las ondas de presión no son completamente amortiguadas, siendo en consecuencia transmitidas en forma al resto de la conducción.

Chimenea de equilibrio diferencial. Esta chimenea de equilibrio mejora el funcionamiento de las chimeneas simples y las de estrangulamiento, siendo una combinación de estas dos, como se muestra en la figura (9.5). En la parte central se encuentra la chimenea de estrangulamiento, y rodeando a ella, la chimenea de equilibrio simple, estando comunicados entre sí por la parte inferior.

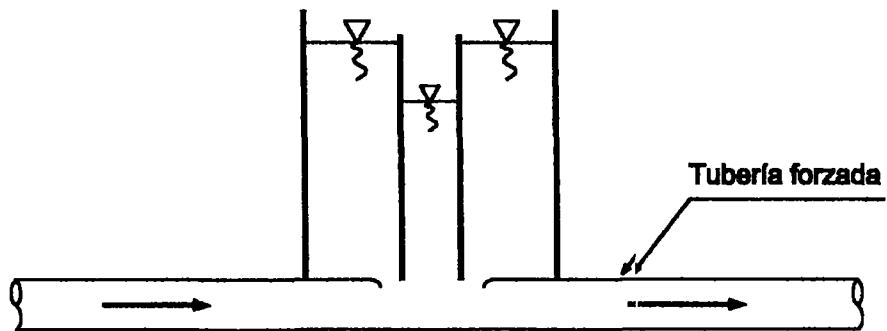


Fig. 9.5 Chimenea de equilibrio diferencial

Antes de producirse un cambio en el flujo, los niveles en ambas cámaras son iguales, cuando se produce un cambio en el flujo, se produce una variación en la carga de presión, siendo más rápida la variación del nivel en la chimenea simple, y más lenta en la chimenea de estrangulamiento, combinando ambos su influencia para la disipación total de la onda de presión.

9.3 Válvulas de alivio

Son empleadas para controlar las presiones excesivas, que se producen en la tubería a consecuencia del golpe de ariete. Esta constituida en forma principal por un resorte que acciona la válvula, cuando la presión en la tubería excede el límite establecido, permitiendo que no se produzcan daños a la tubería, tal como se muestra en la figura (9.6) y descargando al exterior.

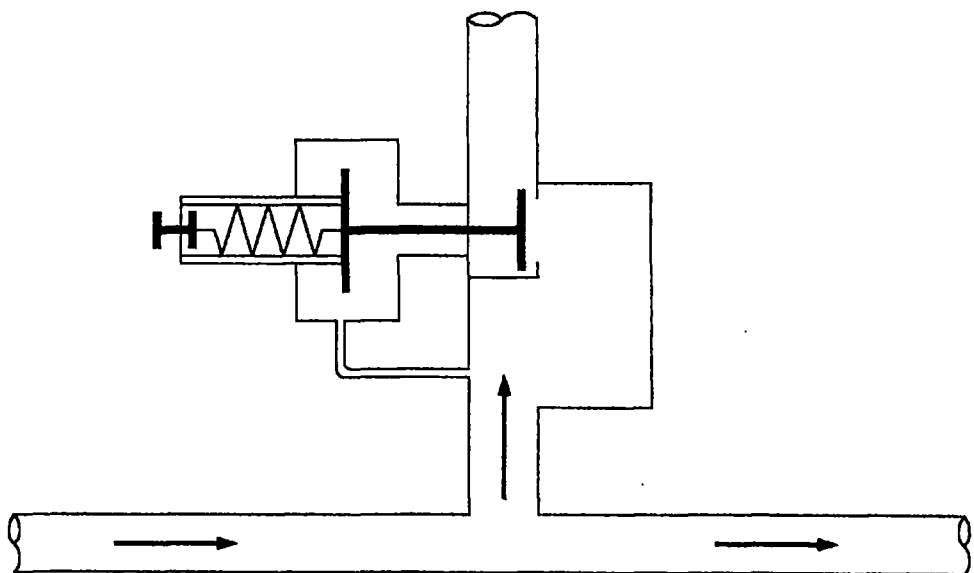


Fig. 9.6 Válvula de alivio.

Esta válvula se cierra en forma gradual cuando la presión en la tubería disminuye, y se encuentra totalmente cerrada cuando dicha presión es menor a la presión establecida.

El tamaño de una válvula de alivio depende de las condiciones de operación a las cuales puede estar sujeta la tubería. Debido a que la descarga generalmente es a la atmósfera, la diferencial de presión bajo la cual tiene lugar la descarga es muy elevada y la cantidad que se descarga en una válvula pequeña es sorprendentemente grande. Se consiguen resultados mucho mejores colocando varias válvulas en serie, siendo posible ajustar éstas de modo que operen en sucesión.

La instalación de las válvulas de alivio debe hacerse tan cercana como sea posible a la válvula de control de flujo, para proteger esta zona de tubería que sufre las más altas variaciones de presión.

9.4 Válvulas reguladoras de presión

Las válvulas reguladoras de presión, igual que las de alivio, operan sobre uno de dos principios: por acción directa contra un resorte o por acción hidráulica controlada por un piloto.

En principio, un piloto regulador es simplemente una pequeña válvula reductora conectada adecuadamente a una válvula hidráulica. La sensibilidad de la válvula en la tubería depende entonces de la sensibilidad del piloto. La válvula que se utiliza para un piloto se selecciona en cuanto a tamaño con relación a la válvula principal de manera que se requiere que opere sólo una parte de su rango de capacidad y se cuenta con mayor sensibilidad por el uso de un diafragma mayor y un resorte largo y flexible.

CAPITULO X

ESPECIFICACIONES TECNICAS

10.1 Especificaciones para las tuberías de presión

Las tuberías deberán ser trazadas para proporcionar un sistema ordenado y económico que tenga el recorrido más corto.

Se debe disponer la tubería de modo que se proporcione completo acceso para el mantenimiento del sistema y que la remoción o reemplazo del sistema pueda ser llevada a cabo con el mínimo desmontaje de la tubería.

Todas las tuberías serán de materiales que resistan condiciones de presión y temperatura que ocurran en la operación del sistema. Se deberá prever todas las condiciones de operación, (incluyendo el golpe de ariete), y se deberá incorporar un amplio factor de seguridad.

Las tuberías serán clasificadas de acuerdo a su diámetro nominal (DIN 2402) y presión nominal (DIN 2410).

Todas las dimensiones principales de las tuberías, especialmente los diámetros exteriores, deberán estar conforme con lo especificado en las recomendaciones apropiadas a ISO o DIN.

Las tuberías de acero para propósitos generales serán de material igual a la especificación Rst 37.2 DIN 17100 o mejores. Las tuberías de acero inoxidable serán de un material igual a X2 Cr Ni 18/8, DIN 17440 o mejores.

Todas las tuberías deberán ser instaladas tan próximas como fuera posible a las paredes, techos, columnas, etc. para ocupar el mínimo de espacio. A menos

que se muestre claramente de otra manera en los planos, las tuberías correrán paralelas a los ejes de las estructuras de las obras civiles.

Las tuberías de hierro fundido en general no deberán ser usadas para sistemas a presión.

Las tuberías de acero, deberán tener un mínimo de grosor en sus paredes equivalente al espesor estándar de tuberías de acero soldadas, DIN 2458; y deben tener la capacidad de soportar los esfuerzos de operación.

El peligro de corrosión galvánica y/o corrientes eléctricas inducidas, en el sistema de tuberías deberá ser considerado. También deberán de proveerse las bridas de aislamiento necesarias y el orden de clasificación de los diferentes materiales deberán de tomarse en cuenta.

Todas las tuberías deberán probarse con 1,5 veces la presión nominal de diseño. Todas las tuberías requeridas deberán de equiparse completamente con sus bridas, uniones, juntas de expansión, empaquetaduras, empaques, válvulas, drenes, colgadores, soportes, etc.

Si las tuberías cruzan empalmes de expansión de estructuras civiles, las tuberías deberán ser provistas con uniones flexibles para permitir desviaciones verticales, horizontales y angulares entre las líneas centrales de las tuberías conectadas.

Las tuberías instaladas deberán tener una inclinación adecuada para evitar que las burbujas de aire, queden atrapadas, a menos que sean drenadas por medio de válvulas de purga de aire.

Todas las tuberías que se encuentren bajo presiones internas que excedan 15 bar, ya sean de agua, aceite o aire, deberán ser enteras (sin soldaduras). Las tuberías de 50 mm o más de diámetro interior, deberán ser de acero, a menos que se especifique de otra manera.

Todas las tuberías y accesorios deberán ser montadas y sostenidas de modo seguro y ordenado.

Las tuberías que se utilizaran en los primeros trabajos de concreto estarán prontamente disponibles en sus respectivos emplazamientos, correctamente

moldeados, embridadas y tratadas superficialmente cuando comience el vaciado del concreto.

Las tuberías cumplirán con las especificaciones técnicas mientras dure el proceso de fabricación, durante el montaje, y al final estarán sometidas a pruebas e inspecciones como se requiere, de acuerdo con los estándares pertinentes o la práctica estándar de fabricación.

La aprobación de los ensamblajes, pruebas, inspecciones, procedimientos relacionados y aceptación de los certificados de pruebas e inspección pertinentes, deben estar en conformidad con las especificaciones técnicas.

El fabricante deberá ser responsable por la conducción de todas las inspecciones y pruebas requeridas para demostrar durante la fabricación y al final, que el equipo esté conforme con los requerimientos de las especificaciones.

El fabricante deberá preparar un programa de inspecciones y pruebas durante y después de la fabricación, que describa las inspecciones y pruebas para cada componente principal y accesorio. Asimismo, deberá incluir un cronograma de fabricación detallado, con fechas esperadas de inspecciones y pruebas, una descripción de cada inspección o prueba, (incluyendo el método empleado) que vaya a realizarse y los estándares aplicables, con conocimiento de la supervisión.

Se deberán proporcionar tres (3) juegos de todos los registros de las pruebas, certificados de pruebas, curvas de rendimiento, tablas de todas las inspecciones y pruebas, lo más pronto después de la realización de cada inspección o prueba. Todos los certificados de pruebas deberán estar respaldados con información suficiente para la identificación del equipo empleado para las pruebas y el material a los que se refieran los certificados.

Las pruebas de materiales deben incluir análisis químicos, pruebas mecánicas y pruebas no destructivas.

a) Análisis químicos

Para todos los componentes principales y los componentes expuestos a grandes esfuerzos y/o a condiciones donde la composición es importante, se debe realizar un análisis químico del material o certificar el mismo de acuerdo a la

práctica normal para mostrar que los componentes estén conformes con las especificaciones.

El fabricante debe asegurarse que las acerías, las fundiciones, etc., provean los certificados relevantes de las pruebas.

b) Pruebas mecánicas

Se deben realizar pruebas mecánicas a todos los componentes principales de acuerdo a la práctica normal para asegurar que las propiedades del material están conformes con los requerimientos y especificaciones. Estas pruebas deben por lo menos incluir la determinación del esfuerzo de fluencia, esfuerzo de rotura, resistencia a la elongación/contracción e impacto en condiciones normales y de envejecimiento, como sea requerido. Pruebas de flexión de planchas y láminas también serán realizadas de acuerdo a lo requerido.

c) Pruebas no destructivas

Se deben incluir pruebas no destructivas de ultrasonido, rayos X, magnaflux y de líquidos penetrantes de acuerdo a la sección VIII del Código de Recipientes a Presión de la ASME:

- Inspección por Magnaflux
- Inspección por Ultrasonido
- Inspección con Líquidos Penetrantes

Todos los elementos fundidos y conformados sujetos a esfuerzos grandes de servicio, impacto, fatiga o esfuerzos de vibración, deben ser sometidos a pruebas y exámenes visuales. Los defectos importantes descubiertos con estas pruebas o inspección deben ser eliminados por medios adecuados hasta lograr alcanzar el metal sano. La remoción completa debe ser comprobada por medio de inspecciones de partículas magnéticas (magnaflux) y líquidos penetrantes. Si se descubren defectos mayores, tal como se definen en ASTM A-27, se debe suministrar a la supervisión la información completa sobre la naturaleza y ubicación del defecto y el procedimiento de reparación propuesto, para su aprobación antes de comenzar a hacer la reparación.

Todas las planchas principales sujetas a esfuerzos altos en servicio, esfuerzos de impacto, fatiga o vibración, deben estar sujetas a inspección y soldado. Las planchas con marcada variación de espesor, con superficies grandemente desiguales, o que contengan sopladuras, inclusiones gruesas no metálicas, segregaciones, escamas, sobreposiciones, áreas laminadas, rajaduras, u otros defectos mayores serán rechazados.

Las soldaduras sometidas a prueba que den resultados dudosos deben ser verificados severamente por medio de Rayos X. Los defectos en las soldaduras descubiertos por ultrasonido, pruebas radiográficas o por pruebas de partículas magnéticas (magnaflux) y/o líquidos penetrantes deben ser completamente removidos por medio de esmerilado de la soldadura defectuosa.

Después de resoldar, el cordón de soldadura será sometido a un examen radiológico. Se realizará el aliviado de tensiones una vez que se haya completado la reparación de una soldadura principal, a solicitud de la supervisión.

Todas las soldaduras tienen que estar libres de defectos de cualquier tipo y que puedan tener un comportamiento desfavorable o en cualquier otra forma afectar la calidad del suministro.

Todas las partes y miembros importantes y/o con esfuerzos considerables deben tener una calidad de soldadura igual al Grado 4 o mejor, de acuerdo a la Norma IIW para Radiografías. El supervisor puede aceptar un Grado 3 para soldadura menos importantes o con esfuerzos menores.

d) Pruebas de presión

Todas las partes sujetas a presión interna o externa o que contengan líquidos o gases temporal o permanentemente durante su operación, deben ser probadas antes de su pintado. Tanto como sea práctico, estas pruebas deben hacerse en los talleres, pero pueden ser repetidas en el campo.

Se debe hacer distinción entre las partes expuestas durante su operación a presión hidráulica, o de cualquier líquido sin presión.

En adición a las especificaciones, se deben observar las normas aprobadas y las regulaciones oficiales. Si se usa cualquier líquido para una prueba que pueda

causar corrosión, todo el equipo y las tuberías deben de limpiarse completamente una vez que se termine la prueba.

Todos los sistemas de tuberías deben probarse a presión con agua. Se deben adicionar, cuando sea necesario, inhibidores protectores contra la corrosión.

La presión de prueba debe en general ser 150% de la presión de diseño, o en el caso de sistemas verticales de tuberías, 150% de la presión de diseño en el punto más bajo. Antes de la prueba, el sistema de tubería debe ser limpiado completamente. El procedimiento de prueba estará sujeto a la aprobación de la supervisión y la presión de prueba debe ser mantenida por lo menos durante 30 minutos. Los cuerpos de las válvulas estarán sometidas a la prueba de presión mencionada anteriormente.

Los sistemas de tuberías empotrados que son probados a presión antes de su empotramiento, tienen que probarse nuevamente después de su empotramiento, a la presión de diseño. Después de la prueba a presión, los sistemas de tuberías deben de secarse para prevenir corrosión y cerrarse adecuadamente para evitar el ingreso de materiales y extraños.

e) Pruebas en la fabricación del Acero

Cada plancha individual debe ser probada en los laboratorios de la acería. Estas pruebas deben ser presenciadas por el fabricante o un agente de éste, con la aprobación de la supervisión. los certificados de las pruebas deben ser preparados por el fabricante, dando la siguiente información:

- Número de la colada
- Análisis químico de la colada
- Espesor y dimensiones de la plancha
- Todas las siguientes pruebas de fluencia, resistencia de la tensión, elongación y rotura.
- Tres pruebas de tenacidad ISO de ranuras en V a 0°C (ó a + 20°C, cuando lo apruebe la supervisión).

Los resultados deben como mínimo estar conformes con los requerimientos mínimos de las especificaciones, para el material aprobado de la estructura correspondiente.

Se debe realizar una prueba de ultrasonido completa de todas las planchas sujetas a esfuerzos laterales.

Cada plancha tiene que ser estampada en la acería, mostrando:

- Número de colada
- Número de plancha
- Designación de calidad.

f) Pruebas de la soldadura

Las propiedades de la soldadura deben mostrarse donde y como sean requeridas por la supervisión. Como regla general, 4% de todas las planchas de la misma calidad y espesor deben probarse como sigue:

- Dos planchas de prueba deben fijarse a los bordes de las planchas que se van a soldar. El procedimiento de soldado de las planchas debe ser el mismo tanto para las mismas planchas como para las planchas de prueba. El tamaño de las planchas de prueba, etc. debe estar de acuerdo a lo especificado en la norma ITINTEC 341-002. Las muestras deben ser cortadas de las planchas sometidas a pruebas.
- Dos pruebas de elongación con los lados de las caras paralelas, con esfuerzo a la tensión, elongación y rotura (en la soldadura, en la zona de transmisión o en el material base).
- Una prueba de elongación con sección reducida en el lugar del cordón de soldadura, con esfuerzos de fluencia y de tensión.
- Dos pruebas de flexión, las dos pruebas ejecutadas con tensión en diferentes caras del cordón de soldadura, diámetro del mandril = $2.5a$ (a = espesor de la muestra).
- Tres pruebas de tenacidad ISO de ranura en V (a °C).
 - Dos con ranura en la zona de transmisión
 - Una con ranura en el primer paso de la soldadura

La unión soldada debe probar que tiene una calidad y propiedades no inferiores al material base. Si las pruebas demuestran que los materiales son de calidad no satisfactoria, el propietario tendrá el derecho de demandar cualquier

prueba adicional, tal como sea requerido. Los costos correspondientes serán por cuenta del fabricante.

g) Verificación de las dimensiones

Se realizarán verificaciones de las dimensiones de todas las partes principales, los componentes y ensambles parciales, especialmente cuando se refiere a tolerancias pequeñas y ajustes especiales (tolerancias de ejes, entre partes estacionarias y móviles, dimensiones de uniones para el ensamble con otras partes, etc.).

Si la verificación de dimensiones muestra discrepancias en medidas que puedan afectar el ajuste, ensamble o desensamble de la parte o componente respectivos, entonces esta parte tendrá que ser corregida. Si la corrección o modificación no puede ser llevada a cabo de acuerdo con los términos mencionados anteriormente, la parte o componente en cuestión puede estar sujeta a rechazo. Las partes defectuosas de maquinarias o equipos no deben, bajo ninguna circunstancia, ser suministradas.

Todos los acabados de superficies principales estarán sujetos a una inspección visual en presencia de la supervisión. La técnica, equipo e instrumentación a usarse en estas pruebas controles, inspecciones, exámenes, etc., deberán estar conformes con estándares pertinentes y aceptados internacionalmente, con reglas o códigos, en particular con aquellos mencionados en las especificaciones.

h) Control de los recubrimientos

El espesor de las capas de zinc y pintura será verificado en aproximadamente 10 puntos de control por m² por medio de un instrumento de medición de espesor de pintura. Para la aceptación será decisivo el espesor garantizado de la capa y no el número de capas aplicadas.

Ningún espesor medido será menor que el espesor mínimo especificado. Donde el espesor mínimo no se logre, la mano será separada para alcanzar el espesor mínimo especificado de la película seca.

El espesor de la película seca será medido por medio de instrumentos aprobados.

Después de completada cada capa, el pintor deberá realizar una inspección detallada de pintura acabada y removerá del trabajo adyacente todas las salpicaduras de pintura. Deberá notificar cualquier daño que pueda ser causado por tales operaciones de limpieza.

Una inspección detallada de todo el trabajo de pintado será realizada, y todas las porciones desgastadas, manchadas o similares serán acabadas en forma satisfactoria o repintadas, como se requiera, para obtener un trabajo de primera calidad en todo y dejar el trabajo íntegro en condiciones limpias y aceptables.

Se deberán ensamblar las partes y componentes al límite máximo convenido, y los controles de dimensiones se realizarán en todos los ensamblajes principales, partes y componentes, especialmente cuando estén involucrados tolerancias estrechas y ajuste (tolerancia de ejes, espacio libre entre partes estacionarias y móviles, dimensiones de conexión para el ensamblaje con otros elementos y abastecimientos, funcionamiento combinado de equipo eléctrico, etc.)

Los componentes y partes a ensamblarse por soldado en el emplazamiento, deberán soldarse con marbete en los talleres para permitir control visual y dimensiones de los ajustes y transiciones. Todos estos componentes y partes deberán estar marcados adecuadamente para asegurar un ensamblaje y soldado correcto en el emplazamiento.

Si los controles de dimensiones muestran discrepancias, en medidas que puedan afectar los espacios libres de las transiciones, ensamblaje o desmontaje de la parte respectiva o componente, es indispensable una inmediata corrección, adecuada y bien acabada.

Dicha corrección o modificación no deberá conducir de ninguna manera a sacrificios, con respecto a la confiabilidad de operación o intercambiabilidad y deberá realizarse sólo después de haber obtenido el consentimiento de la supervisión. Si la corrección o modificación no puede llevarse a cabo, de acuerdo con los términos arriba mencionados, la parte o componente concerniente, podrá ser sometida a rechazo.

Asimismo, los materiales o productos dudosos, usados, débiles y con fallas, serán sometidos automáticamente a rechazo.

Durante el trabajo de montaje e instalación además de las pruebas, controles, exámenes, etc., estipulados en las Especificaciones Técnicas, las pruebas deberán comprender, más no limitarse a:

- Controles y exámenes de soldadura
- Pruebas de presión hidrostática
- Pruebas de impermeabilidad
- Pruebas de operación
- Pruebas de confiabilidad

10.2 Especificaciones para las bridas y juntas de dilatación

Todas las bridas y juntas de dilatación serán de materiales que resistan condiciones de presión y temperatura que ocurran en la operación del equipo. Se deberá prever todas las condiciones de operación, (incluyendo el golpe de ariete), y se deberá incorporar un amplio factor de seguridad.

Las juntas de las tuberías serán soldadas o del tipo de bridas empernadas o de uniones roscadas.

Las bridas serán clasificadas de acuerdo a su diámetro nominal (DIN 2402) y presión nominal (DIN 2410).

Las bridas para tuberías de acero deberán ser de material de calidad, ASTM, A105, Grado 1.

Las bridas y juntas de dilatación deberán cumplir con las especificaciones técnicas, mientras dure el proceso de fabricación durante el montaje, y a la terminación, estarán sometidas a pruebas e inspecciones como se requiere de acuerdo con los estándares pertinentes o la práctica estándar de fabricación.

Los tornillos y las tuercas de las bridas serán en general de acero inoxidable, material anticorrosivo o galvanizado.

Las bridas serán fresadas a lo largo del diámetro mayor y deberán formar un rectángulo en su sección. Los bordes serán fresados y la parte posterior será

fresada de manera que la cabeza de los pernos, arandelas y tuercas se apoyen apropiadamente.

Las roscas de las tuberías deberán ser cortadas y estarán libres de superficies rotas o quebradas. No más de 3 roscas de la tubería deberán quedar expuestas después de la instalación. Las juntas roscadas serán hechas con lubricante aplicado a la rosca macho.

El material de las juntas deberá estar proporcionado de manera que cuando la junta se ajuste, ninguna parte de ella sobresalga al diámetro interno de la tubería.

Para condiciones de servicio de presión mediana y alta (donde se use material de unión delgado), las caras de las bridas deberán tener diámetro interno de la tubería.

Las tuberías de tamaño pequeño y las de aceite deberán ser limpiadas cuidadosamente y se ajustarán con bridas ciegas obturadores, antes que sean empacadas y despachadas.

Se deben realizar pruebas mecánicas a todos los componentes principales de acuerdo a la práctica normal para asegurar que las propiedades del material están conformes con los requerimientos y especificaciones. Estas pruebas deben por lo menos incluir la determinación del esfuerzo de fluencia, esfuerzo de rotura, resistencia a la elongación/contracción e impacto en condiciones normales y de envejecimiento, como sea requerido.

Los pernos, husillos, tuercas y tornillos deberán tener una medida estándar métrica, deberán ser de acero de alta calidad y estar conforme con las normas en lo que respecta a la forma y a las tolerancias.

Las piezas fundidas y forjadas que contengan defectos perniciosos pueden, por decisión de la supervisión, ser rechazadas. Las piezas fundidas y forjadas con defectos mayores, que hayan sido reparados por soldadura, estarán sujetas a inspecciones de partículas magnéticas (magnaflux) o líquidos penetrantes, y ser totalmente aliviados de tensiones después de que se haya completado la soldadura. Todas las soldaduras de reparación de defectos menores, tal como son definidos por ASTM A 27, deben inspeccionarse por partículas magnéticas

(magnaflux) o líquidos penetrantes. A requerimiento de la supervisión se aplicará alivio de tensiones a las piezas fundidas reparadas por soldadura.

Todos los pernos, husillos, tuercas y tornillos de tamaño estándar (incluyendo sus arandelas), deberán estar fuertemente protegidos contra la corrosión, o hechos de acero inoxidable, si así se especificara.

Las cabezas de la tuercas y los pernos, deberán ser de forma hexagonal y correctamente fresadas.

Las tuercas, pernos y tornillos que pudieran soltarse durante la operación, deberán ser trabados en una posición de sujeción. Asimismo los que requieran ajuste y desajuste frecuentes durante las operaciones de inspección o mantenimiento deben ser de acero inoxidable.

10.3 Especificaciones para los anclajes

Los anclajes deberán cumplir una serie de especificaciones técnicas dadas en normas y reglamentos con respecto al concreto, a los encofrados y al acero de refuerzo de los anclajes.

10.3.1 Trabajos de concreto

En esta sección se enumeran las prescripciones técnicas requeridas para la construcción de los anclajes y tal como se indican en los planos. Los trabajos incluyen el suministro de equipo, materiales y mano de obra necesarias para la dosificación, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado del concreto, encofrados, suministro y colocación del acero de refuerzo y accesorios especificados.

a) Requisitos del Concreto

Los trabajos de concreto se ejecutarán de conformidad a las Especificaciones Técnicas, establecidas por los siguientes códigos y normas:

- Reglamento Nacional de Construcciones
- ACI 318.95 Building code Requirements
- Concrete Manual-Bureau of Reclamation (Octava Edición)

- American Standard of Testing Materials - ASTM
- Norma Técnica de Edificación NT-E 060.
- Norma Técnica de Edificación NT-E 030.

La calidad del concreto cumplirá con los requisitos de resistencia a la rotura (f_c) especificada, y durabilidad establecida en los planos. La resistencia especificada a la compresión, en kg/cm^2 , se determinará por medio de ensayos de cilindros standard de 15 x 30 cm, fabricados y ensayados de acuerdo con la norma ASTM C39, a los 7 y 28 días de edad.

b) Materiales

*** Cemento**

El cemento Portland Tipo I utilizado para el concreto debe cumplir con los requisitos de las Especificaciones ASTM-C-150.

Se hará un muestreo del cemento, analizándose por fineza, tiempo de fragua, resistencia a la compresión, contenido de aire, análisis químico, incluyendo álcalis y composición. El porcentaje total de los álcalis no será mayor de 0.6%.

Cada lote de cemento en bolsa será debidamente almacenado para permitir su protección de la humedad y otros agentes perjudiciales. El cemento estará libre de grumos o endurecimientos debido a un almacenaje deficiente y prolongado. En caso que se encuentre que el cemento contiene grumos por haberse extendido el tiempo de almacenaje o contenga materiales extraños, el cemento será eliminado y repuesto.

Cualquier volumen de cemento mantenido en almacenaje por períodos superiores a los 90 días, será probado antes de su empleo y si se encuentra que no es satisfactorio, no se permitirá su uso en la obra.

*** Agregados Finos (Arena)**

La arena para la mezcla del concreto y para sus usos como mortero será arena limpia, de origen natural, con un tamaño máximo de partículas de 3/16". La arena

será obtenida de depósitos naturales o procesada en el sitio de la obra o una combinación de ambos.

La arena consistirá de fragmentos de rocas, duros, fuertes, densos y durables y deberá tener una granulometría bien graduada. Siendo el porcentaje de material que pasa el tamiz N° 200 (Designación ASTM-C- 117) no excederá del 3% en peso.

El agregado fino cumplirá con la norma ASTM-C-33-78.

El agregado fino deberá cumplir con las siguientes características granulométricas:

Malla Estándar	% Acumulado que pasa
3/8"	100
N° 4	95-100
N° 8	80-100
N°16	50-85
N°30	25-60
N°50	10-30
N° 100	2-10

Asimismo se deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Módulo de fineza: 3.6% max.
- Durabilidad, pérdida en peso por lixiviación en sulfato de sodio, 5 ciclos: 10% max.
- Contenido de sales: Solubles en forma de cloruros: 0.05 %
- Insolubles (óxido de hierro): 1.17 %

El porcentaje total de sustancias deletéreas no excederá del 2.5% en peso.

Antes de proceder con la explotación de canteras se realizarán las pruebas de laboratorio pertinentes, cuyos resultados serán sometidos a consideración de la supervisión para su respectiva aprobación.

El supervisor hará un muestreo y hará las pruebas necesarias para el agregado fino según sea empleado en la obra.

* **Agregado Grueso**

El agregado grueso para la mezcla del concreto será natural de cantera limpia o preparado en planta de agregados y consistirán en fragmentos de roca ígnea duros, fuertes, densos y durables, sin estar cubiertos de otros materiales. El porcentaje total de sustancias deletéreas no excederá del 2.5% en peso.

El agregado para la mezcla del concreto será natural de cantera o preparada en planta de agregados. El agregado grueso deberá cumplir los siguientes requisitos de las pruebas siguientes:

- Análisis granulométrico (ASTM C-136).
- Material que pasa por la malla N° 200 (ASTM C-117).
- Impurezas orgánicas en la arena (ASTM C-40).
- Peso específico y absorción de las arenas (ASTM C-127).
- Ensayos de abrasión Los Angeles (ASTM C-131).
- Ensayos de inalterabilidad al sulfato de sodio (ASTM C-88).
- Peso unitario de los agregados (ASTM-C-29).

Los tamaños nominales para el agregado grueso serán los siguientes:

Tamaño Agregado	TAMAÑO NOMINAL DE AGREGADO							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	#4	#8
1 1/2"	100	95-100	---	35-70	---	10-30	0-5	---
1"	---	100	95-100	---	25-60	---	0-10	0-5
3/4"	---	---	100	90-100	---	20-55	0-10	0-5
1/2"	---	---	---	100	10-100	10-70	0-10	0-5

Se hará un muestreo y se realizará el análisis granulométrico de las canteras a usar y se hará las pruebas necesarias para el agregado. El tamaño máximo del agregado grueso a utilizarse en concreto para estructuras será de 2 1/2".

De encontrar que los agregados gruesos provenientes de canteras ubicadas en la zona del Proyecto no cumplen con las especificaciones aquí exigidas; pero que, pruebas especiales o la experiencia, indican que producen concreto de la

resistencia y durabilidad adecuadas, pueden ser utilizados con la autorización del supervisor.

* **Agua**

El agua que se emplea para mezcla y curado del concreto estará limpia y libre de cantidades dañinas de sales, aceites, ácidos, álcalis, materia orgánica o mineral y otras impurezas que, en la opinión del supervisor, puedan reducir la resistencia, durabilidad o calidad del concreto.

El agua no contendrá más de 250 ppm del ion cloro, ni más de 250 ppm de sales de sulfato expresados como SO_4 . La mezcla no contendrá más de 500 mg de ion cloro por litro de agua, incluyendo todos los componentes de la mezcla, ni más 500 mg de sulfatos expresados como SO_4 incluyendo todos los componentes de la mezcla, con excepción de los sulfatos del cemento.

La cantidad total de sales solubles del agua no excederán de 1,500 ppm, las sales en suspensión no excederán de 1,000 ppm; y las sales de magnesio, expresadas como Mg, no excederán de 150 ppm.

Para el curado del concreto no debe tener un pH más bajo de 5.

* **Aditivo**

El uso de aditivos en el concreto, como aceleradores, endurecedores o retardadores de fragua, productos para incorporación de aire, etc.; así como aditivos expansivos para las cimentaciones que estarán sobre roca, pueden ser permitidos o requeridos, cuando su empleo se justifique en la obra.

En cada caso será necesario verificar las recomendaciones del fabricante para una dosificación adecuada en el concreto, asimismo se someterá muestras de los aditivos propuestos para verificar si cumplen con las normas apropiadas señaladas a continuación:

- Aditivos incorporadores de aire ASTM - 260
- Aditivos aceleradores, retardadores o reductores de agua ASTM - 494
- Aditivos puzolánicos ASTM - 618

Los aditivos tendrán la misma composición y se emplearán con las proporciones señaladas en el diseño de mezclas. No se empleará Aditivos que

contengan Cloruro de Calcio en zonas en donde se embeban galvanizados o aluminio.

10.3.2 Mezcla del concreto

a) Diseño y Proporción de mezclas

Se diseñará las mezclas de concreto por peso o volumen para cumplir con los requisitos de resistencia, durabilidad, impermeabilidad y buenas condiciones de todas las obras de concreto autorizadas.

Se deberá contar con Certificados de Análisis Químico que acrediten que el agua para la mezcla y los agregados a usar en la preparación del concreto no tienen presencia de cloruros y sulfatos que superen los límites permisibles. Asimismo se deberá contar con una lista de aditivos a usar indicando tipo y marca.

El concreto terminado deberá tener la resistencia mínima a la compresión a los 28 días de vaciado según se especifica en los planos correspondientes y como se indica en el cuadro siguiente:

Resistencia $f'c$ Kg/cm ²	Dosaje mínimo de Cemento Kg/m ³	Tamaño Máximo	Empleo
210	300	1 ½ "	Estructuras
175	280	1"	Estructuras
140	240	2"	Solados

Las proporciones de mezclas deberán cumplir con los requisitos de resistencia, durabilidad, impermeabilidad y buenas condiciones de todas las obras de concreto.

Las proporciones de la mezcla aprobadas no serán alteradas, salvo que cuenten con la autorización escrita del supervisor. Los materiales propuestos para la fabricación del concreto serán seleccionados por el contratista, quien entregará al supervisor muestras adecuadas de los materiales propuestos para la preparación de las mezclas del concreto.

Estas muestras serán en suficiente cantidad para permitir efectuar el número de pruebas que sean necesarias para determinar la conveniencia y las proporciones de los materiales.

La determinación de la resistencia a la compresión, en kg/cm^2 , se efectuará en cilindros de pruebas de 6" x 12", de acuerdo con el "Método Standard de Pruebas para Resistencia a la Compresión de Cilindros Moldeados de Concreto", designación ASTM-C-39. Las pruebas de rotura y análisis de concreto serán hechas por el contratista y en presencia del supervisor, a intervalos frecuentes. La dosificación de las mezclas empleadas serán cambiadas cuando, en opinión del supervisor, se requiera efectuar estos cambios, o para asegurar la economía, facilidad de trabajo, densidad, impermeabilidad, acabado de la superficie y resistencia.

Se considera que la resistencia del concreto es satisfactoria si el promedio de cualquier conjunto de tres pruebas consecutivas permanece por encima de la resistencia especificada ($f'c$) y ningún ensayo individual de resistencia resulte menor que la especificada ($f'c$) en más de 35 kg/cm^2 .

Se proporcionará facilidades para el muestreo, transporte, almacenaje y curado del concreto. El contratista podrá utilizar proporciones de mezcla que produzcan concreto de la misma calidad, pero con menor economía, siempre y cuando se cuente con el consentimiento escrito del supervisor.

Para un determinado contenido fijo de mortero, el contenido de agua de la mezcla será la mínima necesaria para producir concreto que tenga la consistencia deseada con mezcla eficiente.

b) Mezclado

El contratista será responsable de elegir el equipo o mezcladora para la adecuada dosificación y mezclado, el cual deberá proporcionar la medición exacta y control de cada uno de los materiales que componen la mezcla.

Se emplearán mezcladoras que pesen los agregados que intervienen en la mezcla, así como el cemento y aditivos cuando sea necesario. El cemento será pesado con una precisión de 1% por peso, o por bolsa. En este último caso, las

bolsas serán de 42.5 kilos netos y las tandas serán proporcionadas para contener un número entero de bolsas. Todos los agregados serán incluidos en la mezcla con una precisión de 2% de peso.

La relación agua - cemento, no deberá variar durante las operaciones de mezcla por más de ± 0.02 de los valores indicados. El agua será mezclada por peso, volumen o medidas con una precisión de 1% de peso.

Se realizarán periódicamente pruebas necesarias de los equipos de medición y pesado para demostrar la precisión de dichos equipos. A menos que se indique diferente, las pruebas del equipo en operación serán efectuadas una vez al mes.

Los aditivos en polvo serán pesados o medidos por volumen según la recomendación del fabricante. La precisión de medida de cualquier aditivo estará dentro del 3%, los cuales serán cargados como solución y dispersados en forma automática o por algún aditamento de medida

El tiempo de mezcla para cada tanda de concreto después de que todos los materiales, incluyendo el agua, se encuentren en el tambor, será no menor de 1 1/2 minutos para mezcladoras de hasta 1 1/2 yardas cúbicas de capacidad, y no menor de 2 minutos para mezcladoras de más de 1 1/2 yardas cúbicas. El tiempo de mezcla se aumentará en 15" para cada yarda cúbica adicional o fracción de yarda cúbica. El tiempo de mezcla será aumentado si la operación de carguío y mezcla deja de producir una tanda uniforme.

La mezcladora girará a una velocidad uniforme, superior a doce r.p.m. después de que todos los materiales, incluyendo el agua se encuentren en el tambor.

Cada tanda de concreto, será completamente vaciado de la mezcladora antes de volver a cargar ésta, y el interior del tambor será mantenido limpio y libre de acumulación de concreto endurecido o mortero.

El tiempo de mezclado podrá prolongarse más allá del período mínimo especificado, siempre y cuando el concreto no se convierta en una sustancia muy rígida para su colocación efectiva y consolidación, o no adquiera un exceso de finos debido a la acción moledora entre los materiales en la mezcladora. La alteración de la dosificación del concreto con el aumento de agua adicional, cemento, arena o una combinación de estos materiales estará prohibida.

Cualquier mezcla que por haberse mantenido durante mucho tiempo en la mezcladora y se haya convertido en muy densa para su colocación efectiva y consolidación, será eliminada. Cada mezcladora estará equipada con un aditamento operado mecánicamente de tiempo y señalización que indicará y asegurará la terminación del período necesario de mezclado.

El concreto preparado en planta (fuera de obra) deberá cumplir en todo aspecto con las especificaciones. El equipo para el mezclado y transporte del concreto deberá cumplir con las partes aplicables con las especificaciones ASTM-C-94 "Especificaciones para Concreto Pre-Mezclado".

c) Transporte y Colocación de Concreto

El concreto será transportado desde la zona de mezclado al lugar de la obra en forma práctica y lo más rápida posible por métodos que impidan la separación o pérdidas de ingredientes y en una manera que asegure que se obtenga la calidad requerida para el concreto.

El equipo de transporte será de un tamaño y diseño tal, que asegure un flujo continuo de concreto en el punto de entrega. El equipo de conducción y las operaciones cumplirán con las siguientes especificaciones:

Antes de vaciar concreto, los encofrados y el acero de refuerzo deberán ser inspeccionados y aprobados por el supervisor en cuanto a la posición, estabilidad y limpieza. El concreto endurecido y los materiales extraños deberán ser removidos de las superficies interiores del equipo de transporte. El encofrado deberá estar terminado y deberá haberse asegurado en sitio, los anclajes, material para juntas de dilatación y otros materiales empotrados deberán estar en su lugar; y la preparación completa para el vaciado deberá haber sido aprobada por el supervisor.

No será permitido añadir agua a la mezcla de concreto, después de la descarga desde la mezcladora, durante la carga de bomba, o durante la salida desde la tubería de transporte de concreto.

No deberá efectuarse ningún vaciado de concreto hasta que la aprobación del supervisor haya sido obtenida y todo trabajo de concreto deberá ser vaciado en la presencia del supervisor.

El vaciado del concreto será efectuado en forma continua hasta su terminación o en capas de un espesor tal, que ningún concreto sea depositado sobre concreto que haya endurecido lo suficiente como para causar la formación de vetas o planos de debilidad dentro de la sección. Si la sección no puede vaciarse en forma continua, se ubicarán juntas de construcción en las ubicaciones que se indiquen en los planos. El vaciado será llevado a cabo a un ritmo tal, que el concreto que está siendo integrado con el concreto fresco, sea todavía plástico. El Concreto que se haya endurecido parcialmente o haya sido contaminado por sustancias extrañas no será colocado.

La colocación o vaciado de concreto en elementos apoyados no se iniciará hasta que el concreto vaciado anteriormente deje de ser plástico.

El concreto será depositado tan cerca como sea posible de su posición final para evitar la segregación debido al manipuleo y flujo del concreto. El concreto no estará sujeto a ningún procedimiento que produzca segregación. Los chutes y canaletas se utilizarán para caídas mayores de 1.50 m.

Todos los vaciados de concreto serán plenamente compactados en su lugar por medio de vibradores de tipo de inmersión, complementando por la distribución hecha por los albañiles con herramientas a mano, tales como esparcimiento, enrasado y apisonado, conforme sea necesario.

La duración de la vibración estará limitada al mínimo necesario para producir la consolidación satisfactoria sin causar segregación. Los vibradores no serán empleados para desplazar horizontalmente el concreto dentro de los encofrados.

El propósito de la vibración es asegurar que el concreto esté bien trabajado alrededor de los refuerzos de acero, de los materiales empotrados y de las esquinas de los encofrados, eliminando todos los bolsillos de aire o piedra, que puedan causar vacíos o "cangrejas" o planos de debilidad.

Los vibradores mecánicos tendrán una frecuencia mínima de 7000 rpm y serán operados por trabajadores competentes. La sobrevibración o el uso de vibradores para desplazar concreto dentro de los encofrados no estará permitido.

Los vibradores serán insertados y retirados en varios puntos, a distancias variables de 45 cm a 75 cm. En cada inmersión la duración será suficiente para consolidar el concreto, pero no tan larga que cause la segregación, generalmente la duración estará entre los 5 y 15 segundos de tiempo.

No se podrá iniciar el vaciado de una nueva capa antes de que la capa inferior haya sido completamente vibrada.

Se requiere que después de la consolidación y colocación, todas las partes de las estructuras de concreto sean de calidad uniforme y buena, teniendo adecuada resistencia y durabilidad y con el mortero los agregados gruesos distribuidos uniformemente a través de la masa de concreto.

d) Temperatura

El concreto, cuando es vaciado siempre deberá tener la temperatura más baja posible. Esto se logrará protegiendo cuidadosamente todos los materiales contra los rayos del sol, durante su transporte y almacenaje.

En casos en que la temperatura ambiente sea mayor de 30°C, el vaciado del concreto se ceñirá a las recomendaciones del ACI-305 y ACI-207 especialmente durante el vaciado de concreto masivo.

e) Juntas de Construcción para Estructuras

Las ubicaciones de juntas de Construcción se indican en los planos. Todo cambio en el tipo o ubicación de las juntas de construcción estará sujeto a la aprobación por el supervisor.

Las juntas de construcción, tanto horizontales como verticales, serán limpiadas por medio de un arenado húmedo de todas las materias sueltas o extrañas para exponer partículas limpias de agregado grueso, las cuales serán lavadas con chorro de agua y aire antes de vaciar nuevas masas de concreto sobre éstas juntas.

Después de limpiar la superficie y lavar las juntas horizontales de construcción serán cubiertas, cuando sea aplicable, con una capa de mortero de 1/2" de grosor aproximadamente. El mortero será el mismo que el que se emplea en la mezcla de concreto, incluyendo arena y aditivos, omitiendo solamente el agregado grueso.

La consistencia del mortero será adecuada para colocar y trabajar según esté especificado. El mortero será distribuido uniformemente, siendo vaciado en forma inmediata encima del mortero fresco. Las superficies de concreto sobre las cuales se deberá vaciar concreto y sobre las cuales deberá adherirse el nuevo concreto y que se conviertan tan rígidas que no se pueda incorporar integralmente al concreto anteriormente vaciado serán consideradas como juntas de construcción.

El acero de refuerzo y malla soldada de alambre que refuerce la estructura será continuado a través de las juntas.

f) Acabado de la Superficie del Concreto

Las superficies expuestas de concreto serán uniformes y libres de vacíos y defectos similares. Los defectos menores serán reparados rellenando con mortero y resanando según indique el supervisor. Los defectos más serios serán picados a la profundidad indicada, rellenos con concreto firme o mortero compactado y luego resanado para formar superficie llana, según lo indique el supervisor. Los defectos excesivos, que en la opinión del supervisor, estén más allá de los límites de la práctica aceptada, serán causales de rechazo de la estructura.

g) Curado

El concreto recién colocado deberá ser protegido de un secado prematuro y de temperaturas excesivamente calientes o frías, además deberá mantenerse con una pérdida mínima de humedad, a una temperatura relativamente constante, durante el período de tiempo necesario para hidratación del cemento y para el endurecimiento debido al concreto. El curado inicial deberá seguir inmediatamente a las operaciones de acabado. El curado se continuará durante 7 días teniéndose especial cuidado durante las primeras 48 horas.

Uno de los materiales o métodos siguientes deberá ser empleado:

- * Empozamiento de agua por medio de "arroceras" o rociado continuo de agua.
- * Material absorbente que se mantenga continuamente húmedo.
- * Arena ú otro tipo de cobertura que se mantenga continuamente húmeda.
- * Compuestos para curado de acuerdo a las especificaciones para membranas líquidas y compuestos para curado de concreto (ASTM-C-309).
- * Curador de concreto Antisol o Similar

Estos materiales serán aplicados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y no deberá vaciar concreto adicional o adherir material de acabados con base de cemento, tampoco en superficies sobre las cuales no deberá usarse este tipo de curado, de acuerdo a las especificaciones de Proyecto.

Inmediatamente después del curado inicial y antes que el concreto se haya secado, se deberá continuar con un curado adicional por uno de los siguientes materiales o métodos:

- * Continuación del método utilizado en el curado inicial.
- * Papel impermeable que cumpla con las "Especificaciones para curado de concreto" (ASTM-C-171).
- * Otros tipos de cobertura que retengan la humedad.

El curado final deberá continuarse hasta que el número acumulado de días u horas no necesariamente consecutivos, durante las cuales la temperatura del aire en contacto con el concreto esté por encima de los 10°C, haya totalizado 7 días. Si se ha empleado concreto que adquiera rápidamente alta resistencia, el curado final deberá continuarse por un total adicional de tres días.

Los encofrados metálicos que puedan calentarse por el sol y todos los encofrados de madera en contacto con concreto durante el período final de curado deberán mantenerse húmedos. Si se requiere remover los encofrados durante el período de curado, deberá emplearse uno de los métodos de curado, o materiales indicados anteriormente, de inmediato. Este tipo de curado deberá continuarse por el resto del período de curado.

Durante el período de curado, el concreto deberá protegerse de disturbios mecánicos, en especial esfuerzos por sobrecargas, impactos fuertes y vibraciones excesivas que puedan dañar el concreto. Todas las superficies terminadas de concreto deberán ser protegidas de cualquier daño causado por el equipo de construcción, materiales o métodos y por agua de lluvia o corrientes de agua. Las estructuras que son autosoportantes no deberán ser cargadas de manera tal que puedan producir esfuerzos excepcionales en el concreto.

g) Tolerancias para la Construcción de Concreto

Las tolerancias para el colocado del concreto deberán cumplir con las tolerancias establecidas en las normas de ACI-341-63 "Práctica recomendada para encofrados de concreto".

- * La variación en las dimensiones de la sección transversal de losas será de $1/4" + 1/2"$
- * Zapatas
 - Las variaciones en dimensiones en planta serán de: $1/2" + 2"$
 - La excentricidad o desplazamiento: 2% del ancho de la zapata en la dirección del desplazamiento, pero no mayor de 2".
 - La reducción en el espesor: 5% del espesor especificado.
- * Variaciones de la vertical en las superficies de columnas y otras estructuras similares:
 - Hasta una altura de 3 m.: $1/4"$

Se instalará y mantendrá los encofrados para el concreto de forma tal, que se encuentre dentro de los límites de tolerancia y para asegurar que el trabajo terminado cumpla con las tolerancias especificadas.

El trabajo de concreto, que exceda los límites especificados en éstas tolerancias, estará sujeto a ser rechazado.

h) Pruebas

Se efectuarán las pruebas necesarias de los materiales y agregados, de los diseños propuestos de mezcla y del concreto resultante, para verificar el cumplimiento con los requisitos técnicos de las especificaciones en la obra.

Las pruebas comprenderán lo siguiente:

- * Pruebas de los materiales propuestos por el contratista para verificar su cumplimiento con las especificaciones.
- * Verificación y pruebas de los diseños de mezcla propuesto por el contratista.
- * Obtención de muestras de materiales en las plantas o en lugares de almacenamiento durante la obra y pruebas para ver su cumplimiento con las especificaciones.
- * Pruebas de resistencia del concreto conforme con los procedimientos siguientes:
 - Obtener muestras de concreto de acuerdo con las especificaciones ASTM-C-172 "Método para el muestreo de concreto fresco".
 - Cada muestra para probar la resistencia del concreto será obtenida de una tanda diferente de concreto sobre la base de un muestreo.
 - Preparar tres testigos sobre la base de la muestra obtenida, de acuerdo con las especificaciones ASTM-C-31 "Método para preparar y curar testigos de concreto para pruebas a la compresión y flexión en el campo" y curarlas bajo las condiciones normales de humedad y temperaturas de acuerdo en el método indicado del ASTM.
 - Probar la consistencia de la mezcla, con medición sistemática del "slump" o asentamiento, según la especificación ASTM C-143.
 - Probar tres testigos a los 28 días, de acuerdo con la especificación ASTM-C-39, "Método para probar cilindros moldeados de concreto, para resistencia a compresión". El resultado de la prueba será el promedio de la resistencia de los tres testigos, a excepción de que si uno ellos en la prueba manifiesta que ha habido fallas en el muestreo, moldeo o pruebas, etc. podrá ser rechazado y promediarse los dos testigos remanentes. Si hubiese más de un testigo que evidencia cualquiera de los defectos indicados, las pruebas total será descartada.
 - La resistencia del concreto en el área representada por las muestras, se considerará estructuralmente satisfactoria si el promedio de la resistencia de tres muestras consecutivas igualan o exceden la

resistencia especificada, y si ningún ensayo de resistencia individual, está por debajo de la resistencia especificada en más de 35 Kg/cm².

- * Los resultados de las pruebas serán entregados al supervisor y al contratista en el mismo día de su realización.

El supervisor determinará además la frecuencia requerida para verificar lo siguiente:

- Control de las operaciones de mezclado de concreto.
- Revisión de los informes de fabricantes de cada remisión de cemento y acero de refuerzo y/o conducir de laboratorio o pruebas aisladas de éstos materiales, conforme sean recibidos.
- Moldear y probar cilindros de reserva a los 07 días conforme sea necesario.

El contratista tendrá a su cargo las siguientes responsabilidades:

- Obtener y entregar al supervisor, sin costo alguno, muestras representativas preliminares de los materiales que se propone emplear y que deberán ser aprobados.
- Presentar al supervisor el diseño de mezcla de concreto que se propone emplear y hacer una solicitud escrita para su aprobación.
- Suministrar la mano de obra necesaria para obtener y manipular las muestras en la obra, o en las fuentes de abastecimiento de materiales.
- Indicar al supervisor con suficiente anticipación las operaciones que va a efectuar para permitir la terminación de pruebas de calidad para la asignación del personal.
- Proveer y mantener el almacenamiento seguro y el curado correcto de los cilindros de prueba de concreto de la obra durante las primeras 24 horas, según las especificaciones ASTM-C-31.
- Suministrar al supervisor copias de los informes de las pruebas de fábrica de todos los envíos de cemento si son solicitados.

Sí en opinión del supervisor, el número de pruebas es inadecuado para evaluar la resistencia de concreto, podrá solicitar un sistema diferente para obtener el número de testigos necesarios para una buena evaluación del concreto.

La resistencia de los testigos tomados de concreto del tipo esfuerzo del trabajo

de cada estructura o áreas será considerada satisfactoria si su promedio es igual o mayor de 90% de la resistencia especificada.

Si las pruebas de testigos no son concluyentes, y/o no se obtiene un resultado definitivo podrán ordenarse pruebas de evaluación de resistencia de acuerdo con el ACI-318-95 Capítulo 20.

10.3.3 Encofrado

Esta sección se refiere al suministro de todos los materiales, herramientas, equipos, mano de obra y dirección técnica para la fabricación, transporte, encofrado y desencofrado para todas las estructuras de la obra indicado en los planos.

El material de encofrado para el concreto expuesto, siendo generalmente de Triplay, deber ser de buena calidad, resistente, nueva o semi nueva de superficie uniforme.

a) Diseño

Los encofrados serán diseñados y contruidos para soportar todos los esfuerzos producidos por las cargas y para permitir todas las operaciones de vaciado y compactación del concreto sin sufrir ninguna deformación, deflexión o daños que puedan afectar la calidad del trabajo de concreto.

El encofrado será construido de tal manera que la superficie cumpla las tolerancias de las Especificaciones ACI 347 "Prácticas Recomendadas para encofrados de Concreto".

El encofrado deberá tener buena rigidez, para asegurar que las secciones y alineamientos del concreto terminado se mantengan dentro de las tolerancias admisibles. Asimismo deberán ser adecuadamente arriostradas contra deflexiones verticales y laterales.

Las juntas deberán ser herméticas, de manera que no ocurra la filtración del mortero por dichas juntas, y se pueda conseguir una superficie normal.

Los encofrados deben ser hechos de manera que los terminales puedan ser removidos sin causar astilladuras en las capas del concreto, después que las

ligaduras hayan sido removidas.

b) Trabajos de Encofrado

Los Encofrados se emplearán en todos los lugares donde las estructuras de concreto lo requieran. El material que se usará en los encofrados será de Triplay.

El acabado que se empleará será del tipo caravista para todas las superficies expuestas. Todas las juntas deberán ser rectas, horizontales o verticales y de buen acabado. Los agujeros que queden después de encofrar serán rellenados con mortero de cemento de la misma calidad que el hormigón empleado.

Se colocarán los encofrados en forma tal que las dimensiones de las estructuras de concreto terminadas correspondan exactamente a las medidas indicadas en los planos.

c) Desencofrado

Los encofrados deberán retirarse cuando la estructura haya desarrollado una resistencia adecuada. Inmediatamente después de quitarse los encofrados, la superficie de concreto deberá ser examinada y cualquier irregularidad de la misma deberá ser reparada.

Los tiempos mínimos para el desencofrado desde la fecha de vaciado, se guían por el elemento constructivo, por las cargas existentes, por los soportes provisionales y por la calidad del concreto, siendo algunos de ellos los siguientes:

- | | |
|--|----------|
| - Columnas | 4 días |
| - Laterales de muros sin reforzar | 24 horas |
| - Encofrados laterales de vigas, muros | 2 días |
| - Fondo de losa, viga y viguetas | 14 días |

La supervisión podrá variar estos tiempos de acuerdo con las condiciones climáticas particulares de la zona.

El concreto vaciado en encofrados caravista, deberá quedar libre de manchas y desigualdades; las irregularidades de superficie no podrán exceder de 10 mm.

10.3.4 Acero de refuerzo

a) Generalidades

Se deberá suministrar, detallar, habilitar é instalar todas las varillas de acero de refuerzo necesarias para completar las estructuras de concreto armado.

Todas las varillas de refuerzo reunirán los requisitos de las especificaciones ASTM 615 para varillas de acero grado 60 y con límite de fluencia de 4,200 kg/cm².

Se deberá contar con certificados de calidad del acero a emplearse en la obra, emitidos por laboratorios especializados, de reconocida reputación.

Las varillas de acero de refuerzo serán habilitadas en taller o en el campo.

Antes de efectuar la colocación de las varillas, la superficie de las varillas y la superficie de cualquier soporte metálico de varilla será limpiada de todos los óxidos y escamas, suciedad, grasa y cualquier otra sustancia ajena.

El óxido grueso en forma de escamas que pueda removerse con escobillado con crudos o cualquier tratamiento equivalente deberá removerse totalmente.

Después de la colocación, las varillas de refuerzo se mantendrán en condiciones de limpieza hasta que estén totalmente empotradas en concreto. Todos los detalles y habilitación serán efectuados de acuerdo a las especificaciones ACI-315 "Manual de Prácticas Normales para detallar estructuras de concreto".

Todos los anclajes y traslapes de las varillas satisfarán los requisitos de la especificación ACI-318 "Requisitos del Código de Especificación para Concreto Armado".

En caso de requerirse soldadura, se utilizarán electrodos de bajo contenido de Hidrógeno del tipo EXX 16 ó EXX 18, debiendo los electrodos estar secos en el momento de su uso y la temperatura de pre-calentamiento y pase no deberá ser inferior a los 93°C. Los trabajos de soldadura deberán cumplir con todas las normas AWS D 1.0 "Code for Welding in Building Construction" y AWS D 12.1 "Recommended Practice for Welding Reinforcing Steel, Metal Insert and Connection in Reinforcing Construction" del American Welding Society.

Antes y después de la colocación, las varillas de refuerzo se mantendrán limpias hasta que estén totalmente empotradas en concreto.

Las varillas de refuerzo serán colocadas con precisión y firmemente aseguradas en su posición de modo que no sean desplazadas durante el vaciado del concreto.

b) Tolerancias

Las tolerancias de fabricación para acero de refuerzo serán los siguientes:

* Las varillas utilizadas para refuerzo de concreto cumplirán los siguientes requisitos para tolerancia de fabricación:

- Longitud de Corte $\pm 1''$
- Estribo, espirales y soportes $\pm 1/2''$
- Dobleces $\pm 1/2''$

* Las varillas serán colocadas teniendo las siguientes tolerancias:

- Cobertura de concreto a la superficie $\pm 1/4''$
- Espaciamiento mínimo entre varilla $\pm 1/4''$
- Miembros de 8" de profundidad o menos $\pm 1/4''$

* Varillas superiores en losas y vigas:

- Miembros de 8" de profundidad o menos $\pm 1/4''$
- Miembros de más de 8" pero inferiores a 24" de profundidad $\pm 1/2''$
- Miembros de más de 24" de profundidad $\pm 1''$

Las varillas pueden moverse según sea necesario, para evitar la interferencia con otras varillas de refuerzo de acero, conductores, o materiales empotrados. Si las varillas se mueven más de un diámetro o lo suficiente para exceder éstas tolerancias, entonces la ubicación final de las varillas estará sujeto a aprobación por el supervisor.

Todos los anclajes y traslapes de las varillas deben satisfacer los requisitos de la especificación ACI-318 "Requisitos del Código de Especificación para Concreto Armado".

La armadura deberá colocarse en su posición correcta, empleando para ello distanciadores, espaciadores, soportes, suspensores metálicos, de forma tal que las varillas no se deformen o desplacen. La armadura colocada se mantendrá limpia hasta que haya cubierto totalmente de concreto. El recubrimiento de concreto se indicará en los planos. El alambre de amarre usado para la armadura deberá ser de acero blando y reconocido, de alta resistencia a la ruptura.

c) Verificación por la supervisión

Antes de empezar con el vaciado de concreto, las armaduras serán inspeccionadas por la supervisión, con el objeto de comprobar si se ha cumplido con las especificaciones de los planos, respecto a la ubicación, dimensiones, número, traslapes, recubrimientos, limpieza, amarre, etc.

Las armaduras que hubieran sido retiradas del concreto, no se deberán utilizar, sin haber obtenido antes la autorización de la supervisión.

Cualquier modificación, frente a las especificaciones de los planos, necesita la debida aprobación de la supervisión.

CAPÍTULO XI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 Respecto al diseño de tuberías forzadas

Como se ha expuesto en esta tesis, durante el desarrollo de proyectos hidroeléctricos se presenta el problema de diseñar tuberías forzadas que conduzcan un determinado caudal de agua desde la cámara de carga para alimentar una turbina o grupo de turbinas.

La elección del diámetro de una tubería forzada no tiene una solución única, puesto que desde el punto de vista hidráulico hay infinidad de diámetros que permiten conducir un determinado caudal, pero lógicamente no todos resultan una solución económica. Por tanto un diseño óptimo nos permitirá obtener una tubería forzada que trabaje eficientemente al menor costo posible.

El costo de la tubería forzada depende directamente de su diámetro y de su espesor. Pero cuanto menor es el diámetro elegido, tanto mayor es la pérdida de carga y las pérdidas de potencia de la central a causa del rozamiento. Por otra parte, la tubería es tanto más económica cuanto más pequeña se construye.

Asimismo, para soportar los aumentos excesivos y disminución de las presiones, las tuberías se diseñan con un espesor adecuado, el cual influye directamente en el costo de la tubería, pues cuanto más delgada, menos costosa resultará la alternativa.

El costo de la tubería forzada depende en forma directamente proporcional a su diámetro y al espesor de sus paredes; e inversamente proporcional a las pérdidas de carga y las pérdidas de potencia de la central a causa del rozamiento.

El golpe de ariete se define como las ondas de presión en tuberías o conducciones relativamente elásticas que conducen líquidos compresibles,

producidas cuando las condiciones de flujo son cambiadas de un estado inicial normal a otra condición diferente; en nuestro análisis, cuando se realiza el cierre o abertura de la válvula de control de flujo.

Las características geométricas de la tubería forzada son determinadas por el perfil de la superficie del terreno, pero si se minimiza el volumen de excavación a lo largo de la tubería y se evita en lo posible cortes del talud del terreno de cimentación del conducto forzado, se obtendrá mejores resultados económicos.

11.2 Respecto al diámetro económico de tuberías forzadas

El dimensionamiento de tuberías forzadas, incluye la determinación de las características geométricas y técnicas del material que se usará en la fabricación del conducto forzado, comprendiendo también los criterios de resistencia y economía para lograr un resultado óptimo para el diseño.

El diámetro interior de la tubería forzada se determina por el criterio del diámetro económico, mientras que el espesor de la plancha de acero a usar en la fabricación de la tubería, debe cumplir con los criterios de resistencia a las variaciones de presión por efecto del golpe de ariete, de corrosión y cavitación.

La evaluación económica comprende el análisis de todas las variables que intervienen en una tubería forzada, tales como: el caudal del flujo, el coeficiente de rozamiento de la tubería, las sobrepresiones por golpe de ariete, el espesor de las paredes, el costo unitario de la tubería, la altura de caída del agua y la energía producida y la energía perdida por rozamiento.

El valor de la presión P en tuberías está relacionado con el peso específico del fluido γ y de la altura de presión, es decir $P = \gamma H$.

El espesor e de las paredes de la tubería se determina con la expresión de Mariotte: $e = \frac{P D}{2 \sigma}$ y depende directamente de la presión interna P , del diámetro interior D y del esfuerzo de tracción admisible del acero σ .

Asimismo se considera un espesor adicional e_0 , para contrarrestar efectos de corrosión, por lo que el espesor final está dado por $e = k_1 \frac{\gamma D H}{2 \sigma} + e_0$.

Costo de la tubería

El costo de la tubería por metro lineal es directamente proporcional a su peso, y éste a su vez a su volumen, que es igual al área de la sección transversal de la tubería por metro lineal, y que viene dado por: $Vol = \pi e (D + e)$.

Para tuberías grandes una buena aproximación, para determinar el volumen por metro lineal de tubería se consigue al utilizar: $Vol = \pi D e$, siendo el peso por metro lineal de tubería igual a: $P_t = \gamma_c \pi D e$. El peso por metro lineal de tubería, será igual a: $P_t = \gamma_c [\pi e (D + e)]$.

El costo de la tubería C_t' por metro lineal incluye el costo de la plancha de acero, costo de fabricación de la tubería, transporte y montaje. Considerándose también la anualidad t por amortización del capital más los intereses.

El costo anual de la tubería por metro lineal es directamente proporcional al cuadrado del diámetro interior de la tubería, es decir: $C_t = \alpha H D^2$.

Análisis de la energía perdida en un año

Para el análisis de las pérdidas de carga anuales por fricción h_f en la tubería se emplea la fórmula de Darcy.

Para determinar el costo anual de la energía perdida debido a las pérdidas de carga por fricción, se analiza su relación con la potencia eléctrica y el costo por Kw-hora. Este valor es directamente proporcional a su longitud e inversamente proporcional a su diámetro elevado a la quinta potencia.

El costo anual de las pérdidas de energía en la Central Hidroeléctrica es igual a: $C_e = M_1 \frac{Q^3 L}{D^5}$.

Diámetro económico

La determinación del diámetro económico en el diseño de tuberías forzadas está directamente relacionado con la velocidad del agua y la pérdida de carga, que ocurren por efecto de la fricción del agua con las paredes de la tubería.

La velocidad del fluido está limitada entre 2 y 8 m/seg. Siendo la pérdida de carga h_f , directamente proporcional al cuadrado de la velocidad v^2 , se tendrán mayores pérdidas de carga para velocidades muy altas.

Para alternativas de diámetros excesivamente grandes, la tubería conduce un mayor caudal, siendo entonces la velocidad menor, lo cual implica menores pérdidas de carga, pero mayores costos por el aumento en el costo de la tubería.

Las pérdidas de energía son directamente proporcionales al cuadrado de la velocidad del flujo, e inversamente proporcional al diámetro, por lo que el valor anual de la energía perdida es menor cuanto mayor es el diámetro de la tubería.

Mediante el criterio del diámetro económico se obtiene un diámetro de tubería que a un menor costo produce un menor valor anual de energía perdida. Para ello se analiza el costo anual de la tubería, por conceptos de interés del capital necesario para su adquisición y amortización anual y el valor anual de la energía perdida. La curva formada por la suma de estas dos variables tiene forma de parábola hacia arriba, cuyo valor mínimo nos indica el diámetro más económico.

Fórmula aproximada del diámetro económico

Para hallar la fórmula aproximada del diámetro económico se emplea la relación del costo anual de la tubería por metro lineal, en el que se considera un valor aproximado en el cálculo del peso de la tubería $P_t = \gamma_c [\pi D e]$.

La fórmula aproximada para el diámetro económico D es la siguiente:

$$D = \sqrt[7]{\frac{5 M_1 Q^3}{2 \alpha H}}$$

Fórmula exacta del diámetro económico

Para hallar la fórmula exacta del diámetro económico se emplea la relación del costo anual de la tubería por metro lineal, calculada con la fórmula exacta del peso de la tubería dada por la relación: $P_t = \gamma_c [\pi e (D + e)]$, en la que se considera el espesor adicional e_0 .

Al determinar la fórmula exacta del diámetro económico se obtiene una relación de grado 7, que tiene la siguiente forma: $2 \beta D^7 + \delta D^6 - 5 M_1 Q^3 = 0$

Al realizarse una comparación de las fórmulas aproximada y exacta para el cálculo del diámetro económico se determinó un error del 2.5%, por lo que el uso de la fórmula aproximada para tuberías de diámetros grandes tiene una buena aproximación.

11.3 Respecto al diseño de tuberías forzadas con cambio de sección

El diámetro económico en el diseño de tuberías forzadas con cambio de sección está directamente relacionado con la velocidad del agua y las pérdidas de carga que ocurren por efecto de la fricción del agua con las paredes de la tubería en todos sus tramos. Siendo la pérdida de carga h_f , directamente proporcional al cuadrado de la velocidad v^2 , se deduce que para velocidades muy altas se producirán mayores pérdidas de carga.

En las tuberías forzadas con cambios de sección los tramos que tengan un menor diámetro producirán una mayor pérdida de carga.

Asimismo debe tomarse en cuenta que los diámetros elegidos deben cumplir con la condición de velocidad del fluido entre 2 a 8 m/seg y se produzcan una pérdida de carga que esté entre 0.5 – 2 m por 100 metros de longitud de tubería.

Para la determinación del diámetro económico se utiliza la sumatoria de las derivadas del costo de la tubería y de la energía perdida en la central, ambos en función del diámetro de la tubería e igualándose a cero.

$$d(C_T) + d(C_e) = 0$$

El costo anual de la tubería para un sistema de longitud total L , con dos tramos de longitudes L_1 y L_2 , se determina por la siguiente expresión:

$$C_T = \alpha (L_1 H_1 D_1^2 + L_2 H_2 D_2^2)$$

El valor de las pérdidas de energía h_f , producto de la fricción del agua con las paredes de la tubería es calculado por la fórmula de Darcy. Al generalizar esta fórmula para un sistema de dos tramos, donde el caudal Q es constante, se tiene:

$$h_f = \frac{8 f}{\pi^2 g} Q^2 \left(\frac{L_1}{D_1^5} + \frac{L_2}{D_2^5} \right)$$

El costo anual de la tubería con dos tramos está dado por la siguiente expresión en función de los diámetros económicos obtenidos:

$$C_T = \alpha L (H_1 D_1^2 + H_2 D_2^2)$$

La pérdida de energía en la central está directamente relacionado con las pérdidas de carga por fricción. Esta pérdida es determinada por la ecuación de

Darcy. Para el sistema de dos tramos, donde el caudal Q es constante está expresada por la siguiente ecuación:

$$h_f = \xi Q^2 L \left(\frac{K_1}{D_1^5} + \frac{K_2}{D_2^5} \right)$$

Para hallar los diámetros económicos de la tubería se emplea las relaciones para el costo anual de la tubería y las pérdidas anuales de energía, con los cuales al ser sumadas y derivadas con respecto al diámetro se obtiene la siguiente relación entre los diámetros económicos y las alturas de presión para la tubería de dos tramos:

$$H_1 D_1^7 = H_2 D_2^7$$

Los diámetros económicos D_1 y D_2 de la alternativa de tubería con dos tramos se relacionan con el diámetro económico D de la tubería forzada de un solo tramo con sección constante, igualando las pérdidas de carga y utilizando la ecuación de la pérdida de carga por fricción (Darcy), obteniéndose la siguiente relación:

$$\frac{L}{D^5} = \frac{L_1}{D_1^5} + \frac{L_2}{D_2^5}$$

Al combinar las dos ecuaciones anteriores se obtiene las formulas para hallar los diámetros económicos:

$$D_1 = \frac{D}{L^{1/5} H_1^{1/7}} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} \right]^{1/5}$$

$$D_2 = \frac{D}{L^{1/5} H_2^{1/7}} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} \right]^{1/5}$$

Caso de tuberías de “N” tramos con diámetros diferentes

De forma análoga al realizado en la determinación de los diámetros económicos para el sistema de tubería con dos tramos, se generaliza las fórmulas para un sistema de “N” tramos, siendo el caudal Q constante.

El costo anual de la tubería para un sistema de “N” tramos, se expresa como:

$$C_T = \alpha L \left(H_1 D_1^2 + H_2 D_2^2 + \dots + H_N D_N^2 \right)$$

Para hallar los diámetros D_1, D_2, \dots, D_N , de la tubería con “N” tramos se igualan las pérdidas de carga, tomando en cuenta que la tubería forzada de un solo tramo

con sección constante tiene un diámetro económico D. Al emplearse la ecuación de la pérdida de carga por fricción (Darcy), se obtiene:

$$\frac{L}{D^5} = \frac{L_1}{D_1^5} + \frac{L_2}{D_2^5} + \dots + \frac{L_N}{D_N^5}$$

La relación entre los diámetros económicos y las alturas de presión para la tubería de “N” tramos es la siguiente:

$$H_1 D_1^7 = H_2 D_2^7 = \dots = H_N D_N^7$$

Se relaciona los diámetros económicos D_1, D_2, \dots y D_N de esta alternativa de tubería con “N” tramos con el diámetro económico D de la tubería forzada de un solo tramo con sección constante, igualando las pérdidas de carga y utilizando la ecuación de la pérdida de carga por fricción (Darcy), obteniéndose la siguiente relación:

$$D_1 = \frac{D}{L^{1/5} H_1^{1/7}} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} + L_3 H_3^{5/7} + \dots + L_N H_N^{5/7} \right]^{1/5}$$

El valor del diámetro D_N es igual a:

$$D_N = \frac{D}{L^{1/5} H_N^{1/7}} \left[L_1 H_1^{5/7} + L_2 H_2^{5/7} + L_3 H_3^{5/7} + \dots + L_N H_N^{5/7} \right]^{1/5}$$

Con los diámetros económicos obtenidos se determinan las presiones por golpe de ariete en la tubería, así como también los espesores de los tramos de la tubería para finalmente determinar el costo final de la tubería.

11.4 Respecto a los resultados obtenidos

Los resultados obtenidos confirman que la alternativa de varios tramos de sección constante, diseñada a partir de la tubería de diámetro constante, tiene un menor costo.

Las tres alternativas mostradas tienen la misma pérdida de carga, lográndose optimizar el diseño de la tubería en basado en las consideraciones de obtener menores pérdidas por energía perdida en la central y un menor costo de tubería, optimizándose los diámetros y espesores de cada tramo para reducir el costo.

La metodología presentada nos permite obtener el número de tramos óptimos y comparar los costos de todas las alternativas posibles para luego elegir la alternativa más económica.

En la primera alternativa planteada se analizó una tubería de diámetro constante, determinándose su diámetro económico, es decir un diámetro que nos permita obtener una tubería más eficiente, basado en tener menores pérdidas de carga y una menor energía perdida en la central.

En la segunda alternativa planteada se analizó una tubería de dos tramos de diámetros diferentes, determinándose sus diámetros económicos que nos permitieron obtener un sistema con menores pérdidas de carga y una menor energía perdida en la central. Aquí se planteó como ubicación del cambio de sección, los anclajes de la tubería, teniéndose trece alternativas con pérdidas de carga similares, que son analizadas para determinar cuál es la que tiene un menor costo.

Si el sistema cuenta con una tubería de gran longitud y una gran caída, entonces es necesario analizar una tubería con varios tramos de diámetros constantes y diferentes, con la finalidad de determinar el número de tramos con sus respectivos diámetros económicos y la ubicación de los cambios de sección.

Inicialmente se asume que se cuenta con un sistema compuesto de N tramos definidos por el número de anclajes. Sobre la base del diámetro económico de la tubería de un sólo tramo con diámetro constante, se determinan los N diámetros económicos de los "N" tramos de la tubería.

Luego de calcular los diámetros económicos, se define el número de tramos definitivos con las que contará la tubería, determinándose los diámetros finales sobre la base de los diámetros prácticos considerados para el diseño.

En el diseño de los anclajes y apoyos se debe tomar en cuenta todos los factores que intervienen sobre estos elementos de concreto armado, para determinar los esfuerzos y chequear su estabilidad, para garantizar una estructura confiable que soporte a la tubería forzada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. PARMAKIAN, John. "Waterhammer and surge tanks", 1963.
2. STREETER, Víctor. "Hydraulic transients", New York, 1967.
3. SCHOKLISTCH, Armin. "Manual de diseño de obras hidráulicas".
4. JAEGER, C. "Fluids Transients", London, 1977.
5. ZOPPETTI, Gaudencio. "Centrales Hidroeléctricas", Barcelona 1979.
6. COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD. "Manual de Diseño de Obras Civiles". Sección E. México 1970.
7. TORRES HERRERA, Francisco. "Obras Hidráulicas", México 1983.
8. NOZAKI, Tsuguo. "Guía para la elaboración de proyectos de centrales hidroeléctricas destinadas a la electrificación rural del Perú". 1985.
9. ARZAPALO C., Víctor, CUYA H., Homero. "Conductos forzados con cambios de sección: Una alternativa de diseño más económica". Ponencia XII Congreso Nacional de Ingeniería Civil. Huánuco. Noviembre 1999.

ANEXOS

Listado 1

**Tubería de un tramo
Cierre lineal de la válvula**

PROGRAMA MC1T1.FOR
TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD = 765.370 m
 DIAMETRO = .900 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
 TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 1.000 seg
 TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
 NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
 COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
 COTA EN LA VALVULA = .000 m
 COTA TUBERIA EN EL INICIO = 252.640 m

VELOCIDAD V0= 2.048 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

	LONGITUD (m)	VELOC. (m/seg)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZ (m)	PRES.EST (m)
1	.00	2.048	1.303	257.38	4.74
2	95.67	2.048	1.303	256.95	35.89
3	191.34	2.048	1.303	256.52	67.04
4	287.01	2.048	1.303	256.09	98.19
5	382.68	2.048	1.303	255.66	129.34
6	478.36	2.048	1.303	255.22	160.48
7	574.03	2.048	1.303	254.79	191.63
8	669.70	2.048	1.303	254.36	222.78
9	765.37	2.048	1.303	253.93	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO	T=	.081 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	1.883	
Q (m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.198	
HP (m)	257.17	256.90	256.47	256.03	255.60	255.17	254.74	254.31	273.82	
HPE (m)	4.53	35.84	66.99	98.13	129.28	160.43	191.58	222.73	273.82	

TIEMPO	T=	.323 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	2.048	2.048	2.047	2.047	2.048	1.885	1.720	1.553	1.387	
Q (m3/seg)	1.303	1.303	1.302	1.302	1.303	1.199	1.094	.988	.882	
HP (m)	257.17	256.68	256.20	255.71	255.44	274.66	294.21	313.89	333.61	
HPE (m)	4.53	35.62	66.72	97.81	129.12	179.92	231.05	282.31	333.61	

TIEMPO	T=	.565 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	2.050	2.049	1.888	1.723	1.557	1.390	1.223	1.058	.891	
Q (m3/seg)	1.304	1.304	1.201	1.096	.990	.884	.778	.673	.567	
HP (m)	257.17	256.68	275.56	294.98	314.54	334.14	353.86	373.82	393.70	
HPE (m)	4.53	35.62	86.08	137.08	188.22	239.40	290.70	342.24	393.70	

TIEMPO	T=	.807 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.407	1.405	1.397	1.230	1.063	.896	.729	.563	.395	
Q (m3/seg)	.895	.894	.889	.783	.677	.570	.464	.358	.251	
HP (m)	257.34	296.51	335.10	354.76	374.46	394.26	414.07	433.80	453.73	
HPE (m)	4.70	75.45	145.62	196.86	248.14	299.52	350.91	402.22	453.73	

TIEMPO	T=	1.050 seg									
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	.424	.423	.421	.417	.414	.403	.395	.387	.379	.371	.363
Q (m3/seg)	.270	.269	.268	.265	.263	.256	.253	.249	.246	.242	.239
HP (m)	257.48	297.15	336.77	376.32	415.64	454.49	494.47	534.43	574.43	614.43	654.43
HPE (m)	4.84	76.09	147.29	218.42	289.32	359.75	431.31	502.85	574.43	645.97	717.51

TIEMPO	T=	1.292 seg									
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	-.566	-.565	-.567	-.569	-.572	-.474	-.314	-.154	.000		
Q (m3/seg)	-.360	-.360	-.360	-.362	-.364	-.302	-.200	-.098	.000		
HP (m)	257.48	297.35	337.39	377.37	417.26	444.88	464.63	484.23	503.04		
HPE (m)	4.84	76.29	147.91	219.47	290.94	350.14	401.47	452.65	503.04		

TIEMPO	T=	1.534 seg									
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	-1.562	-1.560	-1.460	-1.296	-1.132	-.968	-.649	-.325	.000		
Q (m3/seg)	-.994	-.992	-.929	-.824	-.720	-.616	-.413	-.207	.000		
HP (m)	257.30	297.77	325.89	346.08	366.24	386.32	387.58	387.92	388.00		
HPE (m)	4.66	76.71	136.41	188.18	239.92	291.58	324.42	356.34	388.00		

TIEMPO	T=	1.776 seg									
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	-2.026	-2.026	-1.958	-1.639	-1.311	-.983	-.656	-.328	.000		
Q (m3/seg)	-1.289	-1.289	-1.246	-1.043	-.834	-.626	-.418	-.209	.000		
HP (m)	257.39	257.81	266.43	268.08	269.03	269.56	269.83	270.01	270.10		
HPE (m)	4.75	36.75	76.95	110.18	142.71	174.82	206.67	238.43	270.10		

TIEMPO	T=	2.018 seg									
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	-1.722	-1.713	-1.552	-1.387	-1.222	-.989	-.660	-.329	.000		
Q (m3/seg)	-1.096	-1.090	-.987	-.882	-.778	-.629	-.420	-.209	.000		
HP (m)	257.26	219.96	200.64	181.64	162.22	150.94	151.03	151.33	151.45		
HPE (m)	4.62	-1.10	11.16	23.74	35.90	56.20	87.87	119.75	151.45		

TIEMPO	T=	2.261 seg									
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	-.755	-.755	-.752	-.749	-.734	-.570	-.402	-.234	.000		
Q (m3/seg)	-.480	-.480	-.478	-.476	-.467	-.363	-.256	-.149	.000		
HP (m)	257.48	218.38	179.43	140.33	102.60	82.83	63.38	43.50	32.11		
HPE (m)	4.84	-2.68	-10.05	-17.57	-23.72	-11.91	.22	11.92	32.11		

TIEMPO	T=	2.503 seg									
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	.222	.222	.223	.225	.229	.234	.143	-.003	.000		
Q (m3/seg)	.141	.141	.142	.143	.146	.149	.091	-.002	.000		
HP (m)	257.49	217.98	178.60	139.18	99.59	60.48	32.65	14.57	14.13		
HPE (m)	4.85	-3.08	-10.88	-18.72	-26.73	-34.26	-30.51	-17.01	14.13		

TIEMPO	T=	2.745 seg									
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	1.202	1.205	1.206	1.113	.952	.792	.630	.320	.000		
Q (m3/seg)	.765	.766	.767	.708	.605	.504	.401	.204	.000		
HP (m)	257.38	217.53	178.03	149.73	129.70	109.65	90.13	88.37	88.42		
HPE (m)	4.74	-3.53	-11.45	-8.17	3.38	14.91	26.97	56.79	88.42		

TIEMPO	T=	2.987 seg									
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	1.202	1.205	1.206	1.113	.952	.792	.630	.320	.000		
Q (m3/seg)	.765	.766	.767	.708	.605	.504	.401	.204	.000		
HP (m)	257.38	217.53	178.03	149.73	129.70	109.65	90.13	88.37	88.42		
HPE (m)	4.74	-3.53	-11.45	-8.17	3.38	14.91	26.97	56.79	88.42		

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.998	1.930	1.771	1.605	1.296	.973	.649	.324	.000
Q (m3/seg)	1.271	1.228	1.126	1.021	.824	.619	.413	.206	.000
HP (m)	257.18	248.11	227.96	208.00	205.81	205.48	205.09	204.92	204.84
HPE (m)	4.54	27.05	38.48	50.10	79.49	110.74	141.93	173.34	204.84
TIEMPO	T=	3.229	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.005	1.861	1.698	1.534	1.302	.978	.651	.325	.000
Q (m3/seg)	1.276	1.184	1.080	.976	.828	.622	.414	.207	.000
HP (m)	257.18	274.36	293.03	311.77	322.64	322.58	322.33	322.34	322.41
HPE (m)	4.54	53.30	103.55	153.87	196.32	227.84	259.17	290.76	322.41
TIEMPO	T=	3.472	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.082	1.079	1.075	1.054	.891	.725	.559	.326	.000
Q (m3/seg)	.688	.686	.684	.671	.567	.461	.356	.207	.000
HP (m)	257.40	295.81	334.24	370.84	390.43	409.61	428.76	439.86	440.17
HPE (m)	4.76	74.75	144.76	212.94	264.11	314.87	365.60	408.28	440.17
TIEMPO	T=	3.714	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.115	.115	.112	.110	.105	.098	.078	.007	.000
Q (m3/seg)	.073	.073	.072	.070	.067	.063	.050	.004	.000
HP (m)	257.49	296.59	335.57	374.41	413.05	451.83	488.32	496.90	496.90
HPE (m)	4.85	75.53	146.09	216.51	286.73	357.09	425.16	465.32	496.90
TIEMPO	T=	3.956	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.858	-.858	-.859	-.859	-.768	-.612	-.455	-.297	.000
Q (m3/seg)	-.546	-.546	-.547	-.546	-.489	-.389	-.290	-.189	.000
HP (m)	257.43	296.69	336.11	375.21	403.32	423.15	442.85	461.85	463.89
HPE (m)	4.79	75.63	146.63	217.31	277.00	328.41	379.69	430.27	463.89
TIEMPO	T=	4.198	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.832	-1.742	-1.581	-1.421	-1.259	-.957	-.638	-.320	.000
Q (m3/seg)	-1.165	-1.108	-1.005	-.904	-.801	-.609	-.406	-.203	.000
HP (m)	257.40	285.57	306.10	326.19	345.81	348.60	349.25	349.70	349.78
HPE (m)	4.76	64.51	116.62	168.29	219.49	253.86	286.09	318.12	349.78
TIEMPO	T=	4.441	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.987	-1.981	-1.839	-1.608	-1.291	-.967	-.646	-.323	.000
Q (m3/seg)	-1.264	-1.261	-1.170	-1.023	-.821	-.615	-.411	-.206	.000
HP (m)	257.19	258.03	241.86	232.11	232.59	233.30	233.53	233.64	233.65
HPE (m)	4.55	36.97	52.38	74.21	106.27	138.56	170.37	202.06	233.65
TIEMPO	T=	4.683	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.393	-1.394	-1.371	-1.213	-1.047	-.882	-.646	-.325	.000
Q (m3/seg)	-.886	-.887	-.872	-.772	-.666	-.561	-.411	-.207	.000
HP (m)	257.44	219.75	184.30	165.00	146.39	127.43	117.00	116.80	117.13
HPE (m)	4.80	-1.31	-5.18	7.10	20.07	32.69	53.84	85.22	117.13
TIEMPO	T=	4.925	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.445	-.444	-.442	-.436	-.432	-.406	-.244	-.079	.000
Q (m3/seg)	-.283	-.282	-.281	-.278	-.275	-.258	-.155	-.050	.000

HP (m)	257.47	219.02	180.47	142.30	104.01	68.35	48.45	29.90	21.36
HPE (m)	4.83	-2.04	-9.01	-15.60	-22.31	-26.39	-14.71	-1.68	21.36
TIEMPO	T=	5.167	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.517	.517	.517	.521	.521	.438	.287	.135	.000
Q (m3/seg)	.329	.329	.329	.331	.332	.278	.182	.086	.000
HP (m)	257.47	218.67	179.87	140.83	102.47	74.23	54.93	35.43	19.43
HPE (m)	4.83	-2.39	-9.61	-17.07	-23.85	-20.51	-8.23	3.85	19.43
TIEMPO	T=	5.409	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.483	1.479	1.395	1.240	1.084	.922	.629	.314	.000
Q (m3/seg)	.943	.941	.887	.789	.690	.587	.400	.200	.000
HP (m)	257.32	218.46	189.94	169.94	149.89	130.66	127.45	127.15	126.77
HPE (m)	4.68	-2.60	.46	12.04	23.57	35.92	64.29	95.57	126.77
TIEMPO	T=	5.652	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.958	1.957	1.880	1.590	1.272	.957	.639	.320	.000
Q (m3/seg)	1.245	1.245	1.196	1.012	.809	.609	.406	.203	.000
HP (m)	257.20	255.69	246.57	243.36	242.53	241.99	241.81	241.63	241.55
HPE (m)	4.56	34.63	57.09	85.46	116.21	147.25	178.65	210.05	241.55
TIEMPO	T=	5.894	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.702	1.675	1.521	1.357	1.193	.958	.640	.319	.000
Q (m3/seg)	1.083	1.066	.968	.863	.759	.609	.407	.203	.000
HP (m)	257.27	291.41	310.09	328.39	346.74	356.84	357.21	357.02	357.07
HPE (m)	4.63	70.35	120.61	170.49	220.42	262.10	294.05	325.44	357.07
TIEMPO	T=	6.136	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.768	.767	.761	.754	.723	.564	.400	.232	.000
Q (m3/seg)	.489	.488	.484	.480	.460	.359	.254	.148	.000
HP (m)	257.44	295.39	333.07	370.81	405.56	424.91	443.42	462.20	472.01
HPE (m)	4.80	74.33	143.59	212.91	279.24	330.17	380.26	430.62	472.01
TIEMPO	T=	6.378	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.184	-.184	-.184	-.186	-.191	-.195	-.117	.004	.000
Q (m3/seg)	-.117	-.117	-.117	-.119	-.121	-.124	-.075	.003	.000
HP (m)	257.49	296.02	334.41	372.57	410.94	448.35	475.95	492.10	492.89
HPE (m)	4.85	74.96	144.93	214.67	284.62	353.61	412.79	460.52	492.89
TIEMPO	T=	6.620	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.139	-1.141	-1.138	-1.054	-.901	-.748	-.590	-.306	.000
Q (m3/seg)	-.725	-.726	-.724	-.671	-.573	-.476	-.375	-.195	.000
HP (m)	257.46	296.15	334.38	362.85	382.90	402.70	421.54	425.09	425.14
HPE (m)	4.82	75.09	144.90	204.95	256.58	307.96	358.38	393.51	425.14
TIEMPO	T=	6.863	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.926	-1.854	-1.703	-1.540	-1.254	-.942	-.630	-.315	.000
Q (m3/seg)	-1.225	-1.179	-1.083	-.979	-.798	-.600	-.401	-.200	.000
HP (m)	257.21	267.60	287.23	306.79	310.74	311.64	312.42	312.77	312.93
HPE (m)	4.57	46.54	97.75	148.89	184.42	216.90	249.26	281.19	312.93

TIEMPO	T=	7.105	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-1.942	-1.818	-1.659	-1.501	-1.266	-.954	-.634	-.318	.000	
Q (m3/seg)	-1.236	-1.157	-1.055	-.955	-.805	-.607	-.404	-.202	.000	
HP (m)	257.39	242.13	224.89	207.35	198.14	198.06	198.54	198.44	198.46	
HPE (m)	4.75	21.07	35.41	49.45	71.82	103.32	135.38	166.86	198.46	

TIEMPO	T=	7.347	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-1.081	-1.078	-1.074	-1.040	-.884	-.718	-.553	-.316	.000	
Q (m3/seg)	-.688	-.686	-.683	-.662	-.562	-.457	-.352	-.201	.000	
HP (m)	257.40	220.47	183.34	149.57	130.25	112.07	93.73	84.26	83.52	
HPE (m)	4.76	-.59	-6.14	-8.33	3.93	17.33	30.57	52.68	83.52	

TIEMPO	T=	7.589	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.145	-.144	-.141	-.139	-.133	-.124	-.091	-.014	.000	
Q (m3/seg)	-.092	-.092	-.090	-.088	-.084	-.079	-.058	-.009	.000	
HP (m)	257.49	219.46	181.61	143.74	106.51	68.78	35.40	25.58	25.64	
HPE (m)	4.85	-1.60	-7.87	-14.16	-19.81	-25.96	-27.76	-6.00	25.64	

TIEMPO	T=	7.832	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.802	.802	.804	.801	.724	.575	.427	.273	.000	
Q (m3/seg)	.510	.510	.512	.510	.460	.366	.271	.174	.000	
HP (m)	257.44	219.39	180.94	143.21	114.63	94.99	75.35	57.37	53.71	
HPE (m)	4.80	-1.67	-8.54	-14.69	-11.69	.25	12.19	25.79	53.71	

TIEMPO	T=	8.074	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.742	1.668	1.516	1.367	1.207	.928	.619	.311	.000	
Q (m3/seg)	1.108	1.061	.964	.869	.768	.591	.394	.198	.000	
HP (m)	257.26	228.96	208.66	188.83	170.01	165.51	164.76	164.07	164.06	
HPE (m)	4.62	7.90	19.18	30.93	43.69	70.77	101.60	132.49	164.06	

TIEMPO	T=	8.316	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.928	1.918	1.790	1.559	1.255	.940	.629	.315	.000	
Q (m3/seg)	1.226	1.220	1.139	.992	.798	.598	.400	.200	.000	
HP (m)	257.21	256.36	269.59	278.09	277.78	277.26	277.17	277.12	277.14	
HPE (m)	4.57	35.30	80.11	120.19	151.46	182.52	214.01	245.54	277.14	

TIEMPO	T=	8.558	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.384	1.383	1.345	1.191	1.027	.861	.624	.315	.000	
Q (m3/seg)	.881	.880	.856	.758	.653	.548	.397	.200	.000	
HP (m)	257.34	293.37	326.07	344.90	362.82	380.78	390.15	390.70	390.34	
HPE (m)	4.70	72.31	136.59	187.00	236.50	286.04	326.99	359.12	390.34	

TIEMPO	T=	8.800	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.467	.464	.461	.453	.444	.405	.248	.088	.000	
Q (m3/seg)	.297	.295	.293	.288	.283	.258	.158	.056	.000	
HP (m)	257.47	294.91	332.39	369.30	406.14	438.97	458.32	475.81	484.39	
HPE (m)	4.83	73.85	142.91	211.40	279.82	344.23	395.16	444.23	484.39	

TIEMPO	T=	9.043	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	

V (m/seg)	-.473	-.473	-.471	-.474	-.473	-.399	-.259	-.118	.000
Q (m3/seg)	-.301	-.301	-.300	-.302	-.301	-.254	-.164	-.075	.000
HP (m)	257.48	295.37	333.10	371.05	408.03	436.20	455.23	474.01	487.78
HPE (m)	4.84	74.31	143.62	213.15	281.71	341.46	392.07	442.43	487.78

TIEMPO	T=	9.285	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-1.415	-1.407	-1.331	-1.183	-1.033	-.875	-.604	-.302	.000	
Q (m3/seg)	-.900	-.895	-.847	-.753	-.657	-.557	-.384	-.192	.000	
HP (m)	257.34	295.07	323.57	343.67	363.52	382.26	387.14	387.85	388.40	
HPE (m)	4.70	74.01	134.09	185.77	237.20	287.52	323.98	356.27	388.40	

TIEMPO	T=	9.527	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-1.894	-1.893	-1.809	-1.542	-1.235	-.931	-.621	-.311	.000	
Q (m3/seg)	-1.205	-1.204	-1.151	-.981	-.786	-.592	-.395	-.198	.000	
HP (m)	257.40	259.44	269.32	273.91	275.41	276.25	276.71	277.04	277.18	
HPE (m)	4.76	38.38	79.84	116.01	149.09	181.51	213.55	245.46	277.18	

TIEMPO	T=	9.769	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-1.674	-1.640	-1.494	-1.332	-1.170	-.933	-.625	-.311	.000	
Q (m3/seg)	-1.065	-1.043	-.951	-.847	-.744	-.593	-.398	-.198	.000	
HP (m)	257.28	226.12	208.06	190.88	173.55	164.87	164.29	164.62	164.42	
HPE (m)	4.64	5.06	18.58	32.98	47.23	70.13	101.13	133.04	164.42	

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

	LONG. (m)	TIEMPO (seg)	PRES.MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES.MIN. (m)
1	.00	2.422	4.850	!!	.646	4.529
2	95.67	1.534	76.710	!!	2.826	-3.538
3	191.34	1.453	148.292	!!	2.745	-11.446
4	287.01	1.373	219.765	!!	2.664	-19.354
5	382.68	1.292	290.941	!!	2.584	-27.002
6	478.36	1.211	361.751	!!	2.503	-34.262
7	574.03	1.130	431.526	!!	2.422	-39.929
8	669.70	1.211	471.164	!!	2.503	-17.013
9	765.37	1.292	503.039	!!	2.503	14.129

PROGRAMA MCIT1.FOR
TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD	=	765.370 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	2.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
COTA TUBERIA EN EL INICIO	=	252.640 m

VELOCIDAD	V0=	2.048 m/seg
CAUDAL	Q0=	1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

	LONGITUD (m)	VELOC. (m/seg)	CAUDAL (m3/s)	ALT. PIEZ (m)	PRES. EST (m)
1	.00	2.048	1.303	257.38	4.74
2	95.67	2.048	1.303	256.95	35.89
3	191.34	2.048	1.303	256.52	67.04
4	287.01	2.048	1.303	256.09	98.19
5	382.68	2.048	1.303	255.66	129.34
6	478.36	2.048	1.303	255.22	160.48
7	574.03	2.048	1.303	254.79	191.63
8	669.70	2.048	1.303	254.36	222.78
9	765.37	2.048	1.303	253.93	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

	TIEMPO	T=	.081 seg	
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01
V (m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048
Q (m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303
HP (m)	257.17	256.90	256.47	256.03
HPE (m)	4.53	35.84	66.99	98.13
TIEMPO	T=	.323	seg	
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01
V (m/seg)	2.048	2.048	2.047	2.048
Q (m3/seg)	1.303	1.303	1.302	1.303
HP (m)	257.17	256.68	256.20	255.71
HPE (m)	4.53	35.62	66.72	97.81
TIEMPO	T=	.565	seg	
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01
V (m/seg)	2.050	2.049	1.968	1.886
Q (m3/seg)	1.304	1.304	1.252	1.200
HP (m)	257.17	256.68	265.87	275.33
HPE (m)	4.53	35.62	76.39	117.43
TIEMPO	T=	.807	seg	
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01
V (m/seg)	1.729	1.728	1.724	1.640
Q (m3/seg)	1.100	1.099	1.097	1.044
HP (m)	257.26	276.57	295.60	305.18
HPE (m)	4.62	55.51	106.12	147.28
TIEMPO	T=	1.050	seg	
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01
V (m/seg)	1.240	1.239	1.238	1.236
Q (m3/seg)	.789	.788	.787	.786
HP (m)	257.37	276.91	296.44	315.95
HPE (m)	4.73	55.85	106.96	158.05
TIEMPO	T=	1.292	seg	
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01
V (m/seg)	.749	.750	.748	.746
Q (m3/seg)	.477	.477	.476	.475
HP (m)	257.45	277.03	296.81	316.57
HPE (m)	4.81	55.97	107.33	158.67
TIEMPO	T=	1.534	seg	

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.257	.256	.255	.253	.250	.248	.248	.248	.247
Q (m3/seg)	.163	.163	.163	.161	.159	.158	.158	.158	.157
HP (m)	257.48	277.50	297.49	317.27	337.18	357.06	367.57	377.66	387.66
HPE (m)	4.84	56.44	108.01	159.37	210.86	262.32	304.41	346.08	387.66
TIEMPO	T=	1.776	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.242	-.242	-.243	-.166	-.087	-.007	.071	.150	.229
Q (m3/seg)	-.154	-.154	-.154	-.106	-.055	-.005	.045	.095	.146
HP (m)	257.49	277.64	297.78	308.60	318.97	329.25	339.27	349.36	359.38
HPE (m)	4.85	56.58	108.30	150.70	192.65	234.51	276.11	317.78	359.38
TIEMPO	T=	2.018	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.590	-.586	-.505	-.424	-.343	-.262	-.180	-.099	.000
Q (m3/seg)	-.376	-.373	-.321	-.270	-.218	-.166	-.115	-.063	.000
HP (m)	257.46	258.76	269.19	279.60	289.92	300.20	310.40	320.55	328.48
HPE (m)	4.82	37.70	79.71	121.70	163.60	205.46	247.24	288.97	328.48
TIEMPO	T=	2.261	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.607	-.607	-.606	-.604	-.598	-.497	-.332	-.166	.000
Q (m3/seg)	-.386	-.386	-.385	-.384	-.380	-.316	-.211	-.106	.000
HP (m)	257.48	258.06	258.68	259.28	260.41	268.51	268.70	268.78	268.81
HPE (m)	4.84	37.00	69.20	101.38	134.09	173.77	205.54	237.20	268.81
TIEMPO	T=	2.503	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.619	-.618	-.600	-.516	-.430	-.345	-.258	-.167	.000
Q (m3/seg)	-.394	-.393	-.382	-.328	-.274	-.219	-.164	-.106	.000
HP (m)	257.46	257.88	256.15	246.61	236.97	227.36	217.73	208.71	208.71
HPE (m)	4.82	36.82	66.67	88.71	110.65	132.62	154.57	177.13	208.71
TIEMPO	T=	2.745	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.426	-.425	-.358	-.273	-.188	-.103	-.017	-.006	.000
Q (m3/seg)	-.271	-.270	-.228	-.174	-.120	-.066	-.011	-.004	.000
HP (m)	257.49	237.73	225.83	215.99	206.20	196.37	186.62	185.87	185.84
HPE (m)	4.85	16.67	36.35	58.09	79.88	101.63	123.46	154.29	185.84
TIEMPO	T=	2.987	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.070	.070	.071	.072	.000	-.013	-.009	-.004	.000
Q (m3/seg)	.044	.045	.045	.046	.000	-.008	-.006	-.003	.000
HP (m)	257.49	237.47	217.44	197.46	186.60	184.28	184.08	184.01	183.94
HPE (m)	4.85	16.41	27.96	39.56	60.28	89.54	120.92	152.43	183.94
TIEMPO	T=	3.229	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.568	.495	.415	.334	.254	.174	.093	.015	.000
Q (m3/seg)	.362	.315	.264	.213	.162	.111	.059	.009	.000
HP (m)	257.47	246.28	235.83	225.46	215.16	204.90	194.74	184.79	182.72
HPE (m)	4.83	25.22	46.35	67.56	88.84	110.16	131.58	153.21	182.72
TIEMPO	T=	3.472	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.600	.599	.598	.590	.509	.427	.328	.165	.000
Q (m3/seg)	.381	.381	.380	.375	.324	.272	.209	.105	.000

HP	(m)	257.46	256.78	256.06	254.63	244.38	234.18	226.08	225.77	225.74
HPE	(m)	4.82	35.72	66.58	96.73	118.06	139.44	162.92	194.19	225.74
TIEMPO		T=	3.714	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.613	.613	.611	.593	.510	.424	.332	.166	.000
Q	(m3/seg)	.390	.390	.389	.377	.325	.270	.211	.106	.000
HP	(m)	257.46	256.98	256.50	258.06	267.31	276.81	285.55	285.53	285.50
HPE	(m)	4.82	35.92	67.02	100.16	140.99	182.07	222.39	253.95	285.50
TIEMPO		T=	3.956	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.588	.524	.440	.356	.271	.185	.100	.014	.000
Q	(m3/seg)	.374	.333	.280	.226	.172	.118	.063	.009	.000
HP	(m)	257.46	268.87	278.61	288.32	298.06	307.75	317.46	327.09	327.94
HPE	(m)	4.82	47.81	89.13	130.42	171.74	213.01	254.30	295.51	327.94
TIEMPO		T=	4.198	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.101	.101	.100	.095	.028	.015	.010	.005	.000
Q	(m3/seg)	.064	.064	.063	.061	.018	.010	.006	.003	.000
HP	(m)	257.49	277.41	297.28	316.79	328.65	329.78	329.96	330.09	330.10
HPE	(m)	4.85	56.35	107.80	158.89	202.33	235.04	266.80	298.51	330.10
TIEMPO		T=	4.441	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.396	-.396	-.324	-.245	-.165	-.086	-.010	.003	.000
Q	(m3/seg)	-.252	-.252	-.206	-.156	-.105	-.055	-.006	.002	.000
HP	(m)	257.48	277.52	288.87	299.26	309.56	319.74	329.49	331.57	331.63
HPE	(m)	4.84	56.46	99.39	141.36	183.24	225.00	266.33	299.99	331.63
TIEMPO		T=	4.683	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.591	-.590	-.581	-.501	-.419	-.338	-.257	-.160	.000
Q	(m3/seg)	-.376	-.376	-.370	-.318	-.267	-.215	-.164	-.102	.000
HP	(m)	257.48	258.28	260.03	270.33	280.60	290.82	300.95	309.04	309.50
HPE	(m)	4.84	37.22	70.55	112.43	154.28	196.08	237.79	277.46	309.50
TIEMPO		T=	4.925	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.607	-.606	-.605	-.603	-.585	-.495	-.330	-.165	.000
Q	(m3/seg)	-.386	-.386	-.385	-.384	-.372	-.315	-.210	-.105	.000
HP	(m)	257.46	258.04	258.59	259.17	257.79	249.92	250.05	250.15	250.16
HPE	(m)	4.82	36.98	69.11	101.27	131.47	155.18	186.89	218.57	250.16
TIEMPO		T=	5.167	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.617	-.601	-.521	-.437	-.353	-.268	-.182	-.095	.000
Q	(m3/seg)	-.392	-.382	-.331	-.278	-.224	-.170	-.116	-.061	.000
HP	(m)	257.48	255.85	246.80	237.20	227.63	217.99	208.44	198.87	190.43
HPE	(m)	4.84	34.79	57.32	79.30	101.31	123.25	145.28	167.29	190.43
TIEMPO		T=	5.409	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.270	-.269	-.264	-.196	-.112	-.027	-.012	-.006	.000
Q	(m3/seg)	-.172	-.171	-.168	-.125	-.071	-.017	-.008	-.004	.000
HP	(m)	257.48	237.77	218.54	206.83	197.00	187.29	185.95	185.85	185.75
HPE	(m)	4.84	16.71	29.06	48.93	70.68	92.55	122.79	154.27	185.75

TIEMPO		T=	5.652	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.223	.224	.224	.155	.077	.004	-.008	-.004	.000
Q	(m3/seg)	.142	.142	.143	.099	.049	.003	-.005	-.003	.000
HP	(m)	257.49	237.55	217.65	206.15	195.89	186.25	184.19	184.03	184.06
HPE	(m)	4.85	16.49	28.17	48.25	69.57	91.51	121.03	152.45	184.06
TIEMPO		T=	5.894	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.581	.571	.491	.411	.331	.251	.171	.091	.000
Q	(m3/seg)	.369	.363	.313	.261	.211	.160	.109	.058	.000
HP	(m)	257.46	255.35	245.00	234.72	224.45	214.30	204.15	194.18	186.72
HPE	(m)	4.82	34.29	55.52	76.82	98.13	119.56	140.99	162.60	186.72
TIEMPO		T=	6.136	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.599	.599	.598	.596	.583	.487	.328	.164	.000
Q	(m3/seg)	.381	.381	.380	.379	.371	.310	.209	.104	.000
HP	(m)	257.46	256.81	256.17	255.44	253.57	245.37	244.57	244.45	244.42
HPE	(m)	4.82	35.75	66.69	97.54	127.25	150.63	181.41	212.87	244.42
TIEMPO		T=	6.378	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.612	.611	.595	.517	.433	.347	.261	.165	.000
Q	(m3/seg)	.390	.389	.379	.329	.275	.221	.166	.105	.000
HP	(m)	257.46	257.02	258.48	267.25	276.73	286.20	295.65	303.86	303.89
HPE	(m)	4.82	35.96	69.00	109.35	150.41	191.46	232.49	272.28	303.89
TIEMPO		T=	6.620	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.436	.430	.362	.278	.194	.109	.024	.007	.000
Q	(m3/seg)	.278	.274	.230	.177	.123	.070	.015	.005	.000
HP	(m)	257.48	276.28	287.85	297.59	307.24	316.96	326.55	328.00	328.06
HPE	(m)	4.84	55.22	98.37	139.69	180.92	222.22	263.39	296.42	328.06
TIEMPO		T=	6.863	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.053	-.053	-.054	-.056	.004	.014	.009	.005	.000
Q	(m3/seg)	-.034	-.034	-.034	-.035	.003	.009	.006	.003	.000
HP	(m)	257.49	277.32	297.13	316.81	327.60	329.77	330.00	330.04	330.13
HPE	(m)	4.85	56.26	107.65	158.91	201.28	235.03	266.84	298.46	330.13
TIEMPO		T=	7.105	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.547	-.480	-.401	-.322	-.242	-.163	-.085	-.013	.000
Q	(m3/seg)	-.348	-.305	-.255	-.205	-.154	-.104	-.054	-.008	.000
HP	(m)	257.48	269.26	279.71	290.04	300.24	310.42	320.41	329.62	331.47
HPE	(m)	4.84	48.20	90.23	132.14	173.92	215.68	257.25	298.04	331.47
TIEMPO		T=	7.347	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.592	-.591	-.589	-.575	-.495	-.414	-.318	-.162	.000
Q	(m3/seg)	-.376	-.376	-.375	-.366	-.315	-.264	-.202	-.103	.000
HP	(m)	257.46	258.21	259.04	261.21	271.39	281.52	289.76	290.75	290.85
HPE	(m)	4.82	37.15	69.56	103.31	145.07	186.78	226.60	259.17	290.85
TIEMPO		T=	7.589	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37

V (m/seg)	-.606	-.606	-.604	-.588	-.511	-.426	-.328	-.164	.000
Q (m3/seg)	-.385	-.386	-.385	-.374	-.325	-.271	-.209	-.105	.000
HP (m)	257.48	257.99	258.53	257.19	248.77	239.54	231.68	231.71	231.75
HPE (m)	4.84	36.93	69.05	99.29	122.45	144.80	168.52	200.13	231.75

TIEMPO T= 7.832 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.585	-.526	-.444	-.360	-.276	-.191	-.106	-.021	.000
Q (m3/seg)	-.372	-.334	-.282	-.229	-.176	-.122	-.068	-.013	.000
HP (m)	257.46	247.03	237.49	227.97	218.34	208.81	199.18	189.72	188.22
HPE (m)	4.82	25.97	48.01	70.07	92.02	114.07	136.02	158.14	188.22

TIEMPO T= 8.074 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.116	-.115	-.114	-.104	-.036	-.017	-.011	-.005	.000
Q (m3/seg)	-.074	-.073	-.072	-.066	-.023	-.011	-.007	-.003	.000
HP (m)	257.49	237.81	218.24	199.52	188.02	186.14	185.92	185.73	185.78
HPE (m)	4.85	16.75	28.76	41.62	61.70	91.40	122.76	154.15	185.78

TIEMPO T= 8.316 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.376	.375	.311	.233	.155	.077	.008	-.004	.000
Q (m3/seg)	.239	.239	.198	.148	.099	.049	.005	-.002	.000
HP (m)	257.48	237.67	225.71	215.34	205.10	195.11	186.01	184.17	184.04
HPE (m)	4.84	16.61	36.23	57.44	78.78	100.37	122.85	152.59	184.04

TIEMPO T= 8.558 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.582	.581	.566	.487	.407	.327	.247	.153	.000
Q (m3/seg)	.370	.370	.360	.310	.259	.208	.157	.097	.000
HP (m)	257.46	256.49	254.06	243.83	233.69	223.53	213.52	205.30	204.34
HPE (m)	4.82	35.43	64.58	85.93	107.37	128.79	150.36	173.72	204.34

TIEMPO T= 8.800 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.600	.599	.598	.596	.578	.489	.327	.163	.000
Q (m3/seg)	.382	.381	.381	.379	.368	.311	.208	.104	.000
HP (m)	257.46	256.85	256.24	255.63	256.66	263.17	262.99	262.90	262.88
HPE (m)	4.82	35.79	66.76	97.73	130.34	168.43	199.83	231.32	262.88

TIEMPO T= 9.043 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.611	.596	.522	.440	.356	.272	.186	.100	.000
Q (m3/seg)	.389	.379	.332	.280	.226	.173	.118	.063	.000
HP (m)	257.46	258.84	267.15	276.55	285.99	295.52	304.94	314.29	321.95
HPE (m)	4.82	37.78	77.67	118.65	159.67	200.78	241.78	282.71	321.95

TIEMPO T= 9.285 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.283	.281	.271	.202	.118	.034	.014	.006	.000
Q (m3/seg)	.180	.179	.172	.128	.075	.022	.009	.004	.000
HP (m)	257.48	276.90	295.28	306.68	316.40	325.95	327.92	328.11	328.24
HPE (m)	4.84	55.84	105.80	148.78	190.08	231.21	264.76	296.53	328.24

TIEMPO T= 9.527 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.205	-.206	-.206	-.143	-.068	-.001	.009	.004	.000
Q (m3/seg)	-.131	-.131	-.131	-.091	-.043	-.001	.006	.003	.000
HP (m)	257.49	277.24	296.92	308.96	319.13	328.06	329.91	330.10	330.05

HPE (m)	4.85	56.18	107.44	151.06	192.81	233.32	266.75	298.52	330.05
---------	------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

TIEMPO T= 9.769 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.570	-.556	-.477	-.398	-.319	-.240	-.161	-.083	.000
Q (m3/seg)	-.363	-.353	-.304	-.253	-.203	-.152	-.102	-.053	.000
HP (m)	257.47	260.37	270.65	280.87	291.08	301.15	311.21	320.98	327.91
HPE (m)	4.83	39.31	81.17	122.97	164.76	206.41	248.05	289.40	327.91

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

	LONG. (m)	TIEMPO (seg)	PRES.MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES.MIN. (m)
1	.00	9.446	4.850	!!	.646	4.529
2	95.67	1.857	56.612	!!	3.149	16.323
3	191.34	1.776	108.295	!!	3.068	27.887
4	287.01	1.695	159.870	!!	2.987	39.558
5	382.68	1.615	211.111	!!	2.907	59.431
6	478.36	1.534	262.320	!!	2.987	89.541
7	574.03	1.453	313.379	!!	3.068	120.463
8	669.70	1.373	364.274	!!	3.149	151.522
9	765.37	1.292	414.690	!!	3.229	182.719

PROGRAMA MCITL.FOR
TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD	=	765.370 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	3.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
COTA TUBERIA EN EL INICIO	=	252.640 m

VELOCIDAD V0= 2.048 m/seg
CAUDAL Q0= 1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

	LONGITUD (m)	VELOC. (m/seg)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZ (m)	PRES. EST (m)
1	.00	2.048	1.303	257.38	4.74
2	95.67	2.048	1.303	256.95	35.89
3	191.34	2.048	1.303	256.52	67.04
4	287.01	2.048	1.303	256.09	98.19
5	382.68	2.048	1.303	255.66	129.34
6	478.36	2.048	1.303	255.22	160.48
7	574.03	2.048	1.303	254.79	191.63
8	669.70	2.048	1.303	254.36	222.78
9	765.37	2.048	1.303	253.93	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .081 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
-------	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

V (m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	1.993
Q (m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.268
HP (m)	257.17	256.90	256.47	256.03	255.60	255.17	254.74	254.31	260.52
HPE (m)	4.53	35.84	66.99	98.13	129.28	160.43	191.58	222.73	260.52
TIEMPO	T=	.323	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.048	2.048	2.047	2.047	2.048	1.994	1.939	1.883	1.828
Q (m3/seg)	1.303	1.303	1.302	1.302	1.303	1.268	1.233	1.198	1.163
HP (m)	257.17	256.68	256.20	255.71	255.44	261.56	267.78	274.06	280.35
HPE (m)	4.53	35.62	66.72	97.81	129.12	166.82	204.62	242.48	280.35
TIEMPO	T=	.565	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.050	2.049	1.995	1.940	1.884	1.828	1.773	1.718	1.662
Q (m3/seg)	1.304	1.304	1.269	1.234	1.199	1.163	1.128	1.093	1.058
HP (m)	257.17	256.68	262.65	268.79	274.98	281.19	287.44	293.92	300.29
HPE (m)	4.53	35.62	73.17	110.89	148.66	186.45	224.28	262.34	300.29
TIEMPO	T=	.807	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.837	1.836	1.833	1.777	1.721	1.665	1.609	1.554	1.497
Q (m3/seg)	1.168	1.168	1.166	1.130	1.095	1.059	1.024	.989	.952
HP (m)	257.23	269.93	282.46	288.68	294.92	301.21	307.51	313.70	320.10
HPE (m)	4.59	48.87	92.98	130.78	168.60	206.47	244.35	282.12	320.10
TIEMPO	T=	1.050	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.512	1.511	1.509	1.508	1.507	1.502	1.446	1.389	1.332
Q (m3/seg)	.962	.961	.960	.959	.959	.956	.920	.883	.847
HP (m)	257.32	270.17	283.02	295.86	308.53	321.22	327.64	334.07	340.54
HPE (m)	4.68	49.11	93.54	137.96	182.21	226.48	264.48	302.49	340.54
TIEMPO	T=	1.292	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.185	1.186	1.184	1.183	1.180	1.178	1.175	1.171	1.166
Q (m3/seg)	.754	.754	.754	.752	.751	.749	.747	.745	.742
HP (m)	257.38	270.22	283.25	296.28	309.30	322.30	335.29	348.27	361.04
HPE (m)	4.74	49.16	93.77	138.38	182.98	227.56	272.13	316.69	361.04
TIEMPO	T=	1.534	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.859	.859	.858	.855	.853	.850	.899	.950	1.001
Q (m3/seg)	.547	.546	.546	.544	.542	.541	.572	.604	.637
HP (m)	257.43	270.65	283.86	296.85	309.99	323.12	330.02	336.64	343.21
HPE (m)	4.79	49.59	94.38	138.95	183.67	228.38	266.86	305.06	343.21
TIEMPO	T=	1.776	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.528	.527	.527	.577	.629	.682	.732	.784	.836
Q (m3/seg)	.336	.336	.335	.367	.400	.434	.466	.499	.532
HP (m)	257.47	270.80	284.11	291.26	298.10	304.88	311.42	318.06	324.67
HPE (m)	4.83	49.74	94.63	133.36	171.78	210.14	248.26	286.48	324.67
TIEMPO	T=	2.018	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.297	.299	.353	.406	.459	.512	.565	.618	.670
Q (m3/seg)	.189	.190	.224	.258	.292	.326	.360	.393	.426
HP (m)	257.48	258.34	265.25	272.14	278.98	285.79	292.55	299.28	306.10

HPE (m)	4.84	37.28	75.77	114.24	152.66	191.05	229.39	267.70	306.10
TIEMPO	T=	2.261	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.284	.284	.285	.285	.289	.342	.396	.450	.505
Q (m3/seg)	.181	.181	.181	.181	.184	.217	.252	.287	.321
HP (m)	257.48	257.92	258.36	258.80	259.58	266.55	273.29	279.97	286.63
HPE (m)	4.84	36.86	68.88	100.90	133.26	171.81	210.13	248.39	286.63
TIEMPO	T=	2.503	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.274	.274	.273	.274	.276	.277	.279	.284	.339
Q (m3/seg)	.175	.175	.174	.175	.175	.176	.178	.181	.216
HP (m)	257.48	257.83	258.32	258.62	258.91	259.20	259.50	260.16	266.82
HPE (m)	4.84	36.77	68.84	100.72	132.59	164.46	196.34	228.58	266.82
TIEMPO	T=	2.745	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.265	.265	.267	.268	.269	.271	.273	.225	.174
Q (m3/seg)	.169	.169	.170	.171	.171	.172	.174	.143	.111
HP (m)	257.48	257.64	257.99	258.18	258.38	258.58	258.77	264.98	271.60
HPE (m)	4.84	36.58	68.51	100.28	132.06	163.84	195.61	233.40	271.60
TIEMPO	T=	2.987	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.262	.262	.263	.263	.215	.164	.112	.061	.009
Q (m3/seg)	.167	.167	.167	.168	.137	.105	.072	.039	.006
HP (m)	257.48	257.54	257.59	257.64	263.67	270.34	276.93	283.53	290.18
HPE (m)	4.84	36.48	68.11	99.74	137.35	175.60	213.77	251.95	290.18
TIEMPO	T=	3.229	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.262	.213	.160	.107	.054	.001	-.006	-.004	.000
Q (m3/seg)	.167	.135	.102	.068	.034	.000	-.004	-.002	.000
HP (m)	257.48	263.38	269.75	276.19	282.65	289.16	290.10	290.02	290.15
HPE (m)	4.84	42.32	80.27	118.29	156.33	194.42	226.94	258.44	290.15
TIEMPO	T=	3.472	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.048	-.048	-.048	-.007	-.006	-.005	-.002	-.001	.000
Q (m3/seg)	-.030	-.030	-.031	-.005	-.004	-.003	-.001	-.001	.000
HP (m)	257.49	270.34	283.17	289.94	289.76	289.60	289.33	289.26	289.25
HPE (m)	4.85	49.28	93.69	132.04	163.44	194.86	226.17	257.68	289.25
TIEMPO	T=	3.714	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.276	-.267	-.212	-.156	-.102	-.049	.000	.000	.000
Q (m3/seg)	-.176	-.170	-.135	-.100	-.065	-.031	.000	.000	.000
HP (m)	257.49	258.27	264.56	270.71	277.02	283.32	289.11	289.06	289.04
HPE (m)	4.85	37.21	75.08	112.81	150.70	188.58	225.95	257.48	289.04
TIEMPO	T=	3.956	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.266	-.268	-.268	-.269	-.261	-.207	-.154	-.101	.000
Q (m3/seg)	-.169	-.170	-.171	-.171	-.166	-.132	-.098	-.064	.000
HP (m)	257.48	257.11	256.88	256.68	257.63	264.06	270.49	276.91	277.46
HPE (m)	4.84	36.05	67.40	98.78	131.31	169.32	207.33	245.33	277.46
TIEMPO	T=	4.198	seg						

L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	-.263	-.263	-.263	-.264	-.266	-.220	-.168	-.107	.000										
Q	(m3/seg)	-.167	-.167	-.167	-.168	-.169	-.140	-.107	-.068	.000										
HP	(m)	257.49	257.41	257.34	257.24	256.97	251.04	244.55	239.15	239.18										
HPE	(m)	4.85	36.35	67.86	99.34	130.65	156.30	181.39	207.57	239.18										
TIEMPO	T=	4.441	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	-.262	-.262	-.214	-.162	-.109	-.056	-.004	.003	.000										
Q	(m3/seg)	-.167	-.167	-.136	-.103	-.069	-.036	-.002	.002	.000										
HP	(m)	257.48	257.51	251.75	245.38	238.93	232.45	225.91	224.60	224.57										
HPE	(m)	4.84	36.45	62.27	87.48	112.61	137.71	162.75	193.02	224.57										
TIEMPO	T=	4.683	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	-.062	-.061	-.056	-.002	.007	.006	.004	.001	.000										
Q	(m3/seg)	-.039	-.039	-.035	-.001	.004	.004	.003	.001	.000										
HP	(m)	257.49	244.75	232.62	226.19	225.14	225.25	225.39	225.61	225.66										
HPE	(m)	4.85	23.69	43.14	68.29	98.82	130.51	162.23	194.03	225.66										
TIEMPO	T=	4.925	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	.257	.213	.158	.104	.049	.001	.001	.000	.000										
Q	(m3/seg)	.164	.135	.101	.066	.031	.001	.000	.000	.000										
HP	(m)	257.48	249.95	243.66	237.43	231.37	225.79	225.86	225.92	225.93										
HPE	(m)	4.84	28.89	54.18	79.53	105.05	131.05	162.70	194.34	225.93										
TIEMPO	T=	5.167	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	.270	.269	.269	.260	.206	.152	.099	.047	.000										
Q	(m3/seg)	.172	.171	.171	.165	.131	.097	.063	.030	.000										
HP	(m)	257.48	257.92	258.13	257.08	250.69	244.30	237.93	231.59	225.93										
HPE	(m)	4.84	36.86	68.65	99.18	124.37	149.56	174.77	200.01	225.93										
TIEMPO	T=	5.409	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	.263	.263	.264	.266	.267	.268	.212	.106	.000										
Q	(m3/seg)	.167	.167	.168	.169	.170	.170	.135	.068	.000										
HP	(m)	257.48	257.59	257.71	258.00	258.15	258.24	262.72	262.61	262.60										
HPE	(m)	4.84	36.53	68.23	100.10	131.83	163.50	199.56	231.03	262.60										
TIEMPO	T=	5.652	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	.261	.262	.262	.216	.164	.112	.061	.009	.000										
Q	(m3/seg)	.166	.166	.167	.137	.104	.071	.039	.006	.000										
HP	(m)	257.48	257.49	257.50	263.13	269.50	275.99	282.67	289.27	290.52										
HPE	(m)	4.84	36.43	68.02	105.23	143.18	181.25	219.51	257.69	290.52										
TIEMPO	T=	5.894	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	.170	.163	.110	.057	.004	-.006	-.005	-.003	.000										
Q	(m3/seg)	.108	.104	.070	.036	.002	-.004	-.003	-.002	.000										
HP	(m)	257.49	269.35	275.72	282.12	288.57	289.78	289.73	289.63	289.46										
HPE	(m)	4.85	48.29	86.24	124.22	162.25	195.04	226.57	258.05	289.46										
TIEMPO	T=	6.136	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	-.147	-.147	-.104	-.051	-.004	-.002	-.001	-.001	.000										

Q	(m3/seg)	-.093	-.094	-.066	-.033	-.003	-.001	-.001	.000	.000										
HP	(m)	257.49	270.34	277.94	284.16	289.51	289.23	289.11	289.08	289.05										
HPE	(m)	4.85	49.28	88.46	126.26	163.19	194.49	225.95	257.50	289.05										
TIEMPO	T=	6.378	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	-.272	-.272	-.259	-.205	-.151	-.098	-.045	.000	.000										
Q	(m3/seg)	-.173	-.173	-.165	-.130	-.096	-.062	-.029	.000	.000										
HP	(m)	257.48	257.25	258.23	264.57	270.92	277.26	283.53	289.00	288.99										
HPE	(m)	4.84	36.19	68.75	106.67	144.60	182.52	220.37	257.42	288.99										
TIEMPO	T=	6.620	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	-.263	-.264	-.266	-.267	-.267	-.257	-.203	-.105	.000										
Q	(m3/seg)	-.168	-.168	-.169	-.170	-.170	-.163	-.129	-.067	.000										
HP	(m)	257.49	257.33	257.02	256.85	256.77	258.05	264.50	265.45	265.54										
HPE	(m)	4.85	36.27	67.54	98.95	130.45	163.31	201.34	233.87	265.54										
TIEMPO	T=	6.863	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	-.261	-.261	-.262	-.262	-.218	-.168	-.117	-.064	.000										
Q	(m3/seg)	-.166	-.166	-.167	-.167	-.139	-.107	-.074	-.041	.000										
HP	(m)	257.48	257.46	257.42	257.39	251.86	245.32	238.79	232.34	227.21										
HPE	(m)	4.84	36.40	67.94	99.49	125.54	150.58	175.63	200.76	227.21										
TIEMPO	T=	7.105	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	-.262	-.217	-.164	-.112	-.059	-.006	.005	.003	.000										
Q	(m3/seg)	-.166	-.138	-.105	-.071	-.037	-.004	.003	.002	.000										
HP	(m)	257.49	252.11	245.85	239.46	233.05	226.58	225.20	225.15	225.05										
HPE	(m)	4.85	31.05	56.37	81.56	106.73	131.84	162.04	193.57	225.05										
TIEMPO	T=	7.347	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	.037	.038	.039	.006	.005	.004	.002	.001	.000										
Q	(m3/seg)	.024	.024	.025	.004	.003	.003	.001	.001	.000										
HP	(m)	257.49	244.72	232.02	225.31	225.36	225.54	225.78	225.88	225.88										
HPE	(m)	4.85	23.66	42.54	67.41	99.04	130.80	162.62	194.30	225.88										
TIEMPO	T=	7.589	seg																	
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37										
V	(m/seg)	-.272	.261	.206	.151	.097	.045	.000	.000	.000										
Q	(m3/seg)	-.173	.166	.131	.096	.062	.028	.000	.000	.000										
HP	(m)	257.48	256.14	249.87	243.74	237.48	231.26	225.98	226.00	226.04										
HPE	(m)	4.84	35.08	60.39	85.84	111.16	136.52	162.82	194.42											

TIEMPO	T=	8.316	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.261	.261	.218	.166	.113	.061	.009	-.001	.000	
Q (m3/seg)	.166	.166	.138	.106	.072	.039	.005	-.001	.000	
HP (m)	257.48	257.45	262.70	268.96	275.37	281.80	288.32	290.02	290.16	
HPE (m)	4.84	36.39	73.22	111.06	149.05	187.06	225.16	258.44	290.16	

TIEMPO	T=	8.558	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.071	.070	.060	.007	-.005	-.005	-.004	-.001	.000	
Q (m3/seg)	.045	.045	.038	.005	-.003	-.003	-.002	-.001	.000	
HP (m)	257.49	270.09	281.68	288.08	289.53	289.54	289.40	289.20	289.13	
HPE (m)	4.85	49.03	92.20	130.18	163.21	194.80	226.24	257.62	289.13	

TIEMPO	T=	8.800	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.246	-.205	-.152	-.098	-.045	-.001	.000	.000	.000	
Q (m3/seg)	-.157	-.131	-.097	-.062	-.028	.000	.000	.000	.000	
HP (m)	257.49	265.41	271.80	278.01	283.99	289.05	288.99	288.92	288.93	
HPE (m)	4.85	44.35	82.32	120.11	157.67	194.31	225.83	257.34	288.93	

TIEMPO	T=	9.043	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.268	-.268	-.266	-.253	-.200	-.147	-.094	-.043	.000	
Q (m3/seg)	-.171	-.170	-.170	-.161	-.127	-.093	-.060	-.027	.000	
HP (m)	257.49	257.09	257.00	258.49	264.86	271.23	277.57	283.81	288.97	
HPE (m)	4.85	36.03	67.52	100.59	138.54	176.49	214.41	252.23	288.97	

TIEMPO	T=	9.285	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.262	-.262	-.262	-.264	-.266	-.266	-.210	-.106	.000	
Q (m3/seg)	-.167	-.166	-.167	-.168	-.169	-.169	-.134	-.067	.000	
HP (m)	257.48	257.40	257.28	257.03	256.90	256.95	253.39	253.59	253.62	
HPE (m)	4.84	36.34	67.80	99.13	130.58	162.21	190.23	222.01	253.62	

TIEMPO	T=	9.527	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.260	-.261	-.261	-.219	-.168	-.116	-.065	-.013	.000	
Q (m3/seg)	-.166	-.166	-.166	-.139	-.107	-.074	-.042	-.009	.000	
HP (m)	257.49	257.50	257.51	252.38	246.14	239.68	233.07	226.51	224.97	
HPE (m)	4.85	36.44	68.03	94.48	119.82	144.94	169.91	194.93	224.97	

TIEMPO	T=	9.769	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.177	-.168	-.115	-.062	-.009	.005	.004	.003	.000	
Q (m3/seg)	-.113	-.107	-.073	-.039	-.006	.003	.003	.002	.000	
HP (m)	257.49	246.23	239.91	233.56	227.14	225.53	225.44	225.55	225.68	
HPE (m)	4.85	25.17	50.43	75.66	100.82	130.79	162.28	193.97	225.68	

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

	LONG.	TIEMPO	PRES.MAX	!!	TIEMPO	PRES.MIN.
	(m)	(seg)	(m)	!!	(seg)	(m)
1	.00	9.931	4.850	!!	.646	4.529
2	95.67	1.857	49.777	!!	4.844	23.564
3	191.34	1.776	94.634	!!	4.764	42.403

4	287.01	1.695	139.410	!!	4.764	67.219
5	382.68	1.615	183.889	!!	4.683	98.817
6	478.36	1.534	228.380	!!	4.602	130.350
7	574.03	1.453	272.772	!!	4.521	161.819
8	669.70	1.373	317.060	!!	4.441	193.017
9	765.37	1.292	361.044	!!	4.360	224.292

PROGRAMA MC1T1.FOR

TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD	=	765.370 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	4.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
COTA TUBERIA EN EL INICIO	=	252.640 m

VELOCIDAD V0=	2.048 m/seg
CAUDAL Q0=	1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

	LONGITUD	VELOC.	CAUDAL	ALT.PIEZ	PRES. EST
	(m)	(m/seg)	(m3/s)	(m)	(m)
1	.00	2.048	1.303	257.38	4.74
2	95.67	2.048	1.303	256.95	35.89
3	191.34	2.048	1.303	256.52	67.04
4	287.01	2.048	1.303	256.09	98.19
5	382.68	2.048	1.303	255.66	129.34
6	478.36	2.048	1.303	255.22	160.48
7	574.03	2.048	1.303	254.79	191.63
8	669.70	2.048	1.303	254.36	222.78
9	765.37	2.048	1.303	253.93	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO	T=	.081	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.007	
Q (m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.277	
HP (m)	257.17	256.90	256.47	256.03	255.60	255.17	254.74	254.31	258.86	
HPE (m)	4.53	35.84	66.99	98.13	129.28	160.43	191.58	222.73	258.86	

TIEMPO	T=	.323	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	2.048	2.048	2.047	2.047	2.048	2.008	1.966	1.925	1.883	
Q (m3/seg)	1.303	1.303	1.302	1.302	1.303	1.277	1.251	1.224	1.198	
HP (m)	257.17	256.68	256.20	255.71	255.44	259.92	264.48	269.08	273.69	
HPE (m)	4.53	35.62	66.72	97.81	129.12	165.18	201.32	237.50	273.69	

TIEMPO	T=	.565	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	2.050	2.049	2.009	1.967	1.925	1.883	1.841	1.801	1.759	
Q (m3/seg)	1.304	1.304	1.278	1.251	1.225	1.198	1.171	1.146	1.119	
HP (m)	257.17	256.68	261.03	265.52	270.04	274.58	279.14	283.94	288.61	
HPE (m)	4.53	35.62	71.55	107.62	143.72	179.84	215.98	252.36	288.61	

TIEMPO	T=	.807	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.890	1.889	1.887	1.845	1.803	1.761	1.719	1.678	1.635	
Q (m3/seg)	1.203	1.202	1.200	1.174	1.147	1.120	1.093	1.067	1.040	
HP (m)	257.22	266.62	275.89	280.43	284.99	289.59	294.20	298.68	303.38	
HPE (m)	4.58	45.56	86.41	122.53	158.67	194.85	231.04	267.10	303.38	

TIEMPO	T=	1.050	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.647	1.646	1.645	1.644	1.643	1.640	1.597	1.554	1.511	
Q (m3/seg)	1.048	1.047	1.046	1.046	1.045	1.043	1.016	.989	.961	
HP (m)	257.28	266.80	276.31	285.81	295.16	304.57	309.28	314.00	318.76	
HPE (m)	4.64	45.74	86.83	127.91	168.84	209.83	246.12	282.42	318.76	

TIEMPO	T=	1.292	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.403	1.404	1.402	1.400	1.399	1.396	1.394	1.391	1.387	
Q (m3/seg)	.893	.893	.892	.891	.890	.888	.887	.885	.882	
HP (m)	257.34	266.80	276.47	286.13	295.78	305.43	315.07	324.70	334.19	
HPE (m)	4.70	45.74	86.99	128.23	169.46	210.69	251.91	293.12	334.19	

TIEMPO	T=	1.534	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.159	1.159	1.158	1.155	1.153	1.151	1.187	1.225	1.263	
Q (m3/seg)	.737	.737	.737	.735	.734	.732	.755	.779	.803	
HP (m)	257.39	267.21	277.01	286.62	296.37	306.11	311.19	316.07	320.90	
HPE (m)	4.75	46.15	87.53	128.72	170.05	211.37	248.03	284.49	320.90	

TIEMPO	T=	1.776	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.911	.911	.910	.947	.986	1.025	1.062	1.100	1.139	
Q (m3/seg)	.580	.579	.579	.603	.627	.652	.676	.700	.724	
HP (m)	257.43	267.33	277.23	282.52	287.57	292.58	297.37	302.26	307.13	
HPE (m)	4.79	46.27	87.75	124.62	161.25	197.84	234.21	270.68	307.13	

TIEMPO	T=	2.018	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.738	.740	.780	.819	.859	.898	.937	.977	1.015	
Q (m3/seg)	.470	.471	.496	.521	.546	.571	.596	.621	.646	
HP (m)	257.45	258.05	263.17	268.27	273.34	278.38	283.38	288.37	293.45	
HPE (m)	4.81	36.99	73.69	110.37	147.02	183.64	220.22	256.79	293.45	

TIEMPO	T=	2.261	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.728	.728	.728	.729	.731	.770	.810	.850	.891	
Q (m3/seg)	.463	.463	.463	.464	.465	.490	.515	.541	.567	
HP (m)	257.45	257.75	258.05	258.36	258.92	264.12	269.11	274.06	278.99	
HPE (m)	4.81	36.69	68.57	100.46	132.60	169.38	205.95	242.48	278.99	

TIEMPO	T=	2.503	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.720	.720	.719	.720	.720	.721	.722	.726	.767	
Q (m3/seg)	.458	.458	.457	.458	.458	.459	.460	.462	.488	
HP (m)	257.45	257.70	258.09	258.30	258.50	258.69	258.90	259.36	264.30	
HPE (m)	4.81	36.64	68.61	100.40	132.18	163.95	195.74	227.78	264.30	

TIEMPO	T=	2.745	seg							
--------	----	-------	-----	--	--	--	--	--	--	--

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.712	.712	.713	.714	.715	.716	.717	.681	.643
Q (m3/seg)	.453	.453	.454	.454	.455	.455	.456	.433	.409
HP (m)	257.45	257.55	257.84	257.99	258.13	258.27	258.41	263.03	267.96
HPE (m)	4.81	36.49	68.36	100.09	131.81	163.53	195.25	231.45	267.96

TIEMPO	T=	2.987	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.709	.709	.709	.709	.673	.635	.596	.557	.519	
Q (m3/seg)	.451	.451	.451	.451	.428	.404	.379	.355	.330	
HP (m)	257.45	257.49	257.53	257.57	262.06	267.07	271.97	276.90	281.86	
HPE (m)	4.81	36.43	68.05	99.67	135.74	172.33	208.81	245.32	281.86	

TIEMPO	T=	3.229	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.707	.671	.631	.591	.552	.512	.472	.433	.395	
Q (m3/seg)	.450	.427	.401	.376	.351	.326	.301	.275	.251	
HP (m)	257.45	261.84	266.59	271.39	276.21	281.05	285.92	290.83	295.93	
HPE (m)	4.81	40.78	77.11	113.49	149.89	186.31	222.76	259.25	295.93	

TIEMPO	T=	3.472	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.476	.476	.475	.471	.431	.391	.352	.311	.271	
Q (m3/seg)	.303	.303	.302	.300	.274	.249	.224	.198	.172	
HP (m)	257.47	267.03	276.57	285.74	290.58	295.43	300.17	305.11	310.09	
HPE (m)	4.83	45.97	87.09	127.84	164.26	200.69	237.01	273.53	310.09	

TIEMPO	T=	3.714	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.237	.237	.236	.237	.236	.234	.229	.188	.146	
Q (m3/seg)	.151	.151	.150	.151	.150	.149	.146	.119	.093	
HP (m)	257.49	267.13	276.78	286.28	295.95	305.61	314.89	319.85	324.83	
HPE (m)	4.85	46.07	87.30	128.38	169.63	210.87	251.73	288.27	324.83	

TIEMPO	T=	3.956	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.001	-.003	-.004	-.005	-.006	-.007	-.009	-.011	.022	
Q (m3/seg)	-.001	-.002	-.002	-.003	-.004	-.005	-.006	-.007	.014	
HP (m)	257.49	267.12	276.90	286.68	296.45	306.21	315.97	325.72	331.12	
HPE (m)	4.85	46.06	87.42	128.78	170.13	211.47	252.81	294.14	331.12	

TIEMPO	T=	4.198	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.246	-.246	-.247	-.247	-.250	-.215	-.159	-.079	.000	
Q (m3/seg)	-.157	-.157	-.157	-.157	-.159	-.137	-.101	-.050	.000	
HP (m)	257.49	267.40	277.31	287.21	296.91	302.46	305.29	305.35	305.37	
HPE (m)	4.85	46.34	87.83	129.31	170.59	207.72	242.13	273.77	305.37	

TIEMPO	T=	4.441	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.493	-.493	-.458	-.400	-.320	-.239	-.159	-.080	.000	
Q (m3/seg)	-.314	-.314	-.291	-.255	-.204	-.152	-.101	-.051	.000	
HP (m)	257.47	267.47	273.17	276.16	276.38	276.55	276.66	276.57	276.59	
HPE (m)	4.83	46.41	83.69	118.26	150.06	181.81	213.50	244.99	276.59	

TIEMPO	T=	4.683	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.555	-.532	-.486	-.405	-.324	-.243	-.162	-.081	.000	
Q (m3/seg)	-.353	-.339	-.309	-.258	-.206	-.154	-.103	-.052	.000	

HP	(m)	257.48	250.80	246.82	247.02	247.22	247.36	247.49	247.72	247.75
HPE	(m)	4.84	29.74	57.34	89.12	120.90	152.62	184.33	216.14	247.75
TIEMPO		T=	4.925	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.319	-.318	-.318	-.317	-.294	-.247	-.165	-.082	.000
Q	(m3/seg)	-.203	-.203	-.202	-.201	-.187	-.157	-.105	-.052	.000
HP	(m)	257.48	247.91	238.33	228.82	222.16	218.07	218.11	218.16	218.16
HPE	(m)	4.84	26.85	48.85	70.92	95.84	123.33	154.95	186.58	218.16
TIEMPO		T=	5.167	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.079	-.080	-.080	-.079	-.077	-.076	-.073	-.048	.000
Q	(m3/seg)	-.050	-.051	-.051	-.050	-.049	-.048	-.047	-.031	.000
HP	(m)	257.49	247.95	238.25	228.52	218.81	209.09	199.48	192.55	188.41
HPE	(m)	4.85	26.89	48.77	70.62	92.49	114.35	136.32	160.97	188.41
TIEMPO		T=	5.409	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.161	-.161	-.162	-.164	-.165	-.166	-.134	-.078	.000
Q	(m3/seg)	-.103	-.103	-.103	-.104	-.105	-.106	-.085	-.050	.000
HP	(m)	257.49	247.63	237.78	228.12	218.30	208.52	202.89	200.04	199.92
HPE	(m)	4.85	26.57	48.30	70.22	91.98	113.78	139.73	168.46	199.92
TIEMPO		T=	5.652	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.407	.407	.407	.373	.317	.238	.159	.080	.000
Q	(m3/seg)	.259	.259	.259	.238	.201	.151	.101	.051	.000
HP	(m)	257.48	247.54	237.61	231.82	228.80	228.54	228.60	228.54	228.53
HPE	(m)	4.84	26.48	48.13	73.92	102.48	133.80	165.44	196.96	228.53
TIEMPO		T=	5.894	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.586	.563	.483	.402	.322	.241	.160	.079	.000
Q	(m3/seg)	.373	.358	.307	.256	.205	.153	.102	.051	.000
HP	(m)	257.46	258.45	258.09	257.87	257.69	257.53	257.42	257.32	257.15
HPE	(m)	4.82	37.39	68.61	99.97	131.37	162.79	194.26	225.74	257.15
TIEMPO		T=	6.136	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.399	.399	.397	.373	.325	.245	.164	.082	.000
Q	(m3/seg)	.254	.254	.253	.237	.207	.156	.104	.052	.000
HP	(m)	257.48	266.98	276.34	283.00	286.91	286.67	286.57	286.55	286.53
HPE	(m)	4.84	45.92	86.86	125.10	160.59	191.93	223.41	254.97	286.53
TIEMPO		T=	6.378	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.162	-.162	-.162	-.161	-.160	-.156	-.131	-.082	.000
Q	(m3/seg)	-.103	-.103	-.103	-.102	-.101	-.100	-.083	-.052	.000
HP	(m)	257.49	267.10	276.59	286.21	295.86	305.34	312.13	316.15	316.17
HPE	(m)	4.85	46.04	87.11	128.31	169.54	210.60	248.97	284.57	316.17
TIEMPO		T=	6.620	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.077	-.077	-.079	-.080	-.081	-.083	-.084	-.053	.000
Q	(m3/seg)	-.049	-.049	-.050	-.051	-.052	-.053	-.054	-.034	.000
HP	(m)	257.49	267.28	276.91	286.67	296.40	306.14	315.84	321.51	324.22
HPE	(m)	4.85	46.22	87.43	128.77	170.08	211.40	252.68	289.93	324.22

TIEMPO		T=	6.863	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.322	-.321	-.322	-.322	-.289	-.235	-.158	-.079	.000
Q	(m3/seg)	-.205	-.204	-.205	-.205	-.184	-.150	-.100	-.050	.000
HP	(m)	257.49	267.38	277.28	287.14	292.98	295.86	296.14	296.21	296.24
HPE	(m)	4.85	46.32	87.80	129.24	166.66	201.12	232.98	264.63	296.24
TIEMPO		T=	7.105	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.568	-.534	-.478	-.400	-.319	-.239	-.159	-.079	.000
Q	(m3/seg)	-.361	-.340	-.304	-.254	-.203	-.152	-.101	-.050	.000
HP	(m)	257.47	263.43	266.60	267.04	267.26	267.44	267.58	267.66	267.55
HPE	(m)	4.83	42.37	77.12	109.14	140.94	172.70	204.42	236.08	267.55
TIEMPO		T=	7.347	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.479	-.477	-.452	-.405	-.324	-.243	-.163	-.081	.000
Q	(m3/seg)	-.305	-.303	-.288	-.257	-.206	-.154	-.104	-.052	.000
HP	(m)	257.48	248.27	241.77	238.01	238.19	238.35	238.59	238.67	238.68
HPE	(m)	4.84	27.21	52.29	80.11	111.87	143.61	175.43	207.09	238.68
TIEMPO		T=	7.589	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.243	-.243	-.242	-.243	-.239	-.213	-.164	-.082	.000
Q	(m3/seg)	-.155	-.155	-.154	-.154	-.152	-.136	-.104	-.052	.000
HP	(m)	257.49	247.95	238.41	229.01	219.67	213.02	209.12	209.15	209.16
HPE	(m)	4.85	26.89	48.93	71.11	93.35	118.28	145.96	177.57	209.16
TIEMPO		T=	7.832	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.007	-.005	-.005	-.003	-.002	.000	.002	.006	.000
Q	(m3/seg)	-.004	-.003	-.003	-.002	-.001	.000	.001	.004	.000
HP	(m)	257.49	247.94	238.24	228.54	218.85	209.18	199.53	190.11	187.33
HPE	(m)	4.85	26.88	48.76	70.64	92.53	114.44	136.37	158.53	187.33
TIEMPO		T=	8.074	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.236	.236	.237	.237	.240	.209	.155	.078	.000
Q	(m3/seg)	.150	.150	.151	.151	.152	.133	.098	.050	.000
HP	(m)	257.49	247.64	237.80	227.99	218.35	212.49	209.43	209.12	209.09
HPE	(m)	4.85	26.58	48.32	70.09	92.03	117.75	146.27	177.54	209.09
TIEMPO		T=	8.316	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.481	.481	.449	.394	.317	.237	.158	.079	.000
Q	(m3/seg)	.306	.306	.286	.251	.202	.151	.100	.050	.000
HP	(m)	257.47	247.57	241.55	238.32	237.84	237.64	237.52	237.58	237.57
HPE	(m)	4.83	26.51	52.07	80.42	111.52	142.90	174.36	206.00	237.57
TIEMPO		T=	8.558	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.553	.530	.482	.402	.321	.241	.160	.081	.000
Q	(m3/seg)	.352	.337	.307	.256	.204	.153	.102	.051	.000
HP	(m)	257.47	263.54	267.12	266.90	266.71	266.56	266.43	266.22	266.17
HPE	(m)	4.83	42.48	77.64	109.00	140.39	171.82	203.27	234.64	266.17
TIEMPO		T=	8.800	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37

V (m/seg)	.324	.324	.323	.319	.294	.245	.163	.082	.000
Q (m3/seg)	.206	.206	.205	.203	.187	.156	.104	.052	.000
HP (m)	257.48	266.94	276.39	285.55	291.90	295.62	295.58	295.55	295.54
HPE (m)	4.84	45.88	86.91	127.65	165.58	200.88	232.42	263.97	295.54

TIEMPO T= 9.043 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.087	.088	.087	.086	.084	.082	.078	.050	.000
Q (m3/seg)	.055	.056	.055	.055	.054	.052	.049	.032	.000
HP (m)	257.49	266.96	276.57	286.20	295.81	305.40	314.68	321.26	325.06
HPE (m)	4.85	45.90	87.09	128.30	169.49	210.66	251.52	289.68	325.06

TIEMPO T= 9.285 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.152	-.152	-.152	-.154	-.156	-.157	-.127	-.075	.000
Q (m3/seg)	-.097	-.097	-.097	-.098	-.099	-.100	-.081	-.048	.000
HP (m)	257.49	267.29	277.05	286.66	296.38	306.07	311.96	315.04	315.35
HPE (m)	4.85	46.23	87.57	128.76	170.05	211.33	248.80	283.46	315.35

TIEMPO T= 9.527 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.396	-.396	-.396	-.365	-.311	-.235	-.157	-.079	.000
Q (m3/seg)	-.252	-.252	-.252	-.232	-.198	-.149	-.100	-.050	.000
HP (m)	257.48	267.35	277.21	283.29	286.57	287.08	287.10	287.17	287.20
HPE (m)	4.84	46.29	87.73	125.39	160.25	192.34	223.94	255.59	287.20

TIEMPO T= 9.769 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.579	-.556	-.479	-.399	-.319	-.239	-.159	-.079	.000
Q (m3/seg)	-.368	-.353	-.304	-.254	-.203	-.152	-.101	-.050	.000
HP (m)	257.48	257.07	257.72	258.00	258.23	258.42	258.56	258.67	258.83
HPE (m)	4.84	36.01	68.24	100.10	131.91	163.68	195.40	227.09	258.83

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

LONG.	TIEMPO	PRES.MAX	!!	TIEMPO	PRES.MIN.	
	(m)	(seg)		(m)	!!	(seg)
1	.00	3.956		4.850	!!	.646
2	95.67	4.441		46.410	!!	5.732
3	191.34	4.360		87.928	!!	5.652
4	287.01	4.279		129.392	!!	5.571
5	382.68	4.198		170.595	!!	5.490
6	478.36	4.118		211.840	!!	5.409
7	574.03	4.037		253.022	!!	5.329
8	669.70	3.956		294.136	!!	5.248
9	765.37	3.875		334.761	!!	5.248

PROGRAMA MCLT1.FOR
TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD	=	765.370 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCIÓN	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	5.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg

NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS =	8
COTA EN CAMARA DE CARGA =	257.490 m
COTA EN LA VALVULA =	.000 m
COTA TUBERIA EN EL INICIO =	252.640 m

VELOCIDAD V0= 2.048 m/seg
CAUDAL Q0= 1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

LONGITUD	VELOC.	CAUDAL	ALT.PIEZ	PRES. EST
(m)	(m/seg)	(m3/s)	(m)	(m)
1	.00	2.048	1.303	257.38
2	95.67	2.048	1.303	256.95
3	191.34	2.048	1.303	256.52
4	287.01	2.048	1.303	256.09
5	382.68	2.048	1.303	255.66
6	478.36	2.048	1.303	255.22
7	574.03	2.048	1.303	254.79
8	669.70	2.048	1.303	254.36
9	765.37	2.048	1.303	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .081 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.015
Q (m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.282
HP (m)	257.17	256.90	256.47	256.03	255.60	255.17	254.74	254.31	257.86
HPE (m)	4.53	35.84	66.99	98.13	129.28	160.43	191.58	222.73	257.86

TIEMPO T= .323 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.048	2.048	2.047	2.047	2.048	2.016	1.983	1.949	1.916
Q (m3/seg)	1.303	1.303	1.302	1.302	1.303	1.282	1.261	1.240	1.219
HP (m)	257.17	256.68	256.20	255.71	255.44	258.94	262.50	266.09	269.69
HPE (m)	4.53	35.62	66.72	97.81	129.12	164.20	199.34	234.51	269.69

TIEMPO T= .565 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.050	2.049	2.017	1.983	1.950	1.916	1.882	1.850	1.817
Q (m3/seg)	1.304	1.304	1.283	1.262	1.240	1.219	1.197	1.177	1.156
HP (m)	257.17	256.68	260.07	263.56	267.08	270.61	274.17	277.95	281.60
HPE (m)	4.53	35.62	70.59	105.66	140.76	175.87	211.01	246.37	281.60

TIEMPO T= .807 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.922	1.922	1.920	1.886	1.852	1.819	1.785	1.752	1.717
Q (m3/seg)	1.223	1.222	1.221	1.200	1.178	1.157	1.135	1.115	1.093
HP (m)	257.21	264.63	271.95	275.49	279.04	282.62	286.21	289.67	293.34
HPE (m)	4.57	43.57	82.47	117.59	152.72	187.88	223.05	258.09	293.34

TIEMPO T= 1.050 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.728	1.727	1.726	1.725	1.725	1.722	1.687	1.653	1.618
Q (m3/seg)	1.099	1.099	1.098	1.097	1.097	1.095	1.074	1.052	1.030
HP (m)	257.26	264.77	272.28	279.79	287.14	294.58	298.26	301.96	305.68
HPE (m)	4.62	43.71	82.80	121.89	160.82	199.84	235.10	270.38	305.68

TIEMPO T= 1.292 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
-------	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

V (m/seg)	1.533	1.534	1.533	1.531	1.529	1.527	1.525	1.523	1.519
Q (m3/seg)	.975	.976	.975	.974	.973	.972	.970	.969	.966
HP (m)	257.31	264.75	272.39	280.04	287.67	295.31	302.94	310.56	318.06
HPE (m)	4.67	43.69	82.91	122.14	161.35	200.57	239.78	278.98	318.06
TIEMPO	T=	1.534	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.339	1.338	1.338	1.335	1.333	1.331	1.360	1.390	1.420
Q (m3/seg)	.852	.851	.851	.849	.848	.847	.865	.884	.903
HP (m)	257.35	265.13	272.90	280.47	288.19	295.90	299.88	303.70	307.49
HPE (m)	4.71	44.07	83.42	122.57	161.87	201.16	236.72	272.12	307.49
TIEMPO	T=	1.776	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.141	1.140	1.139	1.169	1.200	1.231	1.260	1.290	1.321
Q (m3/seg)	.726	.725	.725	.744	.763	.783	.802	.821	.840
HP (m)	257.39	265.24	273.09	277.25	281.23	285.17	288.89	292.73	296.55
HPE (m)	4.75	44.18	83.61	119.35	154.91	190.43	225.73	261.15	296.55
TIEMPO	T=	2.018	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.002	1.004	1.035	1.067	1.098	1.129	1.160	1.192	1.221
Q (m3/seg)	.638	.638	.658	.678	.698	.718	.738	.758	.777
HP (m)	257.41	257.85	261.88	265.90	269.89	273.86	277.80	281.73	285.76
HPE (m)	4.77	36.79	72.40	108.00	143.57	179.12	214.64	250.15	285.76
TIEMPO	T=	2.261	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.994	.994	.994	.994	.996	1.026	1.058	1.090	1.122
Q (m3/seg)	.632	.632	.632	.632	.633	.653	.673	.694	.714
HP (m)	257.41	257.61	257.81	258.01	258.42	262.55	266.48	270.37	274.24
HPE (m)	4.77	36.55	68.33	100.11	132.10	167.81	203.32	238.79	274.24
TIEMPO	T=	2.503	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.987	.987	.986	.986	.987	.987	.988	.991	1.023
Q (m3/seg)	.628	.628	.627	.627	.628	.628	.629	.630	.651
HP (m)	257.42	257.58	257.89	258.01	258.12	258.24	258.35	258.68	262.57
HPE (m)	4.78	36.52	68.41	100.11	131.80	163.50	195.19	227.10	262.57
TIEMPO	T=	2.745	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.979	.979	.981	.981	.982	.982	.983	.954	.924
Q (m3/seg)	.623	.623	.624	.624	.625	.625	.625	.607	.588
HP (m)	257.42	257.45	257.68	257.75	257.83	257.91	257.99	261.63	265.52
HPE (m)	4.78	36.39	68.20	99.85	131.51	163.17	194.83	230.05	265.52
TIEMPO	T=	2.987	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.977	.976	.976	.976	.947	.918	.887	.856	.825
Q (m3/seg)	.621	.621	.621	.621	.603	.584	.564	.544	.525
HP (m)	257.42	257.41	257.40	257.39	260.93	264.92	268.79	272.69	276.60
HPE (m)	4.78	36.35	67.92	99.49	134.61	170.18	205.63	241.11	276.60
TIEMPO	T=	3.229	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.975	.946	.914	.882	.851	.819	.787	.756	.725
Q (m3/seg)	.620	.602	.582	.561	.541	.521	.501	.481	.461
HP (m)	257.42	260.87	264.62	268.41	272.21	276.03	279.87	283.75	287.82

HPE (m)	4.78	39.81	75.14	110.51	145.89	181.29	216.71	252.17	287.82
TIEMPO	T=	3.472	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.791	.790	.790	.786	.754	.722	.691	.659	.626
Q (m3/seg)	.503	.503	.502	.500	.480	.459	.440	.419	.398
HP (m)	257.44	265.01	272.56	279.83	283.65	287.49	291.21	295.12	299.06
HPE (m)	4.80	43.95	83.08	121.93	157.33	192.75	228.05	263.54	299.06
TIEMPO	T=	3.714	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.600	.600	.600	.600	.599	.597	.593	.560	.527
Q (m3/seg)	.382	.382	.381	.382	.381	.380	.377	.356	.335
HP (m)	257.46	265.11	272.75	280.24	287.91	295.58	302.95	306.89	310.84
HPE (m)	4.82	44.05	83.27	122.34	161.59	200.84	239.79	275.31	310.84
TIEMPO	T=	3.956	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.411	.409	.409	.408	.406	.405	.403	.401	.428
Q (m3/seg)	.262	.260	.260	.260	.258	.258	.256	.255	.272
HP (m)	257.48	265.09	272.85	280.61	288.37	296.12	303.87	311.61	315.90
HPE (m)	4.84	44.03	83.37	122.71	162.05	201.38	240.71	280.03	315.90
TIEMPO	T=	4.198	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.216	.216	.216	.215	.213	.239	.269	.299	.328
Q (m3/seg)	.137	.137	.137	.137	.135	.152	.171	.190	.209
HP (m)	257.49	265.37	273.25	281.12	288.80	293.22	297.28	301.30	305.30
HPE (m)	4.85	44.31	83.77	123.22	162.48	198.48	234.12	269.72	305.30
TIEMPO	T=	4.441	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.019	.019	.047	.078	.108	.139	.170	.199	.229
Q (m3/seg)	.012	.012	.030	.049	.069	.089	.108	.127	.146
HP (m)	257.49	265.44	270.00	274.20	278.35	282.48	286.56	290.45	294.45
HPE (m)	4.85	44.38	80.52	116.30	152.03	187.74	223.40	258.87	294.45
TIEMPO	T=	4.683	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.061	-.061	-.057	-.026	.006	.037	.068	.098	.130
Q (m3/seg)	-.039	-.039	-.036	-.016	.004	.023	.043	.063	.083
HP (m)	257.49	257.96	258.80	262.97	267.13	271.26	275.37	279.58	283.61
HPE (m)	4.85	36.90	69.32	105.07	140.81	176.52	212.21	248.00	283.61
TIEMPO	T=	4.925	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.071	-.071	-.071	-.070	-.071	-.066	-.034	-.002	.031
Q (m3/seg)	-.045	-.045	-.045	-.045	-.045	-.042	-.022	-.001	.020
HP (m)	257.49	257.88	258.26	258.65	259.19	259.94	263.99	268.03	272.03
HPE (m)	4.85	36.82	68.78	100.75	132.87	165.20	200.83	236.45	272.03
TIEMPO	T=	5.167	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.080	-.081	-.081	-.080	-.078	-.077	-.073	-.038	.000
Q (m3/seg)	-.051	-.052	-.051	-.051	-.050	-.049	-.047	-.024	.000
HP (m)	257.49	257.94	258.23	258.50	258.76	259.03	259.01	255.31	252.00
HPE (m)	4.85	36.88	68.75	100.60	132.44	164.29	195.85	223.73	252.00
TIEMPO	T=	5.409	seg						

L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.088	-.088	-.087	-.083	-.049	-.015	-.007	-.004	.000
Q	(m3/seg)	-.056	-.056	-.056	-.053	-.031	-.009	-.005	-.002	.000
HP	(m)	257.49	257.64	257.80	257.85	254.08	250.28	249.80	249.74	249.73
HPE	(m)	4.85	36.58	68.32	99.95	127.76	155.54	186.64	218.16	249.73
TIEMPO	T=	5.652	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.086	-.055	-.022	-.016	-.013	-.010	-.006	-.003	.000
Q	(m3/seg)	-.055	-.035	-.014	-.010	-.008	-.006	-.004	-.002	.000
HP	(m)	257.49	253.34	249.42	248.80	248.61	248.51	248.58	248.55	248.53
HPE	(m)	4.85	32.28	59.94	90.90	122.29	153.77	185.42	216.97	248.53
TIEMPO	T=	5.894	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.056	.053	.021	-.009	-.009	-.007	-.005	-.003	.000
Q	(m3/seg)	.036	.033	.014	-.006	-.006	-.005	-.003	-.002	.000
HP	(m)	257.49	256.52	252.32	248.21	247.78	247.65	247.54	247.45	247.28
HPE	(m)	4.85	35.46	62.84	90.31	121.46	152.91	184.38	215.87	247.28
TIEMPO	T=	6.136	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.068	.068	.067	.067	.062	.031	.000	-.001	.000
Q	(m3/seg)	.043	.043	.043	.042	.039	.020	.000	-.001	.000
HP	(m)	257.49	257.08	256.67	256.22	255.33	251.08	247.08	246.77	246.76
HPE	(m)	4.85	36.02	67.19	98.32	129.01	156.34	183.92	215.19	246.76
TIEMPO	T=	6.378	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.077	.077	.078	.077	.076	.075	.073	.065	.000
Q	(m3/seg)	.049	.049	.050	.049	.048	.048	.046	.041	.000
HP	(m)	257.49	257.15	256.67	256.36	256.06	255.77	255.45	254.94	254.82
HPE	(m)	4.85	36.09	67.19	98.46	129.74	161.03	192.29	223.36	254.82
TIEMPO	T=	6.620	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.087	.086	.084	.084	.080	.047	.012	.004	.000
Q	(m3/seg)	.055	.055	.054	.053	.051	.030	.008	.003	.000
HP	(m)	257.49	257.29	256.94	256.72	256.77	260.41	264.18	264.73	264.78
HPE	(m)	4.85	36.23	67.46	98.82	130.45	165.67	201.02	233.15	264.78
TIEMPO	T=	6.863	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.090	.088	.055	.022	.014	.010	.006	.003	.000
Q	(m3/seg)	.057	.056	.035	.014	.009	.006	.004	.002	.000
HP	(m)	257.49	257.66	261.41	265.30	265.95	265.94	266.00	266.04	266.05
HPE	(m)	4.85	36.60	71.93	107.40	139.63	171.20	202.84	234.46	266.05
TIEMPO	T=	7.105	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.043	-.016	.013	.013	.011	.008	.006	.004	.000
Q	(m3/seg)	-.027	-.010	.008	.008	.007	.005	.004	.002	.000
HP	(m)	257.49	262.25	266.33	266.77	266.93	267.06	267.17	267.23	267.11
HPE	(m)	4.85	41.19	76.85	108.87	140.61	172.32	204.01	235.65	267.11
TIEMPO	T=	7.347	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.064	-.064	-.063	-.058	-.027	.003	.003	.001	.000

Q	(m3/seg)	-.041	-.041	-.040	-.037	-.017	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	257.49	257.93	258.41	259.41	263.55	267.50	268.00	268.07	268.08
HPE	(m)	4.85	36.87	68.93	101.51	137.23	172.76	204.84	236.49	268.08
TIEMPO	T=	7.589	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.074	-.074	-.074	-.074	-.073	-.072	-.065	-.033	.000
Q	(m3/seg)	-.047	-.047	-.047	-.047	-.047	-.046	-.042	-.021	.000
HP	(m)	257.49	257.86	258.23	258.72	259.07	259.43	260.33	264.35	267.89
HPE	(m)	4.85	36.80	68.75	100.82	132.75	164.69	197.17	232.77	267.89
TIEMPO	T=	7.832	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.084	-.083	-.082	-.081	-.080	-.077	-.044	-.009	.000
Q	(m3/seg)	-.054	-.053	-.052	-.052	-.051	-.049	-.028	-.006	.000
HP	(m)	257.49	257.89	258.15	258.39	258.64	258.62	255.10	251.36	250.81
HPE	(m)	4.85	36.83	68.67	100.49	132.32	163.88	191.94	219.78	250.81
TIEMPO	T=	8.074	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.089	-.089	-.086	-.054	-.019	-.011	-.007	-.003	.000
Q	(m3/seg)	-.057	-.057	-.055	-.035	-.012	-.007	-.004	-.002	.000
HP	(m)	257.49	257.62	257.48	253.88	250.21	249.52	249.41	249.37	249.36
HPE	(m)	4.85	36.56	68.00	95.98	123.89	154.78	186.25	217.79	249.36
TIEMPO	T=	8.316	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.025	-.023	-.017	-.014	-.012	-.009	-.007	-.003	.000
Q	(m3/seg)	-.016	-.014	-.011	-.009	-.008	-.006	-.004	-.002	.000
HP	(m)	257.49	249.82	248.74	248.50	248.35	248.22	248.14	248.23	248.22
HPE	(m)	4.85	28.76	59.26	90.60	122.03	153.48	184.98	216.65	248.22
TIEMPO	T=	8.558	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.060	.060	.054	.023	-.006	-.007	-.005	-.002	.000
Q	(m3/seg)	.038	.038	.034	.014	-.004	-.004	-.003	-.001	.000
HP	(m)	257.49	256.97	255.86	251.71	247.83	247.44	247.33	247.12	247.08
HPE	(m)	4.85	35.91	66.38	93.81	121.51	152.70	184.17	215.54	247.08
TIEMPO	T=	8.800	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.071	.071	.070	.070	.070	.063	.031	.001	.000
Q	(m3/seg)	.045	.045	.045	.044	.044	.040	.020	.001	.000
HP	(m)	257.49	257.10	256.70	256.31	255.73	254.70	250.66	246.92	246.65
HPE	(m)	4.85	36.04	67.22	98.41	129.41	159.96	187.50	215.34	246.65
TIEMPO	T=	9.043	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.080	.081	.080	.079	.078	.077	.073	.040	.000
Q	(m3/seg)	.051	.051	.051	.050	.050	.049	.047	.026	.000
HP	(m)	257.49	257.04	256.73	256.46	256.18	255.91	255.89	259.24	262.27
HPE	(m)	4.85	35.98	67.25	98.56	129.86	161.17	192.73	227.66	262.27
TIEMPO	T=	9.285	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.088	.088	.087	.083	.051	.017	.008	.004	.000
Q	(m3/seg)	.056	.056	.055	.053	.033	.011	.005	.002	.000
HP	(m)	257.49	257.33	257.14	257.07	260.54	264.31	265.05	265.15	265.17
HPE	(m)	4.85	36.27	67.66	99.17	134.22	169.57	201.89	233.57	265.17

TIEMPO	T=	9.527	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.087	.058	.025	.016	.013	.010	.006	.003	.000	
Q (m3/seg)	.055	.037	.016	.010	.008	.007	.004	.002	.000	
HP (m)	257.49	261.31	265.20	266.08	266.30	266.40	266.34	266.37	266.38	
HPE (m)	4.85	40.25	75.72	108.18	139.98	171.66	203.18	234.79	266.38	

TIEMPO	T=	9.769	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.055	-.049	-.018	.010	.010	.008	.006	.003	.000	
Q (m3/seg)	-.035	-.031	-.012	.006	.006	.005	.004	.002	.000	
HP (m)	257.49	258.77	262.95	266.75	267.16	267.30	267.40	267.48	267.63	
HPE (m)	4.85	37.71	73.47	108.85	140.84	172.56	204.24	235.90	267.63	

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

	LONG.	TIEMPO	PRES.MAX	!!	TIEMPO	PRES.MIN.
	(m)	(seg)	(m)	!!	(seg)	(m)
1	.00	5.732	4.850	!!	.646	4.529
2	95.67	4.441	44.380	!!	5.732	28.545
3	191.34	4.360	83.864	!!	5.813	59.166
4	287.01	4.279	123.300	!!	5.813	90.291
5	382.68	4.198	162.483	!!	5.894	121.462
6	478.36	4.118	201.718	!!	5.975	152.678
7	574.03	4.037	240.900	!!	6.055	183.807
8	669.70	3.956	280.028	!!	6.136	215.194
9	765.37	3.875	318.771	!!	6.217	246.651

PROGRAMA MCITI.FOR

TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD	=	765.370 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	6.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
COTA TUBERIA EN EL INICIO	=	252.640 m

VELOCIDAD V0= 2.048 m/seg
CAUDAL Q0= 1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

	LONGITUD	VELOC.	CAUDAL	ALT.PIEZ	PRES. EST
	(m)	(m/seg)	(m3/s)	(m)	(m)
1	.00	2.048	1.303	257.38	4.74
2	95.67	2.048	1.303	256.95	35.89
3	191.34	2.048	1.303	256.52	67.04
4	287.01	2.048	1.303	256.09	98.19
5	382.68	2.048	1.303	255.66	129.34
6	478.36	2.048	1.303	255.22	160.48
7	574.03	2.048	1.303	254.79	191.63

8	669.70	2.048	1.303	254.36	222.78
9	765.37	2.048	1.303	253.93	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO	T=	.081	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.021	
Q (m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.285	
HP (m)	257.17	256.90	256.47	256.03	255.60	255.17	254.74	254.31	257.20	
HPE (m)	4.53	35.84	66.99	98.13	129.28	160.43	191.58	222.73	257.20	

TIEMPO	T=	.323	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	2.048	2.048	2.047	2.047	2.048	2.021	1.993	1.966	1.938	
Q (m3/seg)	1.303	1.303	1.302	1.302	1.303	1.286	1.268	1.251	1.233	
HP (m)	257.17	256.68	256.20	255.71	255.44	258.28	261.18	264.10	267.03	
HPE (m)	4.53	35.62	66.72	97.81	129.12	163.54	198.02	232.52	267.03	

TIEMPO	T=	.565	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	2.050	2.049	2.022	1.994	1.966	1.938	1.910	1.883	1.855	
Q (m3/seg)	1.304	1.304	1.286	1.269	1.251	1.233	1.215	1.198	1.180	
HP (m)	257.17	256.68	259.42	262.25	265.10	267.96	270.85	273.95	276.92	
HPE (m)	4.53	35.62	69.94	104.35	138.78	173.22	207.69	242.37	276.92	

TIEMPO	T=	.807	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.944	1.943	1.941	1.913	1.885	1.857	1.829	1.802	1.773	
Q (m3/seg)	1.237	1.236	1.235	1.217	1.199	1.181	1.163	1.146	1.128	
HP (m)	257.20	263.31	269.32	272.19	275.07	277.97	280.88	283.66	286.65	
HPE (m)	4.56	42.25	79.84	114.29	148.75	183.23	217.72	252.08	286.65	

TIEMPO	T=	1.050	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.782	1.781	1.781	1.779	1.779	1.777	1.748	1.719	1.690	
Q (m3/seg)	1.134	1.133	1.133	1.132	1.132	1.130	1.112	1.094	1.075	
HP (m)	257.25	263.43	269.60	275.78	281.79	287.92	290.92	293.93	296.96	
HPE (m)	4.61	42.37	80.12	117.88	155.47	193.18	227.76	262.35	296.96	

TIEMPO	T=	1.292	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.620	1.621	1.620	1.618	1.616	1.615	1.613	1.610	1.607	
Q (m3/seg)	1.031	1.031	1.030	1.029	1.028	1.027	1.026	1.024	1.022	
HP (m)	257.29	263.38	269.68	275.97	282.27	288.56	294.84	301.12	307.31	
HPE (m)	4.65	42.32	80.20	118.07	155.95	193.82	231.68	269.54	307.31	

TIEMPO	T=	1.534	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.459	1.458	1.457	1.455	1.453	1.451	1.475	1.500	1.525	
Q (m3/seg)	.928	.928	.927	.925	.924	.923	.938	.954	.970	
HP (m)	257.33	263.75	270.16	276.37	282.73	289.08	292.33	295.45	298.54	
HPE (m)	4.69	42.69	80.68	118.47	156.41	194.34	229.17	263.87	298.54	

TIEMPO	T=	1.776	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.293	1.293	1.292	1.317	1.342	1.368	1.392	1.417	1.442	
Q (m3/seg)	.823	.823	.822	.838	.854	.870	.885	.901	.917	
HP (m)	257.36	263.84	270.32	273.73	276.99	280.21	283.22	286.36	289.48	

HPE	(m)	4.72	42.78	80.84	115.83	150.67	185.47	220.06	254.78	289.48
TIEMPO	T=	2.018	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.178	1.179	1.205	1.231	1.257	1.283	1.309	1.335	1.359
Q	(m3/seg)	.749	.750	.767	.783	.800	.816	.833	.849	.865
HP	(m)	257.38	257.70	261.00	264.29	267.56	270.82	274.05	277.26	280.60
HPE	(m)	4.74	36.64	71.52	106.39	141.24	176.08	210.89	245.68	280.60
TIEMPO	T=	2.261	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.171	1.171	1.171	1.171	1.172	1.197	1.224	1.250	1.277
Q	(m3/seg)	.745	.745	.745	.745	.746	.762	.778	.795	.812
HP	(m)	257.39	257.51	257.63	257.75	258.04	261.46	264.67	267.85	271.02
HPE	(m)	4.75	36.45	68.15	99.85	131.72	166.72	201.51	236.27	271.02
TIEMPO	T=	2.503	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.165	1.165	1.163	1.164	1.164	1.165	1.167	1.194	
Q	(m3/seg)	.741	.741	.740	.740	.740	.741	.741	.742	.759
HP	(m)	257.39	257.48	257.72	257.78	257.82	257.87	257.92	258.13	261.32
HPE	(m)	4.75	36.42	68.24	99.88	131.50	163.13	194.76	226.55	261.32
TIEMPO	T=	2.745	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.158	1.158	1.159	1.159	1.160	1.160	1.161	1.137	1.111
Q	(m3/seg)	.736	.736	.737	.738	.738	.738	.723	.707	
HP	(m)	257.39	257.37	257.53	257.55	257.57	257.59	257.61	260.60	263.78
HPE	(m)	4.75	36.31	68.05	99.65	131.25	162.85	194.45	229.02	263.78
TIEMPO	T=	2.987	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.155	1.155	1.155	1.155	1.131	1.106	1.080	1.054	1.028
Q	(m3/seg)	.735	.735	.735	.735	.719	.704	.687	.671	.654
HP	(m)	257.39	257.33	257.28	257.22	260.11	263.41	266.59	269.78	272.99
HPE	(m)	4.75	36.27	67.80	99.32	133.79	168.67	203.43	238.20	272.99
TIEMPO	T=	3.229	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.154	1.129	1.103	1.077	1.050	1.024	.997	.971	.946
Q	(m3/seg)	.734	.718	.702	.685	.668	.651	.634	.618	.602
HP	(m)	257.39	260.21	263.28	266.38	269.49	272.62	275.76	278.94	282.31
HPE	(m)	4.75	39.15	73.80	108.48	143.17	177.88	212.60	247.36	282.31
TIEMPO	T=	3.472	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.001	1.000	.999	.997	.970	.943	.917	.890	.863
Q	(m3/seg)	.636	.636	.636	.634	.617	.600	.584	.566	.549
HP	(m)	257.41	263.65	269.87	275.86	278.99	282.14	285.16	288.37	291.62
HPE	(m)	4.77	42.59	80.39	117.96	152.67	187.40	222.00	256.79	291.62
TIEMPO	T=	3.714	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.842	.842	.842	.842	.841	.839	.835	.808	.780
Q	(m3/seg)	.536	.536	.535	.536	.535	.534	.531	.514	.496
HP	(m)	257.44	263.74	270.04	276.19	282.52	288.85	294.94	298.18	301.44
HPE	(m)	4.80	42.68	80.56	118.29	156.20	194.11	231.78	266.60	301.44
TIEMPO	T=	3.956	seg							

L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.686	.684	.683	.682	.681	.680	.678	.676	.698
Q	(m3/seg)	.436	.435	.435	.434	.433	.432	.431	.430	.444
HP	(m)	257.45	263.71	270.13	276.53	282.94	289.34	295.74	302.14	305.67
HPE	(m)	4.81	42.65	80.65	118.63	156.62	194.60	232.58	270.56	305.67
TIEMPO	T=	4.198	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.524	.524	.523	.522	.520	.542	.566	.591	.615
Q	(m3/seg)	.333	.333	.333	.332	.331	.345	.360	.376	.391
HP	(m)	257.47	263.99	270.51	277.02	283.34	286.99	290.34	293.66	296.96
HPE	(m)	4.83	42.93	81.03	119.12	157.02	192.25	227.18	262.08	296.96
TIEMPO	T=	4.441	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.360	.360	.383	.408	.434	.459	.484	.508	.532
Q	(m3/seg)	.229	.229	.244	.260	.276	.292	.308	.323	.339
HP	(m)	257.48	264.06	267.84	271.32	274.76	278.18	281.56	284.75	288.06
HPE	(m)	4.84	43.00	78.36	113.42	148.44	183.44	218.40	253.17	288.06
TIEMPO	T=	4.683	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.294	.294	.296	.322	.348	.374	.399	.424	.450
Q	(m3/seg)	.187	.187	.189	.205	.221	.238	.254	.270	.286
HP	(m)	257.48	257.90	258.60	262.07	265.52	268.94	272.35	275.87	279.21
HPE	(m)	4.84	36.84	69.12	104.17	139.20	174.20	209.19	244.29	279.21
TIEMPO	T=	4.925	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.284	.284	.284	.284	.284	.287	.314	.340	.367
Q	(m3/seg)	.181	.181	.181	.181	.181	.183	.200	.217	.233
HP	(m)	257.48	257.83	258.18	258.52	259.02	259.66	263.03	266.37	269.69
HPE	(m)	4.84	36.77	68.70	100.62	132.70	164.92	199.87	234.79	269.69
TIEMPO	T=	5.167	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.276	.275	.275	.276	.277	.278	.279	.280	.284
Q	(m3/seg)	.176	.175	.175	.175	.176	.177	.177	.178	.181
HP	(m)	257.48	257.92	258.18	258.43	258.68	258.93	259.17	259.44	260.02
HPE	(m)	4.84	36.86	68.70	100.53	132.36	164.19	196.01	227.86	260.02
TIEMPO	T=	5.409	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.268	.268	.268	.270	.271	.272	.250	.226	.202
Q	(m3/seg)	.170	.170	.171	.172	.172	.173	.159	.144	.128
HP	(m)	257.48	257.64	257.80	258.14	258.33	258.53	261.46	264.74	268.05
HPE	(m)	4.84	36.58	68.32	100.24	132.01	163.79	198.30	233.16	268.05
TIEMPO	T=	5.652	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.265	.265	.265	.243	.218	.192	.169	.144	.119
Q	(m3/seg)	.168	.168	.169	.154	.138	.122	.107	.091	.076
HP	(m)	257.48	257.58	257.68	260.50	263.67	266.91	270.33	273.63	276.95
HPE	(m)	4.84	36.52	68.20	102.60	137.35	172.17	207.17	242.05	276.95
TIEMPO	T=	5.894	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.218	.215	.189	.163	.138	.112	.086	.061	.036

Q (m3/seg)	.139	.137	.120	.104	.088	.071	.055	.039	.023
HP (m)	257.49	263.31	266.47	269.66	272.86	276.08	279.32	282.57	285.73
HPE (m)	4.85	42.25	76.99	111.76	146.54	181.34	216.16	250.99	285.73
TIEMPO	T=	6.136	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.063	.063	.062	.062	.058	.033	.007	-.001	.000
Q (m3/seg)	.040	.040	.040	.039	.037	.021	.004	-.001	.000
HP (m)	257.49	263.78	270.06	276.32	282.21	285.30	288.56	289.59	289.58
HPE (m)	4.85	42.72	80.58	118.42	155.89	190.56	225.40	258.01	289.58
TIEMPO	T=	6.378	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.094	-.094	-.093	-.094	-.076	-.050	-.023	-.001	.000
Q (m3/seg)	-.060	-.060	-.059	-.060	-.048	-.032	-.015	.000	.000
HP (m)	257.49	263.84	270.05	276.42	280.55	283.61	286.63	289.27	289.27
HPE (m)	4.85	42.78	80.57	118.52	154.23	188.87	223.47	257.69	289.27
TIEMPO	T=	6.620	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.251	-.232	-.206	-.179	-.153	-.126	-.100	-.051	.000
Q (m3/seg)	-.159	-.148	-.131	-.114	-.097	-.080	-.063	-.033	.000
HP (m)	257.49	261.71	264.72	267.83	270.95	274.06	277.17	277.67	277.67
HPE (m)	4.85	40.65	75.24	109.93	144.63	179.32	214.01	246.04	277.67
TIEMPO	T=	6.863	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.265	-.265	-.265	-.256	-.208	-.157	-.104	-.052	.000
Q (m3/seg)	-.169	-.169	-.169	-.163	-.132	-.100	-.066	-.033	.000
HP (m)	257.49	257.38	257.29	258.27	258.82	258.80	258.86	258.89	258.90
HPE (m)	4.85	36.32	67.81	100.37	132.50	164.06	195.70	227.31	258.90
TIEMPO	T=	7.105	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.263	-.241	-.216	-.191	-.165	-.139	-.105	-.052	.000
Q (m3/seg)	-.167	-.153	-.137	-.121	-.105	-.089	-.067	-.033	.000
HP (m)	257.49	254.80	251.69	248.52	245.33	242.14	240.02	240.07	239.95
HPE (m)	4.84	33.74	62.21	90.62	119.01	147.40	176.86	208.49	239.95
TIEMPO	T=	7.347	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.116	-.116	-.116	-.111	-.085	-.059	-.034	-.008	.000
Q (m3/seg)	-.074	-.074	-.074	-.071	-.054	-.038	-.022	-.005	.000
HP (m)	257.49	251.24	245.02	239.23	236.04	232.82	229.72	226.44	225.37
HPE (m)	4.85	30.18	55.54	81.33	109.72	138.08	166.56	194.86	225.37
TIEMPO	T=	7.589	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.040	.040	.040	.039	.040	.024	.002	.001	.000
Q (m3/seg)	.025	.025	.026	.025	.026	.015	.001	.000	.000
HP (m)	257.49	251.17	244.86	238.67	232.33	228.22	225.63	225.66	225.66
HPE (m)	4.85	30.11	55.38	80.77	106.01	133.48	162.47	194.08	225.66
TIEMPO	T=	7.832	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.195	.197	.179	.153	.126	.099	.073	.047	.000
Q (m3/seg)	.124	.125	.114	.097	.080	.063	.047	.030	.000
HP (m)	257.49	251.21	246.98	243.84	240.75	237.65	234.57	231.48	231.03
HPE (m)	4.85	30.15	57.50	85.94	114.43	142.91	171.41	199.90	231.03

TIEMPO	T=	8.074	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.266	.265	.256	.229	.203	.156	.104	.052	.000
Q (m3/seg)	.169	.169	.163	.146	.129	.099	.066	.033	.000
HP (m)	257.48	257.55	256.53	253.36	250.33	249.76	249.66	249.62	249.61
HPE (m)	4.84	36.49	67.05	95.46	124.01	155.02	186.50	218.04	249.61
TIEMPO	T=	8.316	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.263	.263	.242	.217	.192	.157	.104	.052	.000
Q (m3/seg)	.167	.168	.154	.138	.122	.100	.066	.033	.000
HP (m)	257.48	257.55	260.18	263.29	266.41	268.46	268.39	268.48	268.47
HPE (m)	4.84	36.49	70.70	105.39	140.09	173.72	205.23	236.90	268.47
TIEMPO	T=	8.558	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.170	.169	.164	.138	.113	.087	.061	.036	.000
Q (m3/seg)	.108	.107	.104	.088	.072	.055	.039	.023	.000
HP (m)	257.49	263.65	269.34	272.51	275.69	278.90	282.12	285.18	287.29
HPE (m)	4.85	42.59	79.86	114.61	149.37	184.16	218.96	253.60	287.29
TIEMPO	T=	8.800	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.014	.014	.014	.013	.013	.008	-.001	-.001	.000
Q (m3/seg)	.009	.009	.009	.008	.008	.005	-.001	-.001	.000
HP (m)	257.49	263.78	270.06	276.34	282.44	288.19	289.32	289.36	289.35
HPE (m)	4.85	42.72	80.58	118.44	156.12	193.45	226.16	257.78	289.35
TIEMPO	T=	9.043	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.143	-.142	-.142	-.125	-.099	-.073	-.047	-.021	.000
Q (m3/seg)	-.091	-.090	-.090	-.080	-.063	-.046	-.030	-.014	.000
HP (m)	257.49	263.72	270.09	274.35	277.49	280.56	283.62	286.62	289.13
HPE (m)	4.85	42.66	80.61	116.45	151.17	185.82	220.46	255.04	289.13
TIEMPO	T=	9.285	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.265	-.256	-.229	-.203	-.176	-.150	-.103	-.052	.000
Q (m3/seg)	-.169	-.163	-.145	-.129	-.112	-.095	-.065	-.033	.000
HP (m)	257.49	258.63	261.79	264.80	267.93	271.06	271.69	271.79	271.80
HPE (m)	4.85	37.57	72.31	106.90	141.61	176.32	208.53	240.21	271.80
TIEMPO	T=	9.527	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.264	-.264	-.264	-.243	-.208	-.156	-.105	-.052	.000
Q (m3/seg)	-.168	-.168	-.168	-.154	-.132	-.099	-.066	-.033	.000
HP (m)	257.48	257.41	257.33	254.85	252.96	253.06	253.00	253.03	253.04
HPE (m)	4.84	36.35	67.85	96.95	126.64	158.32	189.84	221.45	253.04
TIEMPO	T=	9.769	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.221	-.217	-.191	-.165	-.140	-.114	-.088	-.052	.000
Q (m3/seg)	-.141	-.138	-.121	-.105	-.089	-.073	-.056	-.033	.000
HP (m)	257.49	251.96	248.84	245.68	242.51	239.32	236.19	234.18	234.33
HPE (m)	4.85	30.90	59.36	87.78	116.19	144.58	173.03	202.60	234.33

**ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE**

	LONG. (m)	TIEMPO (seg)	PRES.MAX (m)	!! !!	TIEMPO (seg)	PRES.MIN. (m)
1	.00	6.217	4.850	!!	.646	4.529
2	95.67	4.441	43.001	!!	7.670	30.091
3	191.34	4.360	81.118	!!	7.589	55.376
4	287.01	4.279	119.193	!!	7.670	80.683
5	382.68	4.198	157.024	!!	7.589	106.015
6	478.36	4.118	194.913	!!	7.509	131.899
7	574.03	4.037	232.758	!!	7.509	162.405
8	669.70	3.956	270.557	!!	7.428	193.891
9	765.37	3.875	308.040	!!	7.347	225.374

**PROGRAMA MCITL.FOR
TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL**

LONGITUD	=	765.370 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	7.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
COTA TUBERIA EN EL INICIO	=	252.640 m

VELOCIDAD V0= 2.048 m/seg
CAUDAL Q0= 1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

	LONGITUD (m)	VELOC. (m/seg)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZ (m)	PRES.EST (m)
1	.00	2.048	1.303	257.38	4.74
2	95.67	2.048	1.303	256.95	35.89
3	191.34	2.048	1.303	256.52	67.04
4	287.01	2.048	1.303	256.09	98.19
5	382.68	2.048	1.303	255.66	129.34
6	478.36	2.048	1.303	255.22	160.48
7	574.03	2.048	1.303	254.79	191.63
8	669.70	2.048	1.303	254.36	222.78
9	765.37	2.048	1.303	253.93	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

	TIEMPO	T=	.081	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.025	
Q (m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.288	
HP (m)	257.17	256.90	256.47	256.03	255.60	255.17	254.74	254.31	256.72	
HPE (m)	4.53	35.84	66.99	98.13	129.28	160.43	191.58	222.73	256.72	
TIEMPO	T=	.323	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	2.048	2.048	2.047	2.047	2.048	2.025	2.001	1.978	1.954	
Q (m3/seg)	1.303	1.303	1.302	1.302	1.303	1.288	1.273	1.258	1.243	

	HP (m)	257.17	256.68	256.20	255.71	255.44	257.81	260.24	262.68	265.13
	HPE (m)	4.53	35.62	66.72	97.81	129.12	163.07	197.08	231.10	265.13

TIEMPO T= .565 seg

	L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.050	2.049	2.026	2.002	1.978	1.954	1.929	1.907	1.883	
Q (m3/seg)	1.304	1.304	1.289	1.273	1.258	1.243	1.227	1.213	1.198	
HP (m)	257.17	256.68	258.96	261.32	263.69	266.07	268.48	271.10	273.58	
HPE (m)	4.53	35.62	69.48	103.42	137.37	171.33	205.32	239.52	273.58	

TIEMPO T= .807 seg

	L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.959	1.958	1.957	1.933	1.909	1.884	1.860	1.837	1.812	
Q (m3/seg)	1.246	1.246	1.245	1.230	1.214	1.199	1.183	1.169	1.153	
HP (m)	257.20	262.36	267.45	269.83	272.23	274.65	277.08	279.37	281.87	
HPE (m)	4.56	41.30	77.97	111.93	145.91	179.91	213.92	247.79	281.87	

TIEMPO T= 1.050 seg

	L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.821	1.820	1.819	1.818	1.818	1.816	1.791	1.766	1.741	
Q (m3/seg)	1.158	1.158	1.157	1.157	1.157	1.155	1.139	1.124	1.108	
HP (m)	257.24	262.46	267.69	272.91	277.97	283.16	285.67	288.19	290.73	
HPE (m)	4.60	41.40	78.21	115.01	151.65	188.42	222.51	256.61	290.73	

TIEMPO T= 1.292 seg

	L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.682	1.683	1.682	1.680	1.679	1.677	1.675	1.673	1.670	
Q (m3/seg)	1.070	1.071	1.070	1.069	1.068	1.067	1.066	1.064	1.063	
HP (m)	257.27	262.41	267.74	273.07	278.40	283.73	289.06	294.38	299.63	
HPE (m)	4.63	41.35	78.26	115.17	152.08	188.99	225.90	262.80	299.63	

TIEMPO T= 1.534 seg

	L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.544	1.544	1.543	1.540	1.539	1.537	1.557	1.578	1.599	
Q (m3/seg)	.982	.982	.981	.980	.979	.978	.991	1.004	1.017	
HP (m)	257.31	262.75	268.19	273.43	278.82	284.21	286.94	289.55	292.14	
HPE (m)	4.67	41.69	78.71	115.53	152.50	189.47	223.78	257.97	292.14	

TIEMPO T= 1.776 seg

	L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.402	1.402	1.401	1.422	1.444	1.466	1.486	1.507	1.529	
Q (m3/seg)	.892	.892	.891	.905	.919	.933	.945	.959	.972	
HP (m)	257.34	262.84	268.34	271.21	273.95	276.66	279.16	281.79	284.41	
HPE (m)	4.70	41.78	78.86	113.31	147.63	181.92	216.00	250.21	284.41	

TIEMPO T= 2.018 seg

	L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.303	1.304	1.327	1.349	1.371	1.393	1.415	1.437	1.458	
Q (m3/seg)	.829	.830	.844	.858	.872	.886	.900	.914	.927	
HP (m)	257.36	257.58	260.37	263.14	265.89	268.63	271.35	274.06	276.89	
HPE (m)	4.72	36.52	70.89	105.24	139.57	173.89	208.19	242.48	276.89	

TIEMPO T= 2.261 seg

	L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.297	1.297	1.297	1.297	1.298	1.319	1.342	1.364	1.387	
Q (m3/seg)	.825	.825	.825	.825	.826	.839	.853	.868	.882	
HP (m)	257.36	257.42	257.48	257.54	257.75	260.65	263.35	266.02	268.68	
HPE (m)	4.72	36.36	68.00	99.64	131.43	165.91	200.19	234.44	268.68	

TIEMPO	T=	2.503	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.292	1.291	1.290	1.290	1.291	1.291	1.291	1.293	1.316
Q (m3/seg)	.822	.822	.821	.821	.821	.821	.822	.823	.837
HP (m)	257.36	257.40	257.59	257.59	257.58	257.57	257.70	260.38	
HPE (m)	4.72	36.34	68.11	99.69	131.26	162.83	194.41	226.12	260.38

TIEMPO	T=	2.745	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.285	1.285	1.286	1.286	1.287	1.287	1.288	1.267	1.245
Q (m3/seg)	.817	.817	.818	.818	.819	.819	.819	.806	.792
HP (m)	257.36	257.30	257.41	257.38	257.36	257.33	257.30	259.81	262.49
HPE (m)	4.72	36.24	67.93	99.48	131.04	162.59	194.14	228.23	262.49

TIEMPO	T=	2.987	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.283	1.283	1.282	1.282	1.261	1.241	1.219	1.196	1.174
Q (m3/seg)	.816	.816	.816	.816	.803	.789	.775	.761	.747
HP (m)	257.36	257.27	257.17	257.07	259.50	262.29	264.97	267.66	270.36
HPE (m)	4.72	36.21	67.69	99.17	133.18	167.55	201.81	236.08	270.36

TIEMPO	T=	3.229	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.281	1.261	1.238	1.215	1.193	1.170	1.147	1.125	1.103
Q (m3/seg)	.815	.802	.788	.773	.759	.744	.730	.715	.702
HP (m)	257.36	259.73	262.30	264.91	267.52	270.15	272.79	275.46	278.32
HPE (m)	4.72	38.67	72.82	107.01	141.20	175.41	209.63	243.88	278.32

TIEMPO	T=	3.472	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.150	1.150	1.149	1.147	1.124	1.101	1.079	1.056	1.032
Q (m3/seg)	.732	.732	.731	.730	.715	.700	.687	.672	.657
HP (m)	257.39	262.67	267.94	273.01	275.65	278.29	280.81	283.52	286.26
HPE (m)	4.75	41.61	78.46	115.11	149.33	183.55	217.65	251.94	286.26

TIEMPO	T=	3.714	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.015	1.015	1.014	1.015	1.014	1.012	1.009	.985	.962
Q (m3/seg)	.646	.646	.645	.646	.645	.644	.642	.627	.612
HP (m)	257.41	262.75	268.09	273.28	278.65	284.02	289.19	291.93	294.68
HPE (m)	4.77	41.69	78.61	115.38	152.33	189.28	226.03	260.35	294.68

TIEMPO	T=	3.956	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.882	.880	.879	.878	.877	.876	.874	.872	.891
Q (m3/seg)	.561	.560	.559	.559	.558	.557	.556	.555	.567
HP (m)	257.43	262.72	268.16	273.60	279.04	284.48	289.91	295.34	298.33
HPE (m)	4.79	41.66	78.68	115.70	152.72	189.74	226.75	263.76	298.33

TIEMPO	T=	4.198	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.743	.743	.743	.742	.740	.758	.779	.799	.820
Q (m3/seg)	.473	.473	.472	.472	.470	.482	.495	.508	.522
HP (m)	257.45	262.99	268.54	274.07	279.42	282.50	285.34	288.15	290.94
HPE (m)	4.81	41.93	79.06	116.17	153.10	187.76	222.18	256.57	290.94

TIEMPO	T=	4.441	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37

V (m/seg)	.604	.603	.623	.644	.666	.687	.708	.728	.749
Q (m3/seg)	.384	.384	.396	.410	.423	.437	.451	.463	.476
HP (m)	257.46	263.06	266.27	269.22	272.14	275.05	277.91	280.60	283.40
HPE (m)	4.82	42.00	76.79	111.32	145.82	180.31	214.75	249.02	283.40

TIEMPO	T=	4.683	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.546	.546	.548	.570	.592	.614	.636	.656	.678
Q (m3/seg)	.347	.347	.349	.363	.377	.390	.404	.417	.431
HP (m)	257.47	257.81	258.41	261.36	264.29	267.20	270.10	273.11	275.94
HPE (m)	4.83	36.75	68.93	103.46	137.97	172.46	206.94	241.53	275.94

TIEMPO	T=	4.925	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.538	.537	.538	.538	.537	.540	.562	.585	.607
Q (m3/seg)	.342	.342	.342	.342	.342	.343	.358	.372	.386
HP (m)	257.47	257.76	258.06	258.36	258.80	259.34	262.20	265.04	267.86
HPE (m)	4.83	36.70	68.58	100.46	132.48	164.60	199.04	233.46	267.86

TIEMPO	T=	5.167	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.530	.529	.529	.530	.530	.531	.532	.533	.536
Q (m3/seg)	.337	.336	.337	.337	.337	.338	.338	.339	.341
HP (m)	257.47	257.86	258.09	258.30	258.51	258.72	258.93	259.16	259.65
HPE (m)	4.83	36.80	68.61	100.40	132.19	163.98	195.77	227.58	259.65

TIEMPO	T=	5.409	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.522	.522	.522	.524	.525	.525	.507	.486	.465
Q (m3/seg)	.332	.332	.332	.333	.334	.334	.323	.309	.296
HP (m)	257.47	257.60	257.74	258.05	258.22	258.39	260.89	263.68	266.50
HPE (m)	4.83	36.54	68.26	100.15	131.90	163.65	197.73	232.10	266.50

TIEMPO	T=	5.652	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.519	.519	.519	.500	.479	.457	.437	.416	.395
Q (m3/seg)	.330	.330	.330	.318	.304	.291	.278	.265	.251
HP (m)	257.47	257.56	257.64	260.04	262.74	265.50	268.43	271.24	274.07
HPE (m)	4.83	36.50	68.16	102.14	136.42	170.76	205.27	239.66	274.07

TIEMPO	T=	5.894	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.479	.476	.454	.432	.410	.388	.366	.344	.324
Q (m3/seg)	.304	.303	.289	.275	.261	.247	.233	.219	.206
HP (m)	257.47	262.42	265.11	267.82	270.55	273.29	276.05	278.82	281.50
HPE (m)	4.83	41.36	75.63	109.92	144.23	178.55	212.89	247.24	281.50

TIEMPO	T=	6.136	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.346	.346	.346	.345	.342	.321	.298	.275	.253
Q (m3/seg)	.220	.220	.220	.220	.217	.204	.190	.175	.161
HP (m)	257.48	262.83	268.17	273.49	278.49	281.11	283.90	286.73	289.56
HPE (m)	4.84	41.77	78.69	115.59	152.17	186.37	220.74	255.15	289.56

TIEMPO	T=	6.378	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.213	.213	.213	.213	.212	.211	.209	.205	.182
Q (m3/seg)	.135	.135	.136	.135	.135	.134	.133	.130	.116
HP (m)	257.49	262.88	268.15	273.57	279.01	284.45	289.86	294.95	297.79

HPE	(m)	4.85	41.82	78.67	115.67	152.69	189.71	226.70	263.37	297.79
TIEMPO	T=	6.620	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.080	.079	.078	.077	.076	.075	.074	.091	.111
Q	(m3/seg)	.051	.050	.049	.049	.048	.048	.047	.058	.071
HP	(m)	257.49	263.01	268.38	273.87	279.36	284.85	290.34	293.57	296.46
HPE	(m)	4.85	41.95	78.90	115.97	153.04	190.11	227.18	261.99	296.46
TIEMPO	T=	6.863	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.059	-.059	-.059	-.059	-.041	-.022	-.001	.019	.040
Q	(m3/seg)	-.037	-.037	-.038	-.038	-.026	-.014	-.001	.012	.026
HP	(m)	257.49	263.08	268.68	274.27	277.59	280.41	283.31	286.20	289.06
HPE	(m)	4.85	42.02	79.20	116.37	151.27	185.67	220.15	254.62	289.06
TIEMPO	T=	7.105	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.198	-.180	-.158	-.137	-.115	-.094	-.072	-.044	.000
Q	(m3/seg)	-.126	-.114	-.101	-.087	-.073	-.060	-.046	-.028	.000
HP	(m)	257.49	260.90	263.96	266.96	269.95	272.91	275.86	277.91	277.80
HPE	(m)	4.85	39.84	74.48	109.06	143.63	178.17	212.70	246.33	277.80
TIEMPO	T=	7.347	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.215	-.215	-.215	-.211	-.182	-.137	-.092	-.046	.000
Q	(m3/seg)	-.137	-.137	-.137	-.134	-.116	-.087	-.058	-.029	.000
HP	(m)	257.49	257.89	258.32	259.10	261.24	261.37	261.58	261.64	261.65
HPE	(m)	4.85	36.83	68.84	101.20	134.92	166.63	198.42	230.06	261.65
TIEMPO	T=	7.589	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.225	-.217	-.194	-.171	-.146	-.121	-.093	-.046	.000
Q	(m3/seg)	-.143	-.138	-.123	-.109	-.093	-.077	-.059	-.030	.000
HP	(m)	257.49	256.99	254.50	252.12	249.59	247.07	244.91	244.93	244.94
HPE	(m)	4.85	35.93	65.02	94.22	123.27	152.33	181.75	213.35	244.94
TIEMPO	T=	7.832	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.126	-.125	-.124	-.107	-.082	-.057	-.032	-.007	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.080	-.079	-.068	-.052	-.036	-.021	-.005	.000
HP	(m)	257.49	252.17	246.74	243.29	240.68	238.07	235.46	232.85	232.47
HPE	(m)	4.85	31.11	57.26	85.39	114.36	143.33	172.30	201.27	232.47
TIEMPO	T=	8.074	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.011	.011	.011	.012	.014	-.003	-.006	-.003	.000
Q	(m3/seg)	.007	.007	.007	.008	.009	-.002	-.004	-.002	.000
HP	(m)	257.49	251.92	246.35	240.81	235.42	232.13	231.21	231.19	231.17
HPE	(m)	4.85	30.86	56.87	82.91	109.10	137.39	168.05	199.61	231.17
TIEMPO	T=	8.316	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.150	.150	.132	.111	.090	.068	.047	.027	.000
Q	(m3/seg)	.095	.095	.084	.071	.057	.044	.030	.017	.000
HP	(m)	257.49	251.87	248.41	245.37	242.39	239.42	236.51	233.75	231.77
HPE	(m)	4.85	30.81	58.93	87.47	116.07	144.68	173.35	202.17	231.77
TIEMPO	T=	8.558	seg							

L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.212	.211	.207	.185	.164	.135	.090	.046	.000
Q	(m3/seg)	.135	.134	.132	.118	.104	.086	.057	.029	.000
HP	(m)	257.49	257.02	256.15	253.16	250.17	248.03	247.87	247.67	247.64
HPE	(m)	4.85	35.96	66.67	95.26	123.85	153.29	184.71	216.09	247.64
TIEMPO	T=	8.800	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.221	.221	.214	.191	.167	.139	.093	.046	.000
Q	(m3/seg)	.141	.141	.136	.121	.106	.088	.059	.029	.000
HP	(m)	257.49	257.12	257.57	259.98	262.29	264.34	264.30	264.27	264.27
HPE	(m)	4.85	36.06	68.09	102.08	135.97	169.60	201.14	232.69	264.27
TIEMPO	T=	9.043	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.170	.170	.153	.129	.104	.079	.054	.029	.000
Q	(m3/seg)	.108	.108	.097	.082	.066	.050	.035	.018	.000
HP	(m)	257.49	262.67	266.04	268.62	271.21	273.80	276.38	278.92	281.04
HPE	(m)	4.85	41.61	76.56	110.72	144.89	179.06	213.22	247.34	281.04
TIEMPO	T=	9.285	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.037	.037	.036	.034	.032	.014	.007	.003	.000
Q	(m3/seg)	.023	.023	.023	.022	.021	.009	.005	.002	.000
HP	(m)	257.49	263.03	268.54	273.91	279.30	282.75	283.27	283.35	283.36
HPE	(m)	4.85	41.97	79.06	116.01	152.98	188.01	220.11	251.77	283.36
TIEMPO	T=	9.527	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.102	-.102	-.102	-.085	-.064	-.043	-.024	-.004	.000
Q	(m3/seg)	-.065	-.065	-.065	-.054	-.041	-.028	-.015	-.002	.000
HP	(m)	257.49	263.09	268.69	272.17	275.21	278.13	280.91	283.67	284.49
HPE	(m)	4.85	42.03	79.21	114.27	148.89	183.39	217.75	252.09	284.49
TIEMPO	T=	9.769	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.207	-.203	-.181	-.160	-.138	-.116	-.088	-.044	.000
Q	(m3/seg)	-.131	-.129	-.115	-.102	-.088	-.074	-.056	-.028	.000
HP	(m)	257.49	258.48	261.51	264.51	267.49	270.46	272.60	272.80	272.94
HPE	(m)	4.85	37.42	72.03	106.61	141.17	175.72	209.44	241.22	272.94

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

	LONG.	TIEMPO	PRES.MAX	!!	TIEMPO	PRES.MIN.
	(m)	(seg)	(m)	!!	(seg)	(m)
1	.00	6.782	4.850	!!	.646	4.529
2	95.67	7.024	42.055	!!	8.316	30.807
3	191.34	6.943	79.229	!!	8.235	56.801
4	287.01	6.863	116.367	!!	8.154	82.833
5	382.68	6.782	153.271	!!	8.074	109.100
6	478.36	6.701	190.241	!!	7.993	137.359
7	574.03	6.620	227.176	!!	8.074	168.047
8	669.70	6.540	264.071	!!	8.154	199.228
9	765.37	6.459	300.558	!!	8.235	230.446

Listado 2

**Tubería de un tramo
Cierre no lineal de la válvula**

PROGRAMA MCLT2.FOR
 TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
 CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD = 765.370 m
 DIAMETRO = .900 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
 TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 1.000 seg
 TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
 NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
 COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
 COTA EN LA VALVULA = .000 m
 COTA TUBERIA EN EL INICIO = 252.640 m
 EXPONENTE M DE LA VALVULA = 3.000

VELOCIDAD V0= 2.048 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

	LONGITUD (m)	VELOC. (m/seg)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZ (m)	PRES.EST (m)
1	.00	2.048	1.303	257.38	4.74
2	95.67	2.048	1.303	256.95	35.89
3	191.34	2.048	1.303	256.52	67.04
4	287.01	2.048	1.303	256.09	98.19
5	382.68	2.048	1.303	255.66	129.34
6	478.36	2.048	1.303	255.22	160.48
7	574.03	2.048	1.303	254.79	191.63
8	669.70	2.048	1.303	254.36	222.78
9	765.37	2.048	1.303	253.93	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO	T=	.081	seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	1.713		
Q (m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.090		
HP (m)	257.17	256.90	256.47	256.03	255.60	255.17	254.74	254.31	294.31		
HPE (m)	4.53	35.84	66.99	98.13	129.28	160.43	191.58	222.73	294.31		

TIEMPO	T=	.323	seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	2.048	2.048	2.047	2.047	2.048	1.718	1.388	1.079	.802		
Q (m3/seg)	1.303	1.303	1.302	1.302	1.303	1.093	.883	.687	.510		
HP (m)	257.17	256.68	256.20	255.71	255.44	294.88	334.15	371.12	404.23		
HPE (m)	4.53	35.62	66.72	97.81	129.12	200.14	270.99	339.54	404.23		

TIEMPO	T=	.565	seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	2.050	2.049	1.723	1.394	1.085	.807	.570	.378	.230		
Q (m3/seg)	1.304	1.304	1.096	.887	.690	.514	.362	.241	.146		
HP (m)	257.17	256.68	295.51	334.61	371.47	404.52	432.86	456.03	473.71		
HPE (m)	4.53	35.62	106.03	176.71	245.15	309.78	369.70	424.45	473.71		

TIEMPO	T=	.807	seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	.756	.773	.816	.578	.385	.236	.129	.061	.021		
Q (m3/seg)	.481	.492	.519	.368	.245	.150	.082	.039	.013		
HP (m)	257.45	333.51	405.24	433.58	456.56	474.22	486.74	494.73	499.27		

HPE (m)	4.81	112.45	215.76	275.68	330.24	379.48	423.58	463.15	499.27		
---------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--	--

TIEMPO T= 1.050 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	-.880	-.835	-.707	-.506	-.250	.028	.009	.003	.000		
Q (m3/seg)	-.560	-.531	-.450	-.322	-.159	.018	.006	.002	.000		
HP (m)	257.47	309.22	360.31	409.92	457.11	500.13	502.18	502.62	502.67		
HPE (m)	4.83	88.16	170.83	252.02	330.79	405.39	439.02	471.04	502.67		

TIEMPO T= 1.292 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	-1.770	-1.730	-1.621	-1.446	-1.214	-.940	-.636	-.314	.000		
Q (m3/seg)	-1.126	-1.100	-1.031	-.920	-.772	-.598	-.405	-.200	.000		
HP (m)	257.25	278.47	301.12	326.70	355.88	389.27	426.22	465.34	503.52		
HPE (m)	4.61	57.41	111.64	168.80	229.56	294.53	363.06	433.76	503.52		

TIEMPO T= 1.534 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	-2.014	-2.002	-1.962	-1.896	-1.790	-1.643	-1.137	-.579	.000		
Q (m3/seg)	-1.281	-1.274	-1.248	-1.206	-1.139	-1.045	-.723	-.368	.000		
HP (m)	257.39	260.22	265.58	273.94	287.18	305.21	290.72	280.35	276.71		
HPE (m)	4.75	39.16	76.10	116.04	160.86	210.47	227.56	248.77	276.71		

TIEMPO T= 1.776 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	-2.026	-2.024	-2.025	-1.706	-1.367	-1.022	-.681	-.339	.000		
Q (m3/seg)	-1.289	-1.288	-1.288	-1.085	-.870	-.650	-.434	-.216	.000		
HP (m)	257.18	257.92	258.26	221.71	185.22	153.67	128.79	113.32	107.89		
HPE (m)	4.54	36.86	68.78	63.81	58.90	58.93	65.63	81.74	107.89		

TIEMPO T= 2.018 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	-1.404	-1.396	-1.090	-.817	-.579	-.387	-.232	-.108	.000		
Q (m3/seg)	-.893	-.888	-.694	-.520	-.368	-.246	-.148	-.069	.000		
HP (m)	257.44	181.43	145.40	112.55	84.61	61.49	44.61	33.80	30.68		
HPE (m)	4.80	-39.63	-44.08	-45.35	-41.71	-33.25	-18.55	2.22	30.68		

TIEMPO T= 2.261 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	.384	.346	.235	.063	-.139	-.069	-.027	-.007	.000		
Q (m3/seg)	.244	.220	.150	.040	-.088	-.044	-.017	-.005	.000		
HP (m)	257.48	196.30	136.65	80.38	30.22	22.46	17.49	15.75	14.92		
HPE (m)	4.84	-24.76	-52.83	-77.52	-96.10	-72.28	-45.67	-15.83	14.92		

TIEMPO T= 2.503 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	1.527	1.488	1.364	1.171	.916	.621	.302	-.003	.000		
Q (m3/seg)	.972	.946	.867	.745	.583	.395	.192	-.002	.000		
HP (m)	257.31	226.62	195.34	162.08	127.10	89.76	51.23	13.83	14.16		
HPE (m)	4.67	5.56	5.86	4.18	.78	-4.98	-11.93	-17.75	14.16		

TIEMPO T= 2.745 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37		
V (m/seg)	1.954	1.930	1.870	1.764	1.620	1.429	1.199	.621	.000		
Q (m3/seg)	1.243	1.228	1.190	1.122	1.031	.909	.763	.395	.000		
HP (m)	257.20	249.90	240.78	227.77	209.69	186.59	158.05	162.12	164.15		
HPE (m)	4.56	28.84	51.30	69.87	83.37	91.85	94.89	130.54	164.15		

TIEMPO T= 2.987 seg

L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	2.000	2.002	1.994	1.979	1.635	1.249	.841	.423	.000
Q	(m3/seg)	1.272	1.273	1.269	1.259	1.040	.795	.535	.269	.000
HP	(m)	257.18	256.57	255.46	252.80	284.12	314.37	338.00	353.18	358.36
HPE	(m)	4.54	35.51	65.98	94.90	157.80	219.63	274.84	321.60	358.36
TIEMPO	T=	3.229	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	2.006	1.705	1.386	1.081	.809	.568	.359	.173	.000
Q	(m3/seg)	1.276	1.085	.882	.688	.514	.361	.229	.110	.000
HP	(m)	257.18	292.59	330.69	366.64	399.26	426.50	447.31	459.96	464.64
HPE	(m)	4.54	71.53	141.21	208.74	272.94	331.76	384.15	428.38	464.64
TIEMPO	T=	3.472	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.179	.208	.289	.392	.243	.137	.067	.025	.000
Q	(m3/seg)	.114	.132	.184	.250	.155	.087	.043	.016	.000
HP	(m)	257.49	326.45	392.58	451.01	468.29	481.00	488.75	493.61	494.87
HPE	(m)	4.85	105.39	203.10	293.11	341.97	386.26	425.59	462.03	494.87
TIEMPO	T=	3.714	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-1.211	-1.166	-1.038	-.834	-.575	-.278	.007	.003	.000
Q	(m3/seg)	-.771	-.742	-.660	-.530	-.366	-.177	.004	.002	.000
HP	(m)	257.38	298.20	339.21	380.07	421.23	461.32	497.46	497.22	497.50
HPE	(m)	4.74	77.14	149.73	222.17	294.91	366.58	434.30	465.64	497.50
TIEMPO	T=	3.956	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-1.847	-1.821	-1.731	-1.592	-1.402	-1.171	-.901	-.604	.000
Q	(m3/seg)	-1.175	-1.159	-1.101	-1.013	-.892	-.745	-.573	-.384	.000
HP	(m)	257.40	270.53	285.84	304.47	327.76	356.26	389.01	425.44	428.25
HPE	(m)	4.76	49.47	96.36	146.57	201.44	261.52	325.85	393.86	428.25
TIEMPO	T=	4.198	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-1.977	-1.969	-1.954	-1.912	-1.848	-1.451	-.992	-.502	.000
Q	(m3/seg)	-1.258	-1.252	-1.243	-1.216	-1.175	-.923	-.631	-.320	.000
HP	(m)	257.19	258.61	261.16	266.62	275.14	253.43	233.41	220.44	215.94
HPE	(m)	4.55	37.55	71.68	108.72	148.82	158.69	170.25	188.86	215.94
TIEMPO	T=	4.441	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-1.980	-1.983	-1.691	-1.380	-1.072	-.786	-.510	-.253	.000
Q	(m3/seg)	-1.259	-1.262	-1.076	-.878	-.682	-.500	-.325	-.161	.000
HP	(m)	257.39	257.82	223.92	186.49	151.81	121.44	98.66	83.73	79.11
HPE	(m)	4.75	36.76	34.44	28.59	25.49	26.70	35.50	52.15	79.11
TIEMPO	T=	4.683	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.788	-.802	-.820	-.584	-.394	-.243	-.136	-.060	.000
Q	(m3/seg)	-.501	-.510	-.522	-.371	-.250	-.155	-.087	-.038	.000
HP	(m)	257.44	184.29	117.37	89.98	66.95	49.92	36.94	30.00	26.88
HPE	(m)	4.80	-36.77	-72.11	-67.92	-59.37	-44.82	-26.22	-1.58	26.88
TIEMPO	T=	4.925	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.803	.762	.640	.450	.207	-.034	-.013	-.004	.000

Q	(m3/seg)	.511	.485	.407	.286	.132	-.022	-.008	-.003	.000
HP	(m)	257.44	206.55	156.56	107.77	62.29	22.77	21.22	20.02	20.58
HPE	(m)	4.80	-14.51	-32.92	-50.13	-64.03	-71.97	-41.94	-11.56	20.58
TIEMPO	T=	5.167	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.686	1.646	1.544	1.372	1.150	.882	.589	.279	.000
Q	(m3/seg)	1.073	1.047	.982	.873	.732	.561	.375	.177	.000
HP	(m)	257.27	236.13	213.31	188.26	159.24	126.89	90.58	53.28	18.62
HPE	(m)	4.63	15.07	23.83	30.36	32.92	32.15	27.42	21.70	18.62
TIEMPO	T=	5.409	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.937	1.929	1.885	1.823	1.715	1.575	1.105	.564	.000
Q	(m3/seg)	1.232	1.227	1.199	1.160	1.091	1.002	.703	.359	.000
HP	(m)	257.20	253.76	248.39	239.67	226.73	208.66	219.71	229.24	232.71
HPE	(m)	4.56	32.70	58.91	81.77	100.41	113.92	156.55	197.66	232.71
TIEMPO	T=	5.652	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.960	1.955	1.959	1.671	1.344	1.005	.670	.333	.000
Q	(m3/seg)	1.247	1.244	1.246	1.063	.855	.639	.426	.212	.000
HP	(m)	257.20	256.53	255.79	287.96	322.94	353.45	377.69	392.65	398.00
HPE	(m)	4.56	35.47	66.31	130.06	196.62	258.71	314.53	361.07	398.00
TIEMPO	T=	5.894	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.416	1.381	1.080	.812	.577	.388	.234	.109	.000
Q	(m3/seg)	.901	.878	.687	.517	.367	.247	.149	.070	.000
HP	(m)	257.34	327.17	362.24	394.49	421.74	444.47	460.78	471.47	474.34
HPE	(m)	4.70	106.11	172.76	236.59	295.42	349.73	397.62	439.89	474.34
TIEMPO	T=	6.136	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.321	-.284	-.179	-.018	.146	.075	.032	.010	.000
Q	(m3/seg)	-.204	-.181	-.114	-.012	.093	.047	.020	.006	.000
HP	(m)	257.48	317.56	375.91	430.20	475.71	483.25	488.45	490.09	491.16
HPE	(m)	4.84	96.50	186.43	272.30	349.39	388.51	425.29	458.51	491.16
TIEMPO	T=	6.378	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-1.449	-1.411	-1.287	-1.099	-.850	-.565	-.261	.004	.000
Q	(m3/seg)	-.922	-.897	-.819	-.699	-.541	-.359	-.166	.003	.000
HP	(m)	257.44	287.84	318.92	351.97	386.40	423.01	459.81	492.78	492.25
HPE	(m)	4.80	66.78	129.44	194.07	260.08	328.27	396.65	461.20	492.25
TIEMPO	T=	6.620	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-1.880	-1.853	-1.796	-1.688	-1.547	-1.357	-1.131	-.597	.000
Q	(m3/seg)	-1.196	-1.179	-1.143	-1.074	-.984	-.864	-.720	-.380	.000
HP	(m)	257.22	264.96	274.24	287.49	305.56	328.52	356.83	356.74	355.50
HPE	(m)	4.58	43.90	84.76	129.59	179.24	233.78	293.67	325.16	355.50
TIEMPO	T=	6.863	seg							
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-1.930	-1.935	-1.924	-1.911	-1.600	-1.230	-.829	-.419	.000
Q	(m3/seg)	-1.228	-1.231	-1.224	-1.216	-1.018	-.783	-.527	-.266	.000
HP	(m)	257.40	257.99	259.52	262.26	235.75	207.38	185.16	170.55	165.67
HPE	(m)	4.76	36.93	70.04	104.36	109.43	112.64	122.00	138.97	165.67

TIEMPO	T=	7.105 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-1.944	-1.674	-1.373	-1.075	-.810	-.570	-.363	-.174	.000	
Q (m3/seg)	-1.237	-1.065	-.873	-.684	-.515	-.362	-.231	-.111	.000	
HP (m)	257.20	226.20	189.84	155.47	123.48	97.20	76.51	64.48	59.51	
HPE (m)	4.56	5.14	.36	-2.43	-2.84	2.46	13.35	32.90	59.51	

TIEMPO	T=	7.347 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.229	-.256	-.327	-.402	-.252	-.145	-.073	-.028	.000	
Q (m3/seg)	-.146	-.163	-.208	-.256	-.160	-.092	-.046	-.018	.000	
HP (m)	257.49	190.43	126.57	72.01	55.30	42.14	34.79	29.34	28.58	
HPE (m)	4.85	-30.63	-62.91	-85.89	-71.02	-52.60	-28.37	-2.24	28.58	

TIEMPO	T=	7.589 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.133	1.089	.969	.771	.524	.241	-.010	-.005	.000	
Q (m3/seg)	.721	.693	.616	.490	.333	.153	-.006	-.003	.000	
HP (m)	257.39	217.20	176.58	136.58	96.03	57.68	24.74	25.49	24.65	
HPE (m)	4.75	-3.86	-12.90	-21.32	-30.29	-37.06	-38.42	-6.09	24.65	

TIEMPO	T=	7.832 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.767	1.745	1.655	1.523	1.334	1.112	.846	.561	.000	
Q (m3/seg)	1.124	1.110	1.053	.969	.849	.707	.538	.357	.000	
HP (m)	257.25	243.64	228.42	209.65	186.96	158.73	126.99	91.20	86.44	
HPE (m)	4.61	22.58	38.94	51.75	60.64	63.99	63.83	59.62	86.44	

TIEMPO	T=	8.074 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.910	1.899	1.886	1.840	1.779	1.413	.970	.491	.000	
Q (m3/seg)	1.215	1.208	1.200	1.171	1.132	.899	.617	.313	.000	
HP (m)	257.21	255.70	252.70	247.28	238.43	256.57	275.39	287.87	292.24	
HPE (m)	4.57	34.64	63.22	89.38	112.11	161.83	212.23	256.29	292.24	

TIEMPO	T=	8.316 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.915	1.921	1.660	1.360	1.058	.776	.504	.250	.000	
Q (m3/seg)	1.218	1.222	1.056	.865	.673	.494	.321	.159	.000	
HP (m)	257.21	256.45	286.34	322.22	355.85	385.48	407.57	422.15	426.55	
HPE (m)	4.57	35.39	96.86	164.32	229.53	290.74	344.41	390.57	426.55	

TIEMPO	T=	8.558 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.824	.830	.817	.583	.396	.247	.140	.062	.000	
Q (m3/seg)	.525	.528	.520	.371	.252	.157	.089	.040	.000	
HP (m)	257.44	328.06	390.08	416.85	439.54	456.16	469.03	475.72	478.91	
HPE (m)	4.80	107.00	200.60	258.95	313.22	361.42	405.87	444.14	478.91	

TIEMPO	T=	8.800 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.736	-.695	-.575	-.394	-.165	.040	.016	.006	.000	
Q (m3/seg)	-.468	-.442	-.366	-.250	-.105	.025	.010	.004	.000	
HP (m)	257.48	307.64	356.77	404.53	448.21	483.66	485.17	486.59	485.94	
HPE (m)	4.84	86.58	167.29	246.63	321.89	388.92	422.01	455.01	485.94	

TIEMPO	T=	9.043 seg								
--------	----	-----------	--	--	--	--	--	--	--	--

TIEMPO	T=	9.285 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-1.612	-1.570	-1.471	-1.300	-1.083	-.820	-.538	-.242	.000	
Q (m3/seg)	-1.026	-.999	-.936	-.827	-.689	-.522	-.342	-.154	.000	
HP (m)	257.29	278.57	301.36	326.36	355.23	387.01	422.45	457.90	488.45	
HPE (m)	4.65	57.51	111.88	168.46	228.91	292.27	359.29	426.32	488.45	

TIEMPO	T=	9.527 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-1.867	-1.860	-1.814	-1.753	-1.644	-1.506	-1.071	-.550	.000	
Q (m3/seg)	-1.188	-1.184	-1.154	-1.115	-1.046	-.958	-.681	-.350	.000	
HP (m)	257.40	260.98	266.76	275.57	288.72	306.78	299.82	291.84	288.80	
HPE (m)	4.76	39.92	77.28	117.67	162.40	212.04	236.66	260.26	288.80	

TIEMPO	T=	9.769 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-1.898	-1.890	-1.896	-1.638	-1.328	-.994	-.666	-.331	.000	
Q (m3/seg)	-1.207	-1.202	-1.206	-1.042	-.845	-.633	-.424	-.210	.000	
HP (m)	257.21	258.20	258.92	231.10	198.06	169.12	145.61	131.32	125.99	
HPE (m)	4.57	37.14	69.44	73.20	71.74	74.38	82.45	99.74	125.99	

TIEMPO	T=	7.832 seg								
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-1.414	-1.368	-1.075	-.815	-.581	-.395	-.238	-.113	.000	
Q (m3/seg)	-.900	-.870	-.684	-.519	-.370	-.251	-.152	-.072	.000	
HP (m)	257.44	192.87	159.35	127.72	101.29	78.62	62.89	51.96	49.50	
HPE (m)	4.80	-28.19	-30.13	-30.18	-25.03	-16.12	-.27	20.38	49.50	

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

	LONG. (m)	TIEMPO (seg)	PRES.MAX (m)	!! !!	TIEMPO (seg)	PRES.MIN. (m)
1	.00	2.180	4.849	!!	.646	4.529
2	95.67	.727	114.081	!!	2.018	-39.627
3	191.34	.807	215.756	!!	2.099	-77.266
4	287.01	.888	298.915	!!	2.180	-97.068
5	382.68	.969	360.963	!!	2.261	-96.099
6	478.36	1.050	405.394	!!	2.341	-77.593
7	574.03	1.130	439.756	!!	2.422	-48.959
8	669.70	1.211	471.643	!!	2.503	-17.754
9	765.37	1.292	503.518	!!	2.584	13.477

PROGRAMA MCIT2.FOR
TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD	=	765.370 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	2.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
COTA TUBERIA EN EL INICIO	=	252.640 m
EXONENTE M DE LA VALVULA	=	3.000

VELOCIDAD V0= 2.048 m/seg

CAUDAL Q0= 1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

Table with 5 columns: LONGITUD (m), VELOC. (m/seg), CAUDAL (m3/s), ALT. PIEZ (m), PRES. EST (m). Rows 1-9.

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

Table with 10 columns: TIEMPO, T=, seg, L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-2.

Table with 10 columns: TIEMPO, T=, seg, L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-2.

Table with 10 columns: TIEMPO, T=, seg, L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-2.

Table with 10 columns: TIEMPO, T=, seg, L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-2.

Table with 10 columns: TIEMPO, T=, seg, L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-2.

Table with 10 columns: TIEMPO, T=, seg, L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-2.

Table with 10 columns: L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-5.

TIEMPO T= 1.776 seg

Table with 10 columns: L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-5.

TIEMPO T= 2.018 seg

Table with 10 columns: L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-5.

TIEMPO T= 2.261 seg

Table with 10 columns: L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-5.

TIEMPO T= 2.503 seg

Table with 10 columns: L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-5.

TIEMPO T= 2.745 seg

Table with 10 columns: L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-5.

TIEMPO T= 2.987 seg

Table with 10 columns: L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-5.

TIEMPO T= 3.229 seg

Table with 10 columns: L (m), V (m/seg), Q (m3/seg), HP (m), HPE (m). Rows 1-5.

TIEMPO T= 3.472 seg

Table with 10 columns: L (m), V (m/seg). Rows 1-2.

Q (m3/seg)	.642	.638	.628	.603	.485	.364	.244	.122	.000
HP (m)	257.41	291.25	324.28	354.02	365.04	373.72	380.24	384.07	385.55
HPE (m)	4.77	70.19	134.80	196.12	238.72	278.98	317.08	352.49	385.55
TIEMPO	T=	3.714	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.148	.153	.166	.187	.212	.240	.253	.126	.000
Q (m3/seg)	.094	.097	.105	.119	.135	.152	.161	.080	.000
HP (m)	257.49	291.40	324.60	356.47	386.45	414.30	437.53	441.52	442.51
HPE (m)	4.85	70.34	135.12	198.57	260.13	319.56	374.37	409.94	442.51
TIEMPO	T=	3.956	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.633	-.623	-.593	-.544	-.482	-.405	-.321	-.231	.000
Q (m3/seg)	-.403	-.396	-.377	-.346	-.306	-.258	-.204	-.147	.000
HP (m)	257.46	285.64	313.75	341.24	368.10	393.59	417.94	440.09	443.30
HPE (m)	4.82	64.58	124.27	183.34	241.78	298.85	354.78	408.51	443.30
TIEMPO	T=	4.198	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.238	-1.228	-1.193	-1.140	-1.065	-.832	-.565	-.286	.000
Q (m3/seg)	-.787	-.781	-.759	-.725	-.678	-.529	-.360	-.182	.000
HP (m)	257.45	277.92	298.45	319.10	339.46	343.04	344.19	344.89	345.05
HPE (m)	4.81	56.86	108.97	161.20	213.14	248.30	281.03	313.31	345.05
TIEMPO	T=	4.441	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.649	-1.635	-1.467	-1.257	-1.032	-.787	-.532	-.268	.000
Q (m3/seg)	-1.049	-1.040	-.933	-.800	-.656	-.501	-.338	-.171	.000
HP (m)	257.28	270.34	266.32	260.70	255.08	250.29	246.43	243.92	243.06
HPE (m)	4.64	49.28	76.84	102.80	128.76	155.55	183.27	212.34	243.06
TIEMPO	T=	4.683	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.281	-1.274	-1.230	-1.041	-.839	-.635	-.423	-.213	.000
Q (m3/seg)	-.815	-.810	-.783	-.662	-.534	-.404	-.269	-.136	.000
HP (m)	257.45	225.61	196.69	185.02	175.23	166.69	160.69	156.81	155.70
HPE (m)	4.81	4.55	7.21	27.12	48.91	71.95	97.53	125.23	155.70
TIEMPO	T=	4.925	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.440	-.441	-.445	-.450	-.458	-.444	-.296	-.147	.000
Q (m3/seg)	-.280	-.280	-.283	-.286	-.291	-.282	-.188	-.094	.000
HP (m)	257.48	223.19	189.50	157.50	127.43	102.29	95.54	92.08	90.38
HPE (m)	4.84	2.13	.02	-.40	1.11	7.55	32.38	60.50	90.38
TIEMPO	T=	5.167	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.378	.368	.342	.302	.249	.187	.119	.051	.000
Q (m3/seg)	.240	.234	.218	.192	.158	.119	.076	.032	.000
HP (m)	257.48	227.17	197.21	167.84	139.90	113.06	88.75	66.05	48.88
HPE (m)	4.84	6.11	7.73	9.94	13.58	18.32	25.59	34.47	48.88
TIEMPO	T=	5.409	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.043	1.031	1.000	.946	.876	.785	.547	.277	.000
Q (m3/seg)	.664	.656	.636	.602	.557	.499	.348	.176	.000
HP (m)	257.41	234.39	211.28	188.66	165.68	143.59	138.05	136.28	135.45
HPE (m)	4.77	13.33	21.80	30.76	39.36	48.85	74.89	104.70	135.45

TIEMPO	T=	5.652	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.512	1.505	1.471	1.288	1.059	.813	.551	.278	.000
Q (m3/seg)	.962	.958	.936	.819	.674	.517	.350	.177	.000
HP (m)	257.32	241.98	226.68	227.32	230.43	233.33	235.88	237.42	237.94
HPE (m)	4.68	20.92	37.20	69.42	104.11	138.59	172.72	205.84	237.94
TIEMPO	T=	5.894	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.534	1.499	1.319	1.117	.908	.687	.462	.231	.000
Q (m3/seg)	.976	.954	.839	.711	.578	.437	.294	.147	.000
HP (m)	257.31	283.64	294.26	304.05	313.22	320.59	326.47	329.92	331.13
HPE (m)	4.67	62.58	104.78	146.15	186.90	225.85	263.31	298.34	331.13
TIEMPO	T=	6.136	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.730	.729	.721	.709	.671	.505	.335	.168	.000
Q (m3/seg)	.465	.464	.458	.451	.427	.321	.213	.107	.000
HP (m)	257.45	291.50	324.56	356.17	382.87	391.88	398.00	402.24	403.24
HPE (m)	4.81	70.44	135.08	198.27	256.55	297.14	334.84	370.66	403.24
TIEMPO	T=	6.378	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.108	-.101	-.080	-.049	-.010	.035	.080	.105	.000
Q (m3/seg)	-.069	-.064	-.051	-.031	-.007	.022	.051	.067	.000
HP (m)	257.49	289.62	321.12	351.50	380.61	407.29	432.03	450.97	452.66
HPE (m)	4.85	68.56	131.64	193.60	254.29	312.55	368.87	419.39	452.66
TIEMPO	T=	6.620	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.828	-.819	-.786	-.736	-.665	-.584	-.488	-.258	.000
Q (m3/seg)	-.527	-.521	-.500	-.468	-.423	-.372	-.311	-.164	.000
HP (m)	257.47	283.02	308.23	333.53	357.98	382.13	404.69	410.68	411.64
HPE (m)	4.83	61.96	118.75	175.63	231.66	287.39	341.53	379.10	411.64
TIEMPO	T=	6.863	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.366	-1.350	-1.322	-1.265	-1.065	-.820	-.558	-.281	.000
Q (m3/seg)	-.869	-.859	-.841	-.805	-.678	-.522	-.355	-.179	.000
HP (m)	257.35	275.14	293.00	310.83	313.36	312.90	312.52	312.10	312.00
HPE (m)	4.71	54.08	103.52	152.93	187.04	218.16	249.36	280.52	312.00
TIEMPO	T=	7.105	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.704	-1.570	-1.384	-1.186	-.966	-.737	-.495	-.249	.000
Q (m3/seg)	-1.084	-.999	-.881	-.755	-.615	-.469	-.315	-.159	.000
HP (m)	257.42	252.18	244.65	236.66	229.63	223.26	218.62	215.47	214.39
HPE (m)	4.78	31.12	55.17	78.76	103.31	128.52	155.46	183.89	214.39
TIEMPO	T=	7.347	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.012	-1.004	-.988	-.935	-.754	-.565	-.379	-.189	.000
Q (m3/seg)	-.644	-.639	-.629	-.595	-.480	-.359	-.241	-.120	.000
HP (m)	257.41	224.83	192.90	165.62	154.66	146.43	139.83	136.30	134.65
HPE (m)	4.77	3.77	3.42	7.72	28.34	51.69	76.67	104.72	134.65
TIEMPO	T=	7.589	seg						

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.173	-.177	-.189	-.208	-.230	-.253	-.251	-.126	.000
Q (m3/seg)	-.110	-.113	-.120	-.132	-.146	-.161	-.160	-.080	.000
HP (m)	257.49	224.28	191.82	160.55	131.48	104.29	83.39	79.07	78.51
HPE (m)	4.85	3.22	2.34	2.65	5.16	9.55	20.23	47.49	78.51

TIEMPO T= 7.832 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.594	.584	.557	.509	.449	.374	.296	.209	.000
Q (m3/seg)	.378	.372	.354	.324	.286	.238	.188	.133	.000
HP (m)	257.46	229.76	202.01	175.08	148.52	123.74	99.64	78.42	73.73
HPE (m)	4.82	8.70	12.53	17.18	22.20	29.00	36.48	46.84	73.73

TIEMPO T= 8.074 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.189	1.182	1.146	1.097	1.022	.809	.550	.279	.000
Q (m3/seg)	.756	.752	.729	.698	.650	.515	.350	.178	.000
HP (m)	257.38	237.09	217.00	196.46	176.59	171.21	169.78	168.78	168.67
HPE (m)	4.74	16.03	27.52	38.56	50.27	76.47	106.62	137.20	168.67

TIEMPO T= 8.316 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.597	1.582	1.434	1.230	1.012	.772	.523	.264	.000
Q (m3/seg)	1.016	1.006	.912	.783	.644	.491	.332	.168	.000
HP (m)	257.29	244.52	246.58	251.72	256.96	261.57	265.28	267.69	268.53
HPE (m)	4.65	23.46	57.10	93.82	130.64	166.83	202.12	236.11	268.53

TIEMPO T= 8.558 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.275	1.266	1.208	1.024	.824	.624	.416	.210	.000
Q (m3/seg)	.811	.805	.769	.651	.524	.397	.265	.133	.000
HP (m)	257.37	287.70	314.16	325.60	335.12	343.61	349.47	353.38	354.41
HPE (m)	4.73	66.64	124.68	167.70	208.80	248.87	286.31	321.80	354.41

TIEMPO T= 8.800 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.459	.459	.462	.463	.465	.436	.291	.144	.000
Q (m3/seg)	.292	.292	.294	.294	.296	.278	.185	.092	.000
HP (m)	257.47	291.01	323.91	354.98	383.99	406.88	413.64	416.90	418.70
HPE (m)	4.83	69.95	134.43	197.08	257.67	312.14	350.48	385.32	418.70

TIEMPO T= 9.043 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.344	-.335	-.309	-.271	-.219	-.161	-.097	-.036	.000
Q (m3/seg)	-.219	-.213	-.197	-.172	-.139	-.103	-.062	-.023	.000
HP (m)	257.49	287.37	316.82	345.68	372.94	399.15	422.55	444.37	459.40
HPE (m)	4.85	66.31	127.34	187.78	246.62	304.41	359.39	412.79	459.40

TIEMPO T= 9.285 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.002	-.988	-.958	-.903	-.835	-.744	-.526	-.266	.000
Q (m3/seg)	-.637	-.628	-.609	-.575	-.531	-.473	-.335	-.170	.000
HP (m)	257.41	280.15	302.96	325.23	347.94	369.60	376.73	378.92	379.91
HPE (m)	4.77	59.09	113.48	167.33	221.62	274.86	313.57	347.34	379.91

TIEMPO T= 9.527 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.463	-1.458	-1.421	-1.255	-1.034	-.796	-.539	-.273	.000
Q (m3/seg)	-.930	-.927	-.904	-.799	-.658	-.506	-.343	-.174	.000

HP (m)	257.44	272.50	287.68	288.69	286.43	284.06	281.93	280.65	280.21
HPE (m)	4.80	51.44	98.20	130.79	160.11	189.32	218.77	249.07	280.21

TIEMPO T= 9.769 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-1.512	-1.469	-1.297	-1.099	-.896	-.677	-.456	-.228	.000
Q (m3/seg)	-.962	-.935	-.825	-.699	-.570	-.431	-.290	-.145	.000
HP (m)	257.32	233.66	223.54	214.48	205.59	198.67	192.92	189.66	188.41
HPE (m)	4.68	12.60	34.06	56.58	79.27	103.93	129.76	158.08	188.41

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

	LONG. (m)	TIEMPO (seg)	PRES.MAX (m)	!! !!	TIEMPO (seg)	PRES.MIN. (m)
1	.00	2.422	4.850	!!	.646	4.529
2	95.67	.807	75.795	!!	2.261	1.448
3	191.34	.807	145.875	!!	2.261	-1.045
4	287.01	.888	214.304	!!	2.261	-2.149
5	382.68	.969	279.047	!!	2.341	-1.172
6	478.36	1.050	338.985	!!	2.341	3.595
7	574.03	1.130	393.832	!!	2.422	11.975
8	669.70	1.211	443.324	!!	2.503	25.672
9	765.37	1.292	487.767	!!	2.584	44.392

PROGRAMA MCIT2.FOR
TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD	=	765.370 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	3.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
COTA TUBERIA EN EL INICIO	=	252.640 m
EXPONENTE M DE LA VALVULA	=	3.000

VELOCIDAD V0= 2.048 m/seg
CAUDAL Q0= 1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

	LONGITUD (m)	VELOC. (m/seg)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZ (m)	PRES. EST (m)
1	.00	2.048	1.303	257.38	4.74
2	95.67	2.048	1.303	256.95	35.89
3	191.34	2.048	1.303	256.52	67.04
4	287.01	2.048	1.303	256.09	98.19
5	382.68	2.048	1.303	255.66	129.34
6	478.36	2.048	1.303	255.22	160.48
7	574.03	2.048	1.303	254.79	191.63
8	669.70	2.048	1.303	254.36	222.78
9	765.37	2.048	1.303	253.93	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .081 seg

L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	1.937
Q	(m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.232
HP	(m)	257.17	256.90	256.47	256.03	255.60	255.17	254.74	254.31	267.35
HPE	(m)	4.53	35.84	66.99	98.13	129.28	160.43	191.58	222.73	267.35
TIEMPO	T=		.323	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	2.048	2.048	2.047	2.047	2.048	1.938	1.826	1.714	1.602
Q	(m3/seg)	1.303	1.303	1.302	1.302	1.303	1.233	1.162	1.090	1.019
HP	(m)	257.17	256.68	256.20	255.71	255.44	268.28	281.39	294.54	307.63
HPE	(m)	4.53	35.62	66.72	97.81	129.12	173.54	218.23	262.96	307.63
TIEMPO	T=		.565	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	2.050	2.049	1.940	1.828	1.716	1.604	1.493	1.386	1.279
Q	(m3/seg)	1.304	1.304	1.234	1.163	1.092	1.020	.950	.882	.814
HP	(m)	257.17	256.68	269.28	282.27	295.31	308.30	321.20	334.12	346.66
HPE	(m)	4.53	35.62	79.80	124.37	168.99	213.56	258.04	302.54	346.66
TIEMPO	T=		.807	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.616	1.614	1.610	1.499	1.390	1.284	1.180	1.080	.982
Q	(m3/seg)	1.028	1.027	1.024	.954	.885	.817	.750	.687	.624
HP	(m)	257.29	283.60	309.39	322.25	334.92	347.37	359.51	371.21	382.63
HPE	(m)	4.65	62.54	119.91	164.35	208.60	252.63	296.35	339.63	382.63
TIEMPO	T=		1.050	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.960	.960	.964	.970	.980	.989	.895	.805	.720
Q	(m3/seg)	.611	.611	.613	.617	.624	.629	.569	.512	.458
HP	(m)	257.42	283.27	308.99	334.42	359.35	383.54	394.51	404.98	414.96
HPE	(m)	4.78	62.21	119.51	176.52	233.03	288.80	331.35	373.40	414.96
TIEMPO	T=		1.292	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.333	.336	.345	.358	.378	.402	.431	.465	.499
Q	(m3/seg)	.212	.214	.219	.228	.240	.256	.274	.296	.317
HP	(m)	257.48	281.64	305.82	329.78	353.40	376.61	399.28	421.35	442.31
HPE	(m)	4.84	60.58	116.34	171.88	227.08	281.87	336.12	389.77	442.31
TIEMPO	T=		1.534	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.240	-.236	-.224	-.205	-.178	-.143	-.109	-.079	-.049
Q	(m3/seg)	-.153	-.150	-.143	-.131	-.113	-.091	-.066	-.043	-.028
HP	(m)	257.49	279.30	301.03	322.45	343.76	364.75	374.16	382.24	389.44
HPE	(m)	4.85	58.24	111.55	164.55	217.44	270.01	311.00	350.66	389.44
TIEMPO	T=		1.776	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.743	-.738	-.724	-.608	-.475	-.330	-.176	-.013	.158
Q	(m3/seg)	-.473	-.470	-.460	-.386	-.302	-.210	-.112	-.008	.101
HP	(m)	257.45	276.10	294.68	302.01	308.29	314.02	319.16	324.00	328.53
HPE	(m)	4.81	55.04	105.20	144.11	181.97	219.28	256.00	292.42	328.53
TIEMPO	T=		2.018	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.976	-.963	-.844	-.714	-.573	-.422	-.263	-.097	.073

Q	(m3/seg)	-.621	-.613	-.537	-.454	-.364	-.269	-.167	-.062	.047
HP	(m)	257.47	249.32	252.00	254.33	256.53	258.63	260.76	263.01	265.54
HPE	(m)	4.83	28.26	62.52	96.43	130.21	163.89	197.60	231.43	265.54
TIEMPO	T=		2.261	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.688	-.681	-.663	-.632	-.586	-.441	-.289	-.133	.028
Q	(m3/seg)	-.437	-.433	-.422	-.402	-.373	-.280	-.184	-.084	.018
HP	(m)	257.45	243.42	229.57	216.29	204.20	203.66	203.38	203.68	204.58
HPE	(m)	4.81	22.36	40.09	58.39	77.88	108.92	140.22	172.10	204.58
TIEMPO	T=		2.503	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.291	-.288	-.280	-.264	-.242	-.214	-.179	-.133	.007
Q	(m3/seg)	-.185	-.183	-.178	-.168	-.154	-.136	-.114	-.084	.005
HP	(m)	257.49	240.13	223.13	206.46	190.55	175.51	161.71	149.77	149.83
HPE	(m)	4.85	19.07	33.65	48.56	64.23	80.77	98.55	118.19	149.83
TIEMPO	T=		2.745	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.158	.158	.160	.161	.164	.167	.173	.173	.173
Q	(m3/seg)	.101	.101	.102	.103	.104	.106	.110	.110	.110
HP	(m)	257.49	238.95	220.75	202.88	185.60	169.21	153.73	150.43	149.51
HPE	(m)	4.85	17.89	31.27	44.98	59.28	74.47	90.57	118.85	149.51
TIEMPO	T=		2.987	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.613	.611	.605	.595	.591	.576	.553	.523	.487
Q	(m3/seg)	.390	.389	.385	.378	.372	.361	.348	.331	.310
HP	(m)	257.48	239.68	222.08	204.73	198.72	194.63	191.68	189.85	189.27
HPE	(m)	4.84	18.62	32.60	46.83	62.40	79.89	99.89	128.52	158.27
TIEMPO	T=		3.229	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	1.030	.937	.827	.705	.575	.438	.295	.148	.000
Q	(m3/seg)	.655	.596	.526	.449	.366	.279	.188	.094	.000
HP	(m)	257.46	252.54	249.01	246.12	243.76	241.97	240.69	239.94	239.79
HPE	(m)	4.82	31.48	59.53	88.22	117.44	147.23	177.53	208.36	239.79
TIEMPO	T=		3.472	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.799	.792	.771	.731	.694	.651	.604	.553	.500
Q	(m3/seg)	.508	.504	.491	.465	.438	.407	.372	.333	.289
HP	(m)	257.47	269.93	282.12	293.17	293.60	294.06	294.30	294.54	294.63
HPE	(m)	4.83	48.87	92.64	135.27	167.28	199.32	231.14	262.96	294.63
TIEMPO	T=		3.714	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.435	.430	.418	.398	.370	.333	.283	.228	.173
Q	(m3/seg)	.277	.274	.266	.253	.236	.212	.180	.141	.090
HP	(m)	257.49	273.88	290.04	305.61	320.66	334.73	346.95	347.92	348.29
HPE	(m)	4.85	52.82	100.56	147.71	194.34	239.99	283.79	316.34	348.29
TIEMPO	T=		3.956	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.000	-.002	-.006	-.012	-.020	-.032	-.047	-.065	-.080
Q	(m3/seg)	.000	-.001	-.004	-.007	-.013	-.020	-.030	-.041	-.050
HP	(m)	257.49	275.68	293.74	311.35	328.26	344.34	359.28	373.13	374.94
HPE	(m)	4.85	54.62	104.26	153.45	201.94	249.60	296.12	341.55	374.94

TIEMPO	T=	4.198	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.458	-.456	-.452	-.445	-.437	-.339	-.229	-.115	.000	
Q (m3/seg)	-.291	-.290	-.287	-.283	-.278	-.216	-.146	-.073	.000	
HP (m)	257.47	275.65	293.65	311.24	328.22	334.08	337.71	339.81	340.56	
HPE (m)	4.83	54.59	104.17	153.34	201.90	239.34	274.55	308.23	340.56	
TIEMPO	T=	4.441	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.889	-.886	-.789	-.675	-.551	-.420	-.283	-.143	.000	
Q (m3/seg)	-.566	-.564	-.502	-.429	-.350	-.267	-.180	-.091	.000	
HP (m)	257.47	273.87	279.77	283.98	287.35	290.03	291.91	292.95	293.31	
HPE (m)	4.83	52.81	90.29	126.08	161.03	195.29	228.75	261.37	293.31	
TIEMPO	T=	4.683	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.894	-.885	-.855	-.727	-.592	-.450	-.303	-.153	.000	
Q (m3/seg)	-.569	-.563	-.544	-.463	-.377	-.286	-.193	-.097	.000	
HP (m)	257.43	246.94	237.55	238.34	238.79	239.15	239.34	239.56	239.60	
HPE (m)	4.79	25.88	48.07	80.44	112.47	144.41	176.18	207.98	239.60	
TIEMPO	T=	4.925	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.568	-.563	-.547	-.523	-.488	-.435	-.292	-.147	.000	
Q (m3/seg)	-.361	-.358	-.348	-.333	-.310	-.277	-.185	-.093	.000	
HP (m)	257.48	242.29	227.39	212.83	199.21	187.25	186.09	185.27	185.07	
HPE (m)	4.84	21.23	37.91	54.93	72.89	92.51	122.93	153.69	185.07	
TIEMPO	T=	5.167	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.153	-.152	-.145	-.134	-.119	-.099	-.074	-.044	.000	
Q (m3/seg)	-.097	-.096	-.092	-.085	-.076	-.063	-.047	-.028	.000	
HP (m)	257.49	239.81	222.25	205.17	188.73	173.28	158.74	145.73	134.96	
HPE (m)	4.85	18.75	32.77	47.27	62.41	78.54	95.58	114.15	134.96	
TIEMPO	T=	5.409	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.299	.298	.297	.295	.292	.289	.201	.102	.000	
Q (m3/seg)	.190	.190	.189	.188	.185	.184	.128	.065	.000	
HP (m)	257.48	239.13	221.02	203.36	186.29	169.85	164.66	162.04	161.34	
HPE (m)	4.84	18.07	31.54	45.46	59.97	75.11	101.50	130.46	161.34	
TIEMPO	T=	5.652	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.743	.739	.732	.634	.519	.395	.268	.135	.000	
Q (m3/seg)	.472	.470	.465	.404	.330	.252	.170	.086	.000	
HP (m)	257.45	240.39	223.40	216.86	212.32	208.95	206.54	205.09	204.55	
HPE (m)	4.81	19.33	33.92	58.96	86.00	114.21	143.38	173.51	204.55	
TIEMPO	T=	5.894	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.970	.952	.838	.715	.582	.443	.298	.150	.000	
Q (m3/seg)	.617	.606	.533	.455	.371	.282	.190	.095	.000	
HP (m)	257.42	264.53	262.26	260.43	259.00	257.92	257.19	256.74	256.51	
HPE (m)	4.78	43.47	72.78	102.53	132.68	163.18	194.03	225.16	256.51	
TIEMPO	T=	6.136	seg							

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.690	.683	.665	.634	.582	.442	.298	.149	.000	
Q (m3/seg)	.439	.435	.423	.403	.370	.281	.189	.095	.000	
HP (m)	257.45	271.14	284.67	297.62	308.80	309.70	310.56	311.05	311.25	
HPE (m)	4.81	50.08	95.19	139.72	182.48	214.96	247.40	279.47	311.25	
TIEMPO	T=	6.378	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.302	.299	.289	.274	.251	.223	.187	.135	.000	
Q (m3/seg)	.192	.190	.184	.174	.160	.142	.119	.086	.000	
HP (m)	257.48	274.54	291.22	307.58	323.18	337.98	351.47	362.58	362.87	
HPE (m)	4.84	53.48	101.74	149.68	196.86	243.24	288.31	331.00	362.87	
TIEMPO	T=	6.620	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.141	-.141	-.143	-.145	-.148	-.152	-.158	-.085	.000	
Q (m3/seg)	-.090	-.090	-.091	-.092	-.094	-.097	-.101	-.054	.000	
HP (m)	257.49	275.80	293.78	311.39	328.41	344.48	359.68	363.73	364.86	
HPE (m)	4.85	54.74	104.30	153.49	202.09	249.74	296.52	332.15	364.86	
TIEMPO	T=	6.863	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.591	-.589	-.582	-.572	-.477	-.366	-.247	-.124	.000	
Q (m3/seg)	-.376	-.375	-.370	-.364	-.304	-.233	-.157	-.079	.000	
HP (m)	257.48	275.09	292.50	309.67	316.47	320.79	323.79	325.70	326.28	
HPE (m)	4.84	54.03	103.02	151.77	190.15	226.05	260.63	294.12	326.28	
TIEMPO	T=	7.105	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-1.004	-.918	-.812	-.693	-.566	-.430	-.290	-.145	.000	
Q (m3/seg)	-.639	-.584	-.517	-.441	-.360	-.274	-.184	-.093	.000	
HP (m)	257.41	263.22	266.97	270.03	272.54	274.46	275.85	276.64	276.83	
HPE (m)	4.77	42.16	77.49	112.13	146.22	179.72	212.69	245.06	276.83	
TIEMPO	T=	7.347	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.796	-.790	-.768	-.722	-.586	-.446	-.300	-.151	.000	
Q (m3/seg)	-.506	-.503	-.488	-.459	-.373	-.284	-.191	-.096	.000	
HP (m)	257.47	245.41	233.78	223.81	223.56	223.14	223.00	222.79	222.73	
HPE (m)	4.83	24.35	44.30	65.91	97.24	128.40	159.84	191.21	222.73	
TIEMPO	T=	7.589	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.442	-.438	-.426	-.405	-.377	-.338	-.280	-.140	.000	
Q (m3/seg)	-.281	-.278	-.271	-.258	-.240	-.215	-.178	-.089	.000	
HP (m)	257.48	241.46	225.62	210.44	195.68	182.10	170.85	170.00	169.54	
HPE (m)	4.84	20.40	36.14	52.54	69.36	87.36	107.69	138.42	169.54	
TIEMPO	T=	7.832	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.015	-.013	-.009	-.003	.007	.019	.035	.054	.000	
Q (m3/seg)	-.010	-.008	-.006	-.002	.004	.012	.022	.035	.000	
HP (m)	257.49	239.57	221.79	204.42	187.83	171.96	157.39	143.70	141.38	
HPE (m)	4.85	18.51	32.31	46.52	61.51	77.22	94.23	112.12	141.38	
TIEMPO	T=	8.074	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.436	.435	.431	.424	.417	.328	.223	.112	.000	
Q (m3/seg)	.278	.277	.274	.270	.265	.209	.142	.071	.000	

HP	(m)	257.48	239.53	221.71	204.40	187.55	180.97	177.11	175.05	174.21
HPE	(m)	4.84	18.47	32.23	46.50	61.23	86.23	113.95	143.47	174.21
TIEMPO		T=	8.316	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.863	.861	.772	.662	.540	.412	.277	.140	.000
Q	(m3/seg)	.549	.548	.491	.421	.344	.262	.176	.089	.000
HP	(m)	257.43	241.19	234.49	230.03	226.62	223.82	221.93	220.82	220.46
HPE	(m)	4.79	20.13	45.01	72.13	100.30	129.08	158.77	189.24	220.46

TIEMPO		T=	8.558	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.889	.878	.842	.716	.584	.444	.299	.151	.000
Q	(m3/seg)	.565	.559	.535	.455	.372	.282	.190	.096	.000
HP	(m)	257.43	267.38	275.59	274.75	274.25	273.86	273.65	273.43	273.38
HPE	(m)	4.79	46.32	86.11	116.85	147.93	179.12	210.49	241.85	273.38

TIEMPO		T=	8.800	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.573	.568	.551	.526	.489	.429	.288	.145	.000
Q	(m3/seg)	.364	.361	.351	.335	.311	.273	.183	.092	.000
HP	(m)	257.46	272.26	286.77	300.97	314.11	325.03	326.18	327.03	327.22
HPE	(m)	4.82	51.20	97.29	143.07	187.79	230.29	263.02	295.45	327.22

TIEMPO		T=	9.043	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	.166	.164	.157	.145	.129	.108	.083	.051	.000
Q	(m3/seg)	.106	.105	.100	.093	.082	.069	.053	.032	.000
HP	(m)	257.49	274.90	292.16	308.93	325.06	340.16	354.37	366.88	376.67
HPE	(m)	4.85	53.84	102.68	151.03	198.74	245.42	291.21	335.30	376.67

TIEMPO		T=	9.285	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.280	-.280	-.278	-.277	-.273	-.271	-.193	-.098	.000
Q	(m3/seg)	-.178	-.178	-.177	-.176	-.174	-.172	-.123	-.062	.000
HP	(m)	257.49	275.64	293.51	310.95	327.74	343.91	349.78	352.56	353.25
HPE	(m)	4.85	54.58	104.03	153.05	201.42	249.17	286.62	320.98	353.25

TIEMPO		T=	9.527	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.720	-.715	-.708	-.618	-.507	-.386	-.261	-.131	.000
Q	(m3/seg)	-.458	-.455	-.450	-.393	-.323	-.246	-.166	-.084	.000
HP	(m)	257.45	274.34	291.14	298.46	303.27	306.74	309.28	310.78	311.35
HPE	(m)	4.81	53.28	101.66	140.56	176.95	212.00	246.12	279.20	311.35

TIEMPO		T=	9.769	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	-.957	-.936	-.824	-.704	-.573	-.437	-.294	-.147	.000
Q	(m3/seg)	-.609	-.596	-.524	-.448	-.365	-.278	-.187	-.094	.000
HP	(m)	257.47	251.49	253.99	255.95	257.56	258.75	259.58	260.09	260.33
HPE	(m)	4.83	30.43	64.51	98.05	131.24	164.01	196.42	228.51	260.33

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

	LONG.	TIEMPO	PRES.MAX	!!	TIEMPO	PRES.MIN.
	(m)	(seg)	(m)	!!	(seg)	(m)
1	.00	2.664	4.850	!!	.646	4.529

2	95.67	.888	62.571	!!	2.745	17.892
3	191.34	.888	120.286	!!	2.826	31.252
4	287.01	.888	177.357	!!	2.745	44.977
5	382.68	.969	233.827	!!	2.745	59.278
6	478.36	1.050	288.795	!!	2.826	74.392
7	574.03	1.130	342.114	!!	2.745	90.574
8	669.70	1.211	393.352	!!	2.664	109.688
9	765.37	1.292	442.313	!!	2.584	133.347

PROGRAMA MCLT2.FOR
TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD	=	765.370	m
DIAMETRO	=	.900	m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019	
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920	m/seg
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	4.000	seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000	seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8	
COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490	m
COTA EN LA VALVULA	=	.000	m
COTA TUBERIA EN EL INICIO	=	252.640	m
EXPONENTE M DE LA VALVULA	=	3.000	

VELOCIDAD V0=	2.048	m/seg
CAUDAL Q0=	1.303	m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

	LONGITUD	VELOC.	CAUDAL	ALT.PIEZ	PRES. EST
	(m)	(m/seg)	(m3/s)	(m)	(m)
1	.00	2.048	1.303	257.38	4.74
2	95.67	2.048	1.303	256.95	35.89
3	191.34	2.048	1.303	256.52	67.04
4	287.01	2.048	1.303	256.09	98.19
5	382.68	2.048	1.303	255.66	129.34
6	478.36	2.048	1.303	255.22	160.48
7	574.03	2.048	1.303	254.79	191.63
8	669.70	2.048	1.303	254.36	222.78
9	765.37	2.048	1.303	253.93	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO		T=	.081	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	1.964
Q	(m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.250
HP	(m)	257.17	256.90	256.47	256.03	255.60	255.17	254.74	254.31	263.98
HPE	(m)	4.53	35.84	66.99	98.13	129.28	160.43	191.58	222.73	263.98
TIEMPO		T=	.323	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	2.048	2.048	2.047	2.047	2.048	1.966	1.882	1.797	1.713
Q	(m3/seg)	1.303	1.303	1.302	1.302	1.303	1.251	1.197	1.143	1.090
HP	(m)	257.17	256.68	256.20	255.71	255.44	264.96	274.68	284.46	294.24
HPE	(m)	4.53	35.62	66.72	97.81	129.12	170.22	211.52	252.88	294.24
TIEMPO		T=	.565	seg						
L	(m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V	(m/seg)	2.050	2.049	1.967	1.883	1.799	1.714	1.630	1.548	1.465

Q (m3/seg)	1.304	1.304	1.252	1.198	1.144	1.091	1.037	.985	.932
HP (m)	257.17	256.68	266.00	275.62	285.30	294.99	304.68	314.52	324.15
HPE (m)	4.53	35.62	76.52	117.72	158.98	200.25	241.52	282.94	324.15
TIEMPO	T=	.807	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.725	1.723	1.719	1.635	1.552	1.469	1.387	1.307	1.228
Q (m3/seg)	1.097	1.096	1.094	1.040	.987	.935	.882	.832	.781
HP (m)	257.26	276.88	296.17	305.82	315.41	324.96	334.39	343.61	352.80
HPE (m)	4.62	55.82	106.69	147.92	189.09	230.22	271.23	312.03	352.80
TIEMPO	T=	1.050	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.230	1.230	1.230	1.231	1.234	1.234	1.156	1.080	1.006
Q (m3/seg)	.782	.782	.783	.783	.785	.785	.736	.687	.640
HP (m)	257.37	276.97	296.51	315.91	335.04	353.79	362.79	371.58	380.17
HPE (m)	4.73	55.91	107.03	158.01	208.72	259.05	299.63	340.00	380.17
TIEMPO	T=	1.292	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.745	.747	.749	.754	.760	.769	.779	.792	.803
Q (m3/seg)	.474	.475	.477	.480	.484	.489	.496	.504	.511
HP (m)	257.45	276.43	295.46	314.39	333.15	351.71	369.99	387.97	405.29
HPE (m)	4.81	55.37	105.98	156.49	206.83	256.97	306.83	356.39	405.29
TIEMPO	T=	1.534	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.282	.284	.289	.296	.306	.321	.401	.489	.583
Q (m3/seg)	.180	.181	.184	.188	.195	.204	.255	.311	.371
HP (m)	257.48	275.64	293.73	311.60	329.43	347.07	356.90	365.80	374.07
HPE (m)	4.84	54.58	104.25	153.70	203.11	252.33	293.74	334.22	374.07
TIEMPO	T=	1.776	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.152	-.150	-.144	-.070	.013	.102	.197	.299	.405
Q (m3/seg)	-.097	-.096	-.091	-.045	.008	.065	.126	.190	.258
HP (m)	257.49	274.27	291.00	300.10	308.41	316.23	323.49	330.39	336.87
HPE (m)	4.85	53.21	101.52	142.20	182.09	221.49	260.33	298.81	336.87
TIEMPO	T=	2.018	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.424	-.415	-.337	-.251	-.158	-.059	.046	.155	.269
Q (m3/seg)	-.270	-.264	-.214	-.159	-.101	-.038	.029	.099	.171
HP (m)	257.48	256.82	263.30	269.47	275.33	280.90	286.21	291.29	296.23
HPE (m)	4.84	35.76	73.82	111.57	149.01	186.16	223.05	259.71	296.23
TIEMPO	T=	2.261	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.350	-.345	-.331	-.308	-.272	-.170	-.062	.051	.168
Q (m3/seg)	-.223	-.220	-.211	-.196	-.173	-.108	-.039	.033	.107
HP (m)	257.49	252.74	248.09	243.60	239.76	243.35	246.79	250.18	253.57
HPE (m)	4.85	31.68	58.61	85.70	113.44	148.61	183.63	218.60	253.57
TIEMPO	T=	2.503	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.193	-.190	-.180	-.162	-.137	-.104	-.065	-.016	.098
Q (m3/seg)	-.123	-.121	-.114	-.103	-.087	-.066	-.042	-.010	.062
HP (m)	257.49	249.77	242.23	234.77	227.57	220.75	214.37	208.97	211.15
HPE (m)	4.85	28.71	52.75	76.87	101.25	126.01	151.21	177.39	211.15

TIEMPO	T=	2.745	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.026	.029	.037	.049	.066	.088	.114	.087	.056
Q (m3/seg)	.017	.018	.024	.031	.042	.056	.073	.055	.036
HP (m)	257.49	247.57	237.85	228.24	218.92	209.98	201.52	200.66	201.37
HPE (m)	4.85	26.51	48.37	70.34	92.60	115.24	138.36	169.08	201.37
TIEMPO	T=	2.987	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.291	.292	.296	.302	.252	.198	.142	.086	.031
Q (m3/seg)	.185	.186	.188	.192	.160	.126	.090	.055	.020
HP (m)	257.49	246.27	235.14	224.22	220.60	218.40	216.97	216.45	216.81
HPE (m)	4.85	25.21	45.66	66.32	94.28	123.66	153.81	184.87	216.81
TIEMPO	T=	3.229	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.577	.519	.453	.384	.313	.239	.164	.089	.014
Q (m3/seg)	.367	.330	.288	.244	.199	.152	.104	.056	.009
HP (m)	257.48	252.80	249.18	246.14	243.71	241.90	240.73	240.21	240.47
HPE (m)	4.84	31.74	59.70	88.24	117.39	147.16	177.57	208.63	240.47
TIEMPO	T=	3.472	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.478	.474	.463	.439	.356	.270	.183	.094	.005
Q (m3/seg)	.304	.302	.294	.280	.226	.171	.116	.060	.003
HP (m)	257.48	263.20	268.85	273.88	272.36	271.21	270.37	270.01	270.07
HPE (m)	4.84	42.14	79.37	115.98	146.04	176.47	207.21	238.43	270.07
TIEMPO	T=	3.714	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.304	.301	.291	.277	.256	.229	.192	.156	.121
Q (m3/seg)	.193	.191	.185	.176	.163	.146	.122	.101	.081
HP (m)	257.49	265.68	273.79	281.70	289.48	297.01	303.64	303.53	303.53
HPE (m)	4.85	44.62	84.31	123.80	163.16	202.27	240.48	271.95	303.53
TIEMPO	T=	3.956	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.077	.074	.067	.057	.042	.023	.000	-.026	.000
Q (m3/seg)	.049	.047	.043	.036	.027	.015	.000	-.017	.000
HP (m)	257.49	267.47	277.47	287.29	296.89	306.15	315.06	323.49	324.59
HPE (m)	4.85	46.41	87.99	129.39	170.57	211.41	251.90	291.91	324.59
TIEMPO	T=	4.198	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.190	-.191	-.194	-.200	-.208	-.162	-.109	-.055	.000
Q (m3/seg)	-.121	-.122	-.124	-.127	-.132	-.103	-.069	-.035	.000
HP (m)	257.49	268.73	279.89	290.88	301.51	305.12	307.26	308.55	308.97
HPE (m)	4.85	47.67	90.41	132.98	175.19	210.38	244.10	276.97	308.97
TIEMPO	T=	4.441	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.476	-.476	-.420	-.355	-.288	-.217	-.146	-.073	.000
Q (m3/seg)	-.303	-.303	-.267	-.226	-.183	-.138	-.093	-.047	.000
HP (m)	257.47	269.15	273.95	277.53	280.48	282.78	284.45	285.36	285.69
HPE (m)	4.83	48.09	84.47	119.63	154.15	188.04	221.29	253.78	285.69
TIEMPO	T=	4.683	seg						

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.521	-.517	-.499	-.422	-.341	-.258	-.173	-.087	.000
Q (m3/seg)	-.332	-.329	-.318	-.269	-.217	-.164	-.110	-.056	.000
HP (m)	257.48	252.77	248.81	251.14	253.08	254.58	255.68	256.41	256.64
HPE (m)	4.84	31.71	59.33	93.24	126.76	159.84	192.52	224.83	256.64
TIEMPO	T=	4.925	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.370	-.366	-.356	-.340	-.317	-.282	-.189	-.095	.000
Q (m3/seg)	-.235	-.233	-.227	-.216	-.202	-.179	-.120	-.060	.000
HP (m)	257.48	250.12	242.80	235.64	228.73	222.72	223.16	223.45	223.52
HPE (m)	4.84	29.06	53.32	77.74	102.41	127.98	160.00	191.87	223.52
TIEMPO	T=	5.167	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.159	-.157	-.149	-.137	-.120	-.098	-.072	-.041	.000
Q (m3/seg)	-.101	-.100	-.095	-.087	-.076	-.063	-.046	-.026	.000
HP (m)	257.49	248.11	238.72	229.46	220.46	211.72	203.39	195.47	188.85
HPE (m)	4.85	27.05	49.24	71.56	94.14	116.98	140.23	163.89	188.85
TIEMPO	T=	5.409	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.095	.096	.101	.108	.119	.132	.093	.047	.000
Q (m3/seg)	.060	.061	.064	.069	.076	.084	.059	.030	.000
HP (m)	257.49	246.59	235.77	225.23	214.83	204.78	201.69	200.32	199.82
HPE (m)	4.85	25.53	46.29	67.33	88.51	110.04	138.53	168.74	199.82
TIEMPO	T=	5.652	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.375	.376	.377	.325	.263	.199	.134	.067	.000
Q (m3/seg)	.239	.239	.240	.207	.167	.127	.085	.043	.000
HP (m)	257.49	245.91	234.44	229.66	226.38	223.81	222.08	220.97	220.61
HPE (m)	4.85	24.85	44.96	71.76	100.06	129.07	158.92	189.39	220.61
TIEMPO	T=	5.894	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.556	.544	.475	.401	.325	.246	.165	.082	.000
Q (m3/seg)	.353	.346	.302	.255	.207	.156	.105	.052	.000
HP (m)	257.48	260.25	257.02	254.25	251.97	250.18	248.89	248.11	247.77
HPE (m)	4.84	39.19	67.54	96.35	125.65	155.44	185.73	216.53	247.77
TIEMPO	T=	6.136	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.428	.425	.413	.395	.363	.275	.185	.093	.000
Q (m3/seg)	.272	.270	.263	.252	.231	.175	.117	.059	.000
HP (m)	257.49	263.97	270.39	276.68	281.92	280.92	280.24	279.86	279.72
HPE (m)	4.85	42.91	80.91	118.78	155.60	186.18	217.08	248.28	279.72
TIEMPO	T=	6.378	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.237	.234	.226	.212	.193	.168	.138	.096	.000
Q (m3/seg)	.151	.149	.144	.135	.123	.107	.088	.061	.000
HP (m)	257.49	266.28	274.92	283.48	291.87	299.93	307.64	314.02	314.05
HPE (m)	4.85	45.22	85.44	125.58	165.55	205.19	244.48	282.44	314.05
TIEMPO	T=	6.620	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.003	-.005	-.011	-.020	-.033	-.049	-.068	-.038	.000
Q (m3/seg)	-.002	-.003	-.007	-.013	-.021	-.031	-.043	-.024	.000

HP (m)	257.49	267.96	278.26	288.48	298.43	308.09	317.31	319.72	320.22
HPE (m)	4.85	46.90	88.78	130.58	172.11	213.35	254.15	288.14	320.22
TIEMPO	T=	6.863	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.277	-.277	-.280	-.283	-.236	-.179	-.121	-.060	.000
Q (m3/seg)	-.176	-.176	-.178	-.180	-.150	-.114	-.077	-.038	.000
HP (m)	257.48	268.89	280.21	291.35	295.88	298.62	300.63	301.82	302.24
HPE (m)	4.84	47.83	90.73	133.45	169.56	203.88	237.47	270.24	302.24
TIEMPO	T=	7.105	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.564	-.511	-.446	-.377	-.305	-.231	-.155	-.077	.000
Q (m3/seg)	-.358	-.325	-.284	-.240	-.194	-.147	-.098	-.049	.000
HP (m)	257.48	262.71	266.52	269.72	272.36	274.44	275.93	276.83	277.05
HPE (m)	4.84	41.65	77.04	111.82	146.04	179.70	212.77	245.25	277.05
TIEMPO	T=	7.347	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.479	-.474	-.463	-.435	-.352	-.266	-.179	-.090	.000
Q (m3/seg)	-.304	-.302	-.294	-.277	-.224	-.169	-.114	-.057	.000
HP (m)	257.47	251.95	246.51	242.17	243.74	245.01	245.97	246.52	246.69
HPE (m)	4.83	30.89	57.03	84.27	117.42	150.27	182.81	214.94	246.69
TIEMPO	T=	7.589	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.308	-.305	-.296	-.281	-.260	-.232	-.190	-.096	.000
Q (m3/seg)	-.196	-.194	-.188	-.179	-.165	-.148	-.121	-.061	.000
HP (m)	257.49	249.44	241.50	233.72	226.11	218.77	212.81	212.92	213.02
HPE (m)	4.85	28.38	52.02	75.82	99.79	124.03	149.65	181.34	213.02
TIEMPO	T=	7.832	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.084	-.082	-.075	-.064	-.049	-.030	-.007	.020	.000
Q (m3/seg)	-.054	-.052	-.048	-.041	-.031	-.019	-.004	.013	.000
HP (m)	257.49	247.64	237.76	228.07	218.58	209.47	200.65	192.38	190.80
HPE (m)	4.85	26.58	48.28	70.17	92.26	114.73	137.49	160.80	190.80
TIEMPO	T=	8.074	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.179	.181	.184	.190	.198	.157	.106	.053	.000
Q (m3/seg)	.114	.115	.117	.121	.126	.100	.067	.034	.000
HP (m)	257.49	246.34	235.30	224.40	213.88	209.74	207.55	206.21	205.82
HPE (m)	4.85	25.28	45.82	66.50	87.56	115.00	144.39	174.63	205.82
TIEMPO	T=	8.316	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.463	.463	.413	.349	.283	.214	.143	.072	.000
Q (m3/seg)	.295	.295	.263	.222	.180	.136	.091	.046	.000
HP (m)	257.48	245.92	240.56	236.90	233.90	231.58	229.89	228.98	228.63
HPE (m)	4.84	24.86	51.08	79.00	107.58	136.84	166.73	197.40	228.63
TIEMPO	T=	8.558	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.520	.516	.493	.417	.338	.256	.171	.086	.000
Q (m3/seg)	.331	.328	.314	.266	.215	.163	.109	.055	.000
HP (m)	257.48	261.93	265.24	262.88	260.91	259.39	258.28	257.54	257.31
HPE (m)	4.84	40.87	75.76	104.98	134.59	164.65	195.12	225.96	257.31

TIEMPO	T=	8.800	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.373	.369	.359	.342	.319	.279	.187	.094	.000
Q (m3/seg)	.237	.235	.229	.218	.203	.178	.119	.060	.000
HP (m)	257.49	264.69	271.85	278.85	285.55	290.92	290.49	290.19	290.13
HPE (m)	4.85	43.63	82.37	120.95	159.23	196.18	227.33	258.61	290.13

TIEMPO	T=	9.043	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.165	.164	.156	.143	.126	.104	.077	.045	.000
Q (m3/seg)	.105	.104	.099	.091	.080	.066	.049	.029	.000
HP (m)	257.49	266.75	275.99	285.12	293.98	302.60	310.77	318.50	324.51
HPE (m)	4.85	45.69	86.51	127.22	167.66	207.86	247.61	286.92	324.51

TIEMPO	T=	9.285	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.085	-.087	-.091	-.099	-.110	-.123	-.089	-.045	.000
Q (m3/seg)	-.054	-.055	-.058	-.063	-.070	-.078	-.057	-.029	.000
HP (m)	257.49	268.29	279.00	289.43	299.73	309.64	313.21	314.65	315.16
HPE (m)	4.85	47.23	89.52	131.53	173.41	214.90	250.05	283.07	315.16

TIEMPO	T=	9.527	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.364	-.364	-.365	-.318	-.258	-.195	-.131	-.066	.000
Q (m3/seg)	-.231	-.232	-.232	-.202	-.164	-.124	-.084	-.042	.000
HP (m)	257.48	268.98	280.36	285.64	289.03	291.63	293.39	294.52	294.88
HPE (m)	4.84	47.92	90.88	127.74	162.71	196.89	230.23	262.94	294.88

TIEMPO	T=	9.769	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.551	-.537	-.469	-.396	-.321	-.242	-.163	-.081	.000
Q (m3/seg)	-.351	-.342	-.298	-.252	-.204	-.154	-.103	-.052	.000
HP (m)	257.48	255.39	258.70	261.52	263.86	265.68	267.01	267.81	268.14
HPE (m)	4.84	34.33	69.22	103.62	137.54	170.94	203.85	236.23	268.14

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

	LONG. (m)	TIEMPO (seg)	PRES.MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES.MIN. (m)
1	.00	1.695	4.850	!!	.646	4.529
2	95.67	.969	55.945	!!	5.732	24.799
3	191.34	.969	107.120	!!	5.652	44.960
4	287.01	.969	158.168	!!	5.571	65.642
5	382.68	.969	208.764	!!	5.490	87.289
6	478.36	1.050	259.046	!!	5.409	110.044
7	574.03	1.130	308.738	!!	5.329	134.265
8	669.70	1.211	357.538	!!	5.248	160.200
9	765.37	1.292	405.294	!!	5.167	188.846

PROGRAMA MCIT2.FOR
TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD = 765.370 m
DIAMETRO = .900 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019

ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 5.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
COTA EN LA VALVULA = .000 m
COTA TUBERIA EN EL INICIO = 252.640 m
EXPONENTE M DE LA VALVULA = 3.000

VELOCIDAD V0= 2.048 m/seg
CAUDAL Q0= 1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

	LONGITUD (m)	VELOC. (m/seg)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZ (m)	PRES.EST (m)
1	.00	2.048	1.303	257.38	4.74
2	95.67	2.048	1.303	256.95	35.89
3	191.34	2.048	1.303	256.52	67.04
4	287.01	2.048	1.303	256.09	98.19
5	382.68	2.048	1.303	255.66	129.34
6	478.36	2.048	1.303	255.22	160.48
7	574.03	2.048	1.303	254.79	191.63
8	669.70	2.048	1.303	254.36	222.78
9	765.37	2.048	1.303	253.93	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO	T=	.081	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	1.981
Q (m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.260
HP (m)	257.17	256.90	256.47	256.03	255.60	255.17	254.74	254.31	261.96
HPE (m)	4.53	35.84	66.99	98.13	129.28	160.43	191.58	222.73	261.96

TIEMPO	T=	.323	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.048	2.048	2.047	2.047	2.048	1.982	1.915	1.847	1.780
Q (m3/seg)	1.303	1.303	1.302	1.302	1.303	1.261	1.218	1.175	1.132
HP (m)	257.17	256.68	256.20	255.71	255.44	262.97	270.66	278.40	286.16
HPE (m)	4.53	35.62	66.72	97.81	129.12	168.23	207.50	246.82	286.16

TIEMPO	T=	.565	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.050	2.049	1.984	1.916	1.849	1.781	1.713	1.647	1.580
Q (m3/seg)	1.304	1.304	1.262	1.219	1.176	1.133	1.090	1.048	1.005
HP (m)	257.17	256.68	264.04	271.64	279.29	286.96	294.66	302.55	310.28
HPE (m)	4.53	35.62	74.56	113.74	152.97	192.22	231.50	270.97	310.28

TIEMPO	T=	.807	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.790	1.789	1.785	1.718	1.650	1.583	1.516	1.450	1.384
Q (m3/seg)	1.139	1.138	1.136	1.093	1.050	1.007	.965	.923	.881
HP (m)	257.25	272.84	288.19	295.85	303.50	311.15	318.75	326.23	333.76
HPE (m)	4.61	51.78	98.71	137.95	177.18	216.41	255.59	294.65	333.76

TIEMPO	T=	1.050	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.394	1.393	1.393	1.392	1.393	1.390	1.325	1.261	1.198
Q (m3/seg)	.887	.886	.886	.886	.886	.885	.843	.802	.762
HP (m)	257.34	273.03	288.67	304.26	319.65	334.82	342.26	349.60	356.86
HPE (m)	4.70	51.97	99.19	146.36	193.33	240.08	279.10	318.02	356.86

TIEMPO T= 1.292 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	1.002	1.002	1.003	1.004	1.006	1.009	1.013	1.017	1.021	
Q (m3/seg)	.637	.638	.638	.639	.640	.642	.644	.647	.649	
HP (m)	257.41	272.83	288.33	303.77	319.12	334.35	349.43	364.34	378.82	
HPE (m)	4.77	51.77	98.85	145.87	192.80	239.61	286.27	332.76	378.82	
TIEMPO T= 1.534 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.620	.620	.622	.624	.629	.635	.689	.748	.810	
Q (m3/seg)	.394	.394	.396	.397	.400	.404	.438	.476	.515	
HP (m)	257.46	272.60	287.71	302.64	317.58	332.40	341.53	350.01	358.05	
HPE (m)	4.82	51.54	98.23	144.74	191.26	237.66	278.37	318.43	358.05	
TIEMPO T= 1.776 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.250	.251	.254	.305	.362	.424	.488	.557	.629	
Q (m3/seg)	.159	.160	.162	.194	.230	.270	.310	.354	.400	
HP (m)	257.49	271.98	286.43	295.31	303.61	311.54	319.00	326.20	333.05	
HPE (m)	4.85	50.92	96.95	137.41	177.29	216.80	255.84	294.62	333.05	
TIEMPO T= 2.018 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.008	-.003	.053	.114	.179	.248	.321	.397	.476	
Q (m3/seg)	-.005	-.002	.034	.073	.114	.158	.204	.253	.303	
HP (m)	257.49	259.59	266.90	273.94	280.70	287.20	293.43	299.40	305.18	
HPE (m)	4.85	38.53	77.42	116.04	154.38	192.46	230.27	267.82	305.18	
TIEMPO T= 2.261 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.022	-.019	-.009	.007	.032	.106	.184	.266	.350	
Q (m3/seg)	-.014	-.012	-.006	.005	.021	.068	.117	.169	.223	
HP (m)	257.49	256.82	256.18	255.62	255.44	260.61	265.53	270.28	274.88	
HPE (m)	4.85	35.76	66.70	97.72	129.12	165.87	202.37	238.70	274.88	
TIEMPO T= 2.503 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.023	.025	.033	.048	.068	.093	.124	.163	.250	
Q (m3/seg)	.014	.016	.021	.030	.043	.059	.079	.104	.159	
HP (m)	257.49	254.61	251.84	249.06	246.39	243.87	241.54	239.76	243.35	
HPE (m)	4.85	33.55	62.36	91.16	120.07	149.13	178.38	208.18	243.35	
TIEMPO T= 2.745 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.117	.120	.127	.139	.156	.177	.202	.192	.180	
Q (m3/seg)	.075	.076	.081	.089	.099	.112	.129	.122	.115	
HP (m)	257.49	252.70	248.05	243.41	238.90	234.56	230.43	231.42	233.35	
HPE (m)	4.85	31.64	58.57	85.51	112.58	139.82	167.27	199.84	233.35	
TIEMPO T= 2.987 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.256	.257	.263	.272	.244	.215	.186	.157	.130	
Q (m3/seg)	.163	.164	.167	.173	.155	.137	.118	.100	.083	
HP (m)	257.49	251.21	244.99	238.86	237.70	237.50	237.79	238.67	240.15	
HPE (m)	4.85	30.15	55.51	80.96	111.38	142.76	174.63	207.09	240.15	
TIEMPO T= 3.229 seg										

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.426	.387	.345	.302	.259	.216	.174	.131	.091	
Q (m3/seg)	.271	.246	.219	.192	.165	.138	.110	.084	.058	
HP (m)	257.49	254.95	253.16	251.83	250.94	250.53	250.61	251.21	252.41	
HPE (m)	4.85	33.89	63.68	93.93	124.62	155.79	187.45	219.63	252.41	
TIEMPO T= 3.472 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.349	.347	.341	.328	.274	.221	.167	.114	.060	
Q (m3/seg)	.222	.221	.217	.209	.175	.140	.106	.072	.038	
HP (m)	257.49	261.52	265.53	269.17	268.42	268.04	268.00	268.44	269.30	
HPE (m)	4.85	40.46	76.05	111.27	142.10	173.30	204.84	236.86	269.30	
TIEMPO T= 3.714 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.231	.229	.223	.215	.202	.185	.162	.139	.114	
Q (m3/seg)	.147	.146	.142	.137	.128	.118	.103	.083	.063	
HP (m)	257.49	262.93	268.34	273.66	279.01	284.29	289.11	289.47	290.11	
HPE (m)	4.85	41.87	78.86	115.76	152.69	189.55	225.95	257.89	290.11	
TIEMPO T= 3.956 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.081	.079	.074	.066	.054	.040	.023	.004	.020	
Q (m3/seg)	.051	.050	.047	.042	.035	.026	.015	.002	.013	
HP (m)	257.49	264.13	270.82	277.45	284.00	290.43	296.73	302.87	304.13	
HPE (m)	4.85	43.07	81.34	119.55	157.68	195.69	233.57	271.29	304.13	
TIEMPO T= 4.198 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.100	-.101	-.104	-.110	-.119	-.091	-.058	-.025	.009	
Q (m3/seg)	-.063	-.064	-.066	-.070	-.076	-.058	-.037	-.016	.006	
HP (m)	257.49	265.24	272.94	280.57	288.00	290.70	292.44	293.60	294.22	
HPE (m)	4.85	44.18	83.46	122.67	161.68	195.96	229.28	262.02	294.22	
TIEMPO T= 4.441 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.301	-.302	-.266	-.224	-.180	-.136	-.090	-.044	.003	
Q (m3/seg)	-.192	-.192	-.169	-.142	-.115	-.086	-.057	-.028	.002	
HP (m)	257.49	265.91	269.66	272.52	274.89	276.78	278.17	279.00	279.40	
HPE (m)	4.85	44.85	80.18	114.62	148.57	182.04	215.01	247.42	279.40	
TIEMPO T= 4.683 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.349	-.346	-.334	-.281	-.227	-.171	-.115	-.058	.001	
Q (m3/seg)	-.222	-.220	-.212	-.179	-.144	-.109	-.073	-.037	.000	
HP (m)	257.48	254.98	252.94	255.15	256.97	258.40	259.44	260.15	260.40	
HPE (m)	4.84	33.92	63.46	97.25	130.65	163.66	196.28	228.57	260.40	
TIEMPO T= 4.925 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.262	-.259	-.252	-.240	-.223	-.197	-.132	-.066	.000	
Q (m3/seg)	-.167	-.165	-.160	-.152	-.142	-.125	-.084	-.042	.000	
HP (m)	257.49	253.09	248.72	244.40	240.25	236.60	237.26	237.65	237.78	
HPE (m)	4.85	32.03	59.24	86.50	113.93	141.86	174.10	206.07	237.78	
TIEMPO T= 5.167 seg										
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.131	-.130	-.124	-.113	-.099	-.081	-.059	-.033	.000	
Q (m3/seg)	-.084	-.083	-.079	-.072	-.063	-.051	-.037	-.021	.000	

HP (m)	257.49	251.52	245.51	239.57	233.75	228.09	222.61	217.39	212.89
HPE (m)	4.85	30.46	56.03	81.67	107.43	133.35	159.45	185.81	212.89
TIEMPO	T=	5.409	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.035	.037	.041	.049	.060	.073	.052	.026	.000
Q (m3/seg)	.022	.023	.026	.031	.038	.047	.033	.017	.000
HP (m)	257.49	250.13	242.82	235.69	228.64	221.76	219.65	218.65	218.35
HPE (m)	4.85	29.07	53.34	77.79	102.32	127.02	156.49	187.07	218.35
TIEMPO	T=	5.652	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.230	.231	.233	.200	.162	.122	.082	.041	.000
Q (m3/seg)	.146	.147	.148	.127	.103	.078	.052	.026	.000
HP (m)	257.49	249.27	241.09	237.52	234.98	233.03	231.69	230.85	230.56
HPE (m)	4.85	28.21	51.61	79.62	108.66	138.29	168.53	199.27	230.56
TIEMPO	T=	5.894	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.366	.358	.311	.263	.212	.160	.107	.053	.000
Q (m3/seg)	.233	.228	.198	.167	.135	.102	.068	.034	.000
HP (m)	257.49	258.70	255.87	253.44	251.43	249.84	248.70	247.99	247.70
HPE (m)	4.85	37.64	66.39	95.54	125.11	155.10	185.54	216.41	247.70
TIEMPO	T=	6.136	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.296	.294	.286	.273	.250	.189	.127	.064	.000
Q (m3/seg)	.189	.187	.182	.174	.159	.121	.081	.041	.000
HP (m)	257.49	261.25	264.99	268.64	271.67	270.50	269.72	269.25	269.09
HPE (m)	4.85	40.19	75.51	110.74	145.35	175.76	206.56	237.67	269.09
TIEMPO	T=	6.378	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.181	.178	.172	.161	.146	.126	.102	.070	.000
Q (m3/seg)	.115	.113	.110	.102	.093	.080	.065	.044	.000
HP (m)	257.49	262.99	268.38	273.78	279.08	284.25	289.20	293.37	293.29
HPE (m)	4.85	41.93	78.90	115.88	152.76	189.51	226.04	261.79	293.29
TIEMPO	T=	6.620	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.026	.025	.019	.010	-.002	-.017	-.035	-.020	.000
Q (m3/seg)	.017	.016	.012	.006	-.001	-.011	-.022	-.013	.000
HP (m)	257.49	264.43	271.26	278.06	284.72	291.19	297.46	299.07	299.44
HPE (m)	4.85	43.37	81.78	120.16	158.40	196.45	234.30	267.49	299.44
TIEMPO	T=	6.863	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.160	-.161	-.164	-.170	-.141	-.107	-.072	-.036	.000
Q (m3/seg)	-.102	-.103	-.105	-.108	-.090	-.068	-.046	-.023	.000
HP (m)	257.49	265.46	273.37	281.19	284.46	286.51	287.98	288.88	289.17
HPE (m)	4.85	44.40	83.89	123.29	158.14	191.77	224.82	257.30	289.17
TIEMPO	T=	7.105	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.366	-.330	-.287	-.242	-.196	-.148	-.099	-.049	.000
Q (m3/seg)	-.233	-.210	-.183	-.154	-.124	-.094	-.063	-.031	.000
HP (m)	257.48	261.67	264.81	267.46	269.67	271.40	272.66	273.40	273.59
HPE (m)	4.84	40.61	75.33	109.56	143.35	176.66	209.50	241.82	273.59

TIEMPO	T=	7.347	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.325	-.322	-.314	-.295	-.238	-.180	-.121	-.061	.000	
Q (m3/seg)	-.207	-.205	-.200	-.188	-.152	-.114	-.077	-.039	.000	
HP (m)	257.49	254.38	251.36	249.01	250.65	251.93	252.92	253.48	253.66	
HPE (m)	4.85	33.32	61.88	91.11	124.33	157.19	189.76	221.90	253.66	
TIEMPO	T=	7.589	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.225	-.222	-.215	-.204	-.188	-.166	-.135	-.068	.000	
Q (m3/seg)	-.143	-.141	-.137	-.130	-.119	-.106	-.086	-.043	.000	
HP (m)	257.49	252.58	247.69	242.94	238.19	233.63	229.86	230.19	230.29	
HPE (m)	4.85	31.52	58.21	85.04	111.87	138.89	166.70	198.61	230.29	
TIEMPO	T=	7.832	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.084	-.081	-.075	-.066	-.052	-.036	-.015	.008	.000	
Q (m3/seg)	-.053	-.052	-.048	-.042	-.033	-.023	-.010	.005	.000	
HP (m)	257.49	251.09	244.66	238.31	232.09	226.03	220.19	214.56	213.57	
HPE (m)	4.85	30.03	55.18	80.41	105.77	131.29	157.03	182.98	213.57	
TIEMPO	T=	8.074	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.093	.094	.098	.105	.115	.091	.061	.031	.000	
Q (m3/seg)	.059	.060	.062	.067	.073	.058	.039	.020	.000	
HP (m)	257.49	249.83	242.22	234.73	227.44	224.56	222.94	222.03	221.70	
HPE (m)	4.85	28.77	52.74	76.83	101.12	129.82	159.78	190.45	221.70	
TIEMPO	T=	8.316	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.293	.294	.261	.220	.178	.134	.090	.045	.000	
Q (m3/seg)	.187	.187	.166	.140	.113	.085	.057	.029	.000	
HP (m)	257.49	249.11	245.01	242.08	239.73	237.85	236.53	235.78	235.52	
HPE (m)	4.85	28.05	55.53	84.18	113.41	143.11	173.37	204.20	235.52	
TIEMPO	T=	8.558	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.348	.345	.330	.278	.225	.170	.114	.057	.000	
Q (m3/seg)	.221	.219	.210	.177	.143	.108	.072	.036	.000	
HP (m)	257.49	259.83	261.44	259.22	257.38	255.94	254.89	254.20	253.97	
HPE (m)	4.85	38.77	71.96	101.32	131.06	161.20	191.73	222.62	253.97	
TIEMPO	T=	8.800	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.264	.261	.254	.242	.224	.196	.131	.066	.000	
Q (m3/seg)	.168	.166	.161	.154	.143	.125	.083	.042	.000	
HP (m)	257.49	261.79	266.06	270.29	274.29	277.54	276.87	276.47	276.34	
HPE (m)	4.85	40.73	76.58	112.39	147.97	182.80	213.71	244.89	276.34	
TIEMPO	T=	9.043	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.136	.134	.128	.117	.103	.084	.062	.036	.000	
Q (m3/seg)	.086	.085	.081	.075	.065	.054	.040	.023	.000	
HP (m)	257.49	263.38	269.30	275.15	280.89	286.47	291.88	296.96	301.08	
HPE (m)	4.85	42.32	79.82	117.25	154.57	191.73	228.72	265.38	301.08	
TIEMPO	T=	9.285	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	

V (m/seg)	-0.029	-0.030	-0.035	-0.043	-0.054	-0.068	-0.050	-0.025	.000
Q (m3/seg)	-0.018	-0.019	-0.022	-0.028	-0.034	-0.043	-0.032	-0.016	.000
HP (m)	257.49	264.79	272.02	279.09	286.07	292.88	295.30	296.36	296.66
HPE (m)	4.85	43.73	82.54	121.19	159.75	198.14	232.14	264.78	296.66

TIEMPO T= 9.527 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-0.222	-0.223	-0.226	-0.196	-0.159	-0.120	-0.080	-0.040	.000
Q (m3/seg)	-0.141	-0.142	-0.144	-0.125	-0.101	-0.076	-0.051	-0.026	.000
HP (m)	257.49	265.66	273.79	277.68	280.29	282.25	283.62	284.46	284.76
HPE (m)	4.85	44.60	84.31	119.78	153.97	187.51	220.46	252.88	284.76

TIEMPO T= 9.769 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-0.363	-0.354	-0.308	-0.259	-0.209	-0.158	-0.106	-0.053	.000
Q (m3/seg)	-0.231	-0.225	-0.196	-0.165	-0.133	-0.101	-0.067	-0.034	.000
HP (m)	257.49	256.73	259.60	262.06	264.10	265.72	266.87	267.59	267.88
HPE (m)	4.85	35.67	70.12	104.16	137.78	170.98	203.71	236.01	267.88

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

	LONG. (m)	TIEMPO (seg)	PRES.MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES.MIN. (m)
1	.00	2.018	4.850	!!	.646	4.529
2	95.67	1.050	51.966	!!	5.732	28.017
3	191.34	1.050	99.195	!!	5.652	51.612
4	287.01	1.050	146.355	!!	5.571	75.832
5	382.68	1.050	193.331	!!	5.490	100.961
6	478.36	1.130	240.210	!!	5.409	127.020
7	574.03	1.130	286.779	!!	5.329	154.207
8	669.70	1.211	333.058	!!	5.248	182.626
9	765.37	1.292	378.819	!!	5.167	212.890

PROGRAMA MCLT2.FOR

TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD	=	765.370 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	6.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
COTA TUBERIA EN EL INICIO	=	252.640 m
EXPONENTE M DE LA VALVULA	=	3.000

VELOCIDAD V0= 2.048 m/seg
CAUDAL Q0= 1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

	LONGITUD (m)	VELOC. (m/seg)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZ (m)	PRES. EST (m)
1	.00	2.048	1.303	257.38	4.74
2	95.67	2.048	1.303	256.95	35.89
3	191.34	2.048	1.303	256.52	67.04

4	287.01	2.048	1.303	256.09	98.19
5	382.68	2.048	1.303	255.66	129.34
6	478.36	2.048	1.303	255.22	160.48
7	574.03	2.048	1.303	254.79	191.63
8	669.70	2.048	1.303	254.36	222.78
9	765.37	2.048	1.303	253.93	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .081 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	2.048	1.992
Q (m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.303	1.267
HP (m)	257.17	256.90	256.47	256.03	255.60	255.17	254.74	254.31	260.61
HPE (m)	4.53	35.84	66.99	98.13	129.28	160.43	191.58	222.73	260.61

TIEMPO T= .323 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.048	2.048	2.047	2.047	2.048	1.993	1.937	1.881	1.824
Q (m3/seg)	1.303	1.303	1.302	1.302	1.303	1.268	1.232	1.197	1.161
HP (m)	257.17	256.68	256.20	255.71	255.44	261.64	267.98	274.36	280.76
HPE (m)	4.53	35.62	66.72	97.81	129.12	166.90	204.82	242.78	280.76

TIEMPO T= .565 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	2.050	2.049	1.994	1.938	1.882	1.825	1.768	1.713	1.657
Q (m3/seg)	1.304	1.304	1.269	1.233	1.197	1.161	1.125	1.090	1.054
HP (m)	257.17	256.68	262.73	268.98	275.28	281.60	287.95	294.51	300.92
HPE (m)	4.53	35.62	73.25	111.08	148.96	186.86	224.79	262.93	300.92

TIEMPO T= .807 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.834	1.832	1.829	1.773	1.716	1.660	1.604	1.548	1.492
Q (m3/seg)	1.166	1.166	1.164	1.128	1.092	1.056	1.020	.985	.949
HP (m)	257.23	270.15	282.86	289.18	295.50	301.84	308.16	314.40	320.71
HPE (m)	4.59	49.09	93.38	131.28	169.18	207.10	245.00	282.82	320.71

TIEMPO T= 1.050 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.503	1.503	1.502	1.501	1.500	1.498	1.442	1.387	1.332
Q (m3/seg)	.956	.956	.955	.955	.955	.953	.917	.882	.847
HP (m)	257.32	270.35	283.35	296.32	309.14	321.82	328.08	334.31	340.49
HPE (m)	4.68	49.29	93.87	138.42	182.82	227.08	264.92	302.73	340.49

TIEMPO T= 1.292 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.176	1.177	1.178	1.178
Q (m3/seg)	.747	.748	.747	.747	.748	.748	.749	.749	.749
HP (m)	257.38	270.29	283.28	296.23	309.13	321.96	334.70	347.33	359.66
HPE (m)	4.74	49.23	93.80	138.33	182.81	227.22	271.54	315.75	359.66

TIEMPO T= 1.534 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.852	.852	.852	.853	.855	.857	.896	.939	.984
Q (m3/seg)	.542	.542	.542	.543	.544	.545	.570	.597	.626
HP (m)	257.43	270.29	283.12	295.81	308.52	321.17	329.42	337.20	344.66
HPE (m)	4.79	49.23	93.64	137.91	182.20	226.43	266.26	305.62	344.66

TIEMPO T= 1.776 seg

L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.535	.535	.536	.574	.617	.662	.708	.758	.810
Q (m3/seg)	.340	.340	.341	.365	.392	.421	.451	.482	.516
HP (m)	257.47	270.00	282.50	290.70	298.45	305.92	313.03	319.94	326.58
HPE (m)	4.83	48.94	93.02	132.80	172.13	211.18	249.87	288.36	326.58
TIEMPO	T=	2.018	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.299	.303	.345	.391	.439	.490	.543	.600	.657
Q (m3/seg)	.190	.193	.220	.249	.279	.312	.346	.381	.418
HP (m)	257.48	260.64	267.82	274.78	281.52	288.03	294.32	300.39	306.29
HPE (m)	4.84	39.58	78.34	116.88	155.20	193.29	231.16	268.81	306.29
TIEMPO	T=	2.261	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.247	.249	.256	.268	.286	.342	.400	.461	.524
Q (m3/seg)	.157	.159	.163	.171	.182	.217	.254	.293	.333
HP (m)	257.49	258.69	259.90	261.14	262.65	268.26	273.63	278.81	283.83
HPE (m)	4.85	37.63	70.42	103.24	136.33	173.52	210.47	247.23	283.83
TIEMPO	T=	2.503	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.238	.240	.246	.256	.272	.291	.314	.344	.410
Q (m3/seg)	.151	.153	.156	.163	.173	.185	.200	.219	.261
HP (m)	257.49	257.06	256.72	256.34	256.00	255.73	255.54	255.70	259.94
HPE (m)	4.85	36.00	67.24	98.44	129.68	160.99	192.38	224.12	259.94
TIEMPO	T=	2.745	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.266	.268	.274	.284	.297	.314	.335	.331	.325
Q (m3/seg)	.169	.170	.174	.181	.189	.200	.213	.210	.207
HP (m)	257.48	255.56	253.74	251.89	250.11	248.40	246.80	248.84	251.50
HPE (m)	4.84	34.50	64.26	93.99	123.79	153.66	183.64	217.26	251.50
TIEMPO	T=	2.987	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.330	.332	.336	.344	.327	.309	.291	.275	.260
Q (m3/seg)	.210	.211	.214	.219	.208	.197	.185	.175	.165
HP (m)	257.48	254.27	251.09	247.96	248.39	249.50	250.92	252.73	254.93
HPE (m)	4.84	33.21	61.61	90.06	122.07	154.76	187.76	221.15	254.93
TIEMPO	T=	3.229	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.423	.396	.366	.338	.310	.282	.255	.229	.205
Q (m3/seg)	.269	.252	.233	.215	.197	.179	.162	.146	.130
HP (m)	257.48	256.68	256.42	256.48	256.86	257.58	258.66	260.11	262.00
HPE (m)	4.84	35.62	66.94	98.58	130.54	162.84	195.50	228.53	262.00
TIEMPO	T=	3.472	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.346	.345	.342	.334	.298	.262	.228	.193	.159
Q (m3/seg)	.220	.219	.217	.212	.190	.167	.145	.123	.101
HP (m)	257.48	261.12	264.75	268.13	268.36	268.89	269.69	270.87	272.40
HPE (m)	4.84	40.06	75.27	110.23	142.04	174.15	206.53	239.29	272.40
TIEMPO	T=	3.714	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.246	.245	.241	.236	.228	.218	.204	.162	.120
Q (m3/seg)	.156	.156	.153	.150	.145	.139	.130	.103	.076

HP (m)	257.49	261.91	266.33	270.70	275.13	279.56	283.71	284.71	285.98
HPE (m)	4.85	40.85	76.85	112.80	148.81	184.82	220.55	253.13	285.98
TIEMPO	T=	3.956	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.127	.125	.122	.116	.109	.099	.088	.075	.087
Q (m3/seg)	.081	.080	.078	.074	.069	.063	.056	.048	.056
HP (m)	257.49	262.66	267.88	273.09	278.27	283.43	288.55	293.63	295.35
HPE (m)	4.85	41.60	78.40	115.19	151.95	188.69	225.39	262.05	295.35
TIEMPO	T=	4.198	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.013	-.014	-.016	-.021	-.028	-.009	.013	.036	.059
Q (m3/seg)	-.008	-.009	-.010	-.013	-.018	-.006	.008	.023	.038
HP (m)	257.49	263.47	269.42	275.35	281.16	283.70	285.60	287.13	288.30
HPE (m)	4.85	42.41	79.94	117.45	154.84	188.96	222.44	255.55	288.30
TIEMPO	T=	4.441	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.169	-.170	-.145	-.116	-.087	-.057	-.026	.005	.038
Q (m3/seg)	-.107	-.108	-.092	-.074	-.055	-.036	-.016	.003	.024
HP (m)	257.49	264.07	267.37	270.04	272.35	274.33	275.95	277.16	278.07
HPE (m)	4.85	43.01	77.89	112.14	146.03	179.59	212.79	245.58	278.07
TIEMPO	T=	4.683	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.221	-.218	-.210	-.174	-.136	-.098	-.058	-.019	.022
Q (m3/seg)	-.140	-.139	-.134	-.111	-.087	-.062	-.037	-.012	.014
HP (m)	257.49	256.51	255.85	258.13	260.10	261.76	263.09	264.16	264.84
HPE (m)	4.85	35.45	66.37	100.23	133.78	167.02	199.93	232.58	264.84
TIEMPO	T=	4.925	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.179	-.177	-.172	-.163	-.150	-.131	-.084	-.037	.012
Q (m3/seg)	-.114	-.113	-.109	-.104	-.096	-.083	-.054	-.023	.007
HP (m)	257.49	255.17	252.85	250.54	248.32	246.38	247.39	248.13	248.60
HPE (m)	4.85	34.11	63.37	92.64	122.00	151.64	184.23	216.55	248.60
TIEMPO	T=	5.167	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.105	-.104	-.099	-.090	-.078	-.063	-.044	-.022	.005
Q (m3/seg)	-.067	-.066	-.063	-.057	-.050	-.040	-.028	-.014	.003
HP (m)	257.49	253.93	250.32	246.73	243.18	239.68	236.24	232.90	229.99
HPE (m)	4.85	32.87	60.84	88.83	116.86	144.94	173.08	201.32	229.99
TIEMPO	T=	5.409	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.001	.001	.005	.013	.024	.037	.027	.015	.002
Q (m3/seg)	-.001	.000	.003	.008	.015	.024	.017	.009	.001
HP (m)	257.49	252.67	247.87	243.18	238.50	233.90	232.58	232.02	231.91
HPE (m)	4.85	31.61	58.39	85.28	112.18	139.16	169.42	200.44	231.91
TIEMPO	T=	5.652	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.132	.133	.137	.116	.093	.070	.047	.024	.000
Q (m3/seg)	.084	.085	.087	.074	.059	.044	.030	.015	.000
HP (m)	257.49	251.67	245.88	243.31	241.48	240.08	239.12	238.53	238.35
HPE (m)	4.85	30.61	56.40	85.41	115.16	145.34	175.96	206.95	238.35

TIEMPO	T=	5.894	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.234	.229	.197	.165	.133	.100	.066	.033	.000	
Q (m3/seg)	.149	.146	.126	.105	.084	.063	.042	.021	.000	
HP (m)	257.49	257.88	255.48	253.39	251.67	250.30	249.31	248.70	248.45	
HPE (m)	4.85	36.82	66.00	95.49	125.35	155.56	186.15	217.12	248.45	
TIEMPO	T=	6.136	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.199	.198	.193	.184	.169	.128	.086	.043	.000	
Q (m3/seg)	.127	.126	.123	.117	.107	.081	.054	.027	.000	
HP (m)	257.49	259.49	261.49	263.48	265.08	263.83	262.97	262.45	262.28	
HPE (m)	4.85	38.43	72.01	105.58	138.76	169.09	199.81	230.87	262.28	
TIEMPO	T=	6.378	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.135	.133	.128	.120	.108	.093	.075	.050	.000	
Q (m3/seg)	.086	.085	.082	.076	.069	.059	.048	.032	.000	
HP (m)	257.49	260.70	263.86	267.07	270.27	273.47	276.62	279.33	279.19	
HPE (m)	4.85	39.64	74.38	109.17	143.95	178.73	213.46	247.75	279.19	
TIEMPO	T=	6.620	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.041	.039	.034	.026	.015	.001	-.016	-.010	.000	
Q (m3/seg)	.026	.025	.021	.016	.009	.000	-.010	-.006	.000	
HP (m)	257.49	261.91	266.26	270.63	274.97	279.24	283.44	284.47	284.69	
HPE (m)	4.85	40.85	76.78	112.73	148.65	184.50	220.28	252.89	284.69	
TIEMPO	T=	6.863	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.083	-.085	-.089	-.095	-.079	-.060	-.040	-.020	.000	
Q (m3/seg)	-.053	-.054	-.056	-.061	-.050	-.038	-.025	-.013	.000	
HP (m)	257.49	262.99	268.46	273.88	276.13	277.51	278.52	279.13	279.33	
HPE (m)	4.85	41.93	78.98	115.98	149.81	182.77	215.36	247.55	279.33	
TIEMPO	T=	7.105	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.231	-.206	-.178	-.149	-.119	-.089	-.059	-.029	.000	
Q (m3/seg)	-.147	-.131	-.113	-.094	-.076	-.057	-.038	-.019	.000	
HP (m)	257.49	260.76	263.27	265.40	267.18	268.58	269.59	270.20	270.35	
HPE (m)	4.85	39.70	73.79	107.50	140.86	173.84	206.43	238.62	270.35	
TIEMPO	T=	7.347	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.214	-.213	-.207	-.195	-.157	-.118	-.079	-.040	.000	
Q (m3/seg)	-.136	-.135	-.132	-.124	-.100	-.075	-.050	-.025	.000	
HP (m)	257.49	255.91	254.35	253.25	254.85	256.13	257.10	257.67	257.85	
HPE (m)	4.85	34.85	64.87	95.35	128.53	161.39	193.94	226.09	257.85	
TIEMPO	T=	7.589	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.160	-.158	-.153	-.145	-.133	-.118	-.096	-.048	.000	
Q (m3/seg)	-.102	-.101	-.097	-.092	-.085	-.075	-.061	-.031	.000	
HP (m)	257.49	254.70	251.92	249.18	246.39	243.63	241.34	241.78	241.93	
HPE (m)	4.85	33.64	62.44	91.28	120.07	148.89	178.18	210.20	241.93	
TIEMPO	T=	7.832	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	

V (m/seg)	-.076	-.074	-.069	-.061	-.050	-.035	-.018	.002	.000	
Q (m3/seg)	-.049	-.047	-.044	-.039	-.032	-.022	-.011	.001	.000	
HP (m)	257.49	253.54	249.54	245.56	241.61	237.70	233.85	230.06	229.39	
HPE (m)	4.85	32.48	60.06	87.66	115.29	142.96	170.69	198.48	229.39	
TIEMPO	T=	8.074	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.038	.039	.043	.051	.061	.049	.033	.016	.000	
Q (m3/seg)	.024	.025	.028	.032	.039	.031	.021	.010	.000	
HP (m)	257.49	252.34	247.22	242.15	237.20	235.28	234.24	233.64	233.44	
HPE (m)	4.85	31.28	57.74	84.25	110.88	140.54	171.08	202.06	233.44	
TIEMPO	T=	8.316	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.178	.179	.157	.131	.105	.079	.052	.026	.000	
Q (m3/seg)	.113	.114	.100	.084	.067	.050	.033	.017	.000	
HP (m)	257.49	251.42	248.35	246.14	244.34	242.92	241.91	241.35	241.15	
HPE (m)	4.85	30.36	58.87	88.24	118.02	148.18	178.75	209.77	241.15	
TIEMPO	T=	8.558	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.226	.224	.214	.179	.144	.108	.072	.036	.000	
Q (m3/seg)	.144	.142	.136	.114	.092	.069	.046	.023	.000	
HP (m)	257.49	258.61	259.23	257.21	255.53	254.20	253.23	252.60	252.39	
HPE (m)	4.85	37.55	69.75	99.31	129.21	159.46	190.07	221.02	252.39	
TIEMPO	T=	8.800	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.182	.180	.175	.167	.155	.135	.091	.045	.000	
Q (m3/seg)	.116	.115	.111	.106	.099	.086	.058	.029	.000	
HP (m)	257.49	259.85	262.22	264.58	266.86	268.68	267.88	267.39	267.23	
HPE (m)	4.85	38.79	72.74	106.68	140.54	173.94	204.72	235.81	267.23	
TIEMPO	T=	9.043	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.108	.107	.102	.093	.082	.067	.049	.028	.000	
Q (m3/seg)	.069	.068	.065	.059	.052	.042	.031	.018	.000	
HP (m)	257.49	261.02	264.59	268.17	271.73	275.26	278.75	282.14	284.95	
HPE (m)	4.85	39.96	75.11	110.27	145.40	180.52	215.59	250.56	284.95	
TIEMPO	T=	9.285	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	.005	.003	-.001	-.009	-.020	-.033	-.025	-.013	.000	
Q (m3/seg)	.003	.002	-.001	-.006	-.013	-.021	-.016	-.008	.000	
HP (m)	257.49	262.26	267.01	271.66	276.31	280.89	282.47	283.11	283.31	
HPE (m)	4.85	41.20	77.53	113.76	149.99	186.15	219.31	251.53	283.31	
TIEMPO	T=	9.527	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.127	-.128	-.132	-.114	-.091	-.068	-.046	-.023	.000	
Q (m3/seg)	-.081	-.081	-.084	-.072	-.058	-.043	-.029	-.015	.000	
HP (m)	257.49	263.27	269.02	271.81	273.68	275.09	276.06	276.67	276.87	
HPE (m)	4.85	42.21	79.54	113.91	147.36	180.35	212.90	245.09	276.87	
TIEMPO	T=	9.769	seg							
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37	
V (m/seg)	-.233	-.226	-.195	-.163	-.131	-.098	-.065	-.032	.000	
Q (m3/seg)	-.148	-.144	-.124	-.104	-.083	-.063	-.042	-.021	.000	
HP (m)	257.49	257.40	259.83	261.92	263.66	265.04	266.03	266.64	266.89	

HPE (m) 4.85 36.34 70.35 104.02 137.34 170.30 202.87 235.06 266.89

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

	LONG. (m)	TIEMPO (seg)	PRES.MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES.MIN. (m)
1	.00	4.198	4.850	!!	.646	4.529
2	95.67	1.211	49.322	!!	5.732	30.333
3	191.34	1.130	93.902	!!	5.652	56.404
4	287.01	1.050	138.417	!!	5.571	83.164
5	382.68	1.130	182.884	!!	5.490	110.770
6	478.36	1.130	227.330	!!	5.409	139.162
7	574.03	1.211	271.663	!!	5.329	168.423
8	669.70	1.292	315.754	!!	7.832	198.479
9	765.37	1.292	359.657	!!	7.832	229.391

PROGRAMA MC1T2.FOR

TUBERIA UN SOLO TRAMO CON DIAMETRO CONSTANTE
CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

LONGITUD = 765.370 m
DIAMETRO = .900 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019
ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 7.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
COTA EN LA VALVULA = .000 m
COTA TUBERIA EN EL INICIO = 252.640 m
EXPONENTE M DE LA VALVULA = 3.000

VELOCIDAD V0= 2.048 m/seg
CAUDAL Q0= 1.303 m3/seg

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

	LONGITUD (m)	VELOC. (m/seg)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZ (m)	PRES.EST (m)
1	.00	2.048	1.303	257.38	4.74
2	95.67	2.048	1.303	256.95	35.89
3	191.34	2.048	1.303	256.52	67.04
4	287.01	2.048	1.303	256.09	98.19
5	382.68	2.048	1.303	255.66	129.34
6	478.36	2.048	1.303	255.22	160.48
7	574.03	2.048	1.303	254.79	191.63
8	669.70	2.048	1.303	254.36	222.78
9	765.37	2.048	1.303	253.93	253.93

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

	TIEMPO	T=	.081	seg
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01 382.68 478.36 574.03 669.70 765.37
V (m/seg)	2.047	2.048	2.048	2.048 2.048 2.048 2.048 2.048 2.000
Q (m3/seg)	1.302	1.303	1.303	1.303 1.303 1.303 1.303 1.303 1.273
HP (m)	257.17	256.90	256.47	256.03 255.60 255.17 254.74 254.31 259.65
HPE (m)	4.53	35.84	66.99	98.13 129.28 160.43 191.58 222.73 259.65
TIEMPO	T=	.323	seg	

L (m) .00 95.67 191.34 287.01 382.68 478.36 574.03 669.70 765.37
V (m/seg) 2.048 2.048 2.047 2.047 2.048 2.001 1.953 1.905 1.856
Q (m3/seg) 1.303 1.303 1.302 1.302 1.303 1.273 1.242 1.212 1.181
HP (m) 257.17 256.68 256.20 255.71 255.44 260.70 266.06 271.47 276.90
HPE (m) 4.53 35.62 66.72 97.81 129.12 165.96 202.90 239.89 276.90

TIEMPO T= .565 seg

L (m) .00 95.67 191.34 287.01 382.68 478.36 574.03 669.70 765.37
V (m/seg) 2.050 2.049 2.002 1.954 1.905 1.857 1.808 1.761 1.713
Q (m3/seg) 1.304 1.304 1.274 1.243 1.212 1.181 1.150 1.120 1.090
HP (m) 257.17 256.68 261.80 267.09 272.41 277.76 283.14 288.74 294.20
HPE (m) 4.53 35.62 72.32 109.19 146.09 183.02 219.98 257.16 294.20

TIEMPO T= .807 seg

L (m) .00 95.67 191.34 287.01 382.68 478.36 574.03 669.70 765.37
V (m/seg) 1.865 1.864 1.861 1.812 1.764 1.715 1.666 1.619 1.570
Q (m3/seg) 1.186 1.186 1.184 1.153 1.122 1.091 1.060 1.030 .999
HP (m) 257.22 268.22 279.05 284.41 289.77 295.15 300.54 305.84 311.24
HPE (m) 4.58 47.16 89.57 126.51 163.45 200.41 237.38 274.26 311.24

TIEMPO T= 1.050 seg

L (m) .00 95.67 191.34 287.01 382.68 478.36 574.03 669.70 765.37
V (m/seg) 1.582 1.581 1.580 1.579 1.578 1.575 1.527 1.479 1.431
Q (m3/seg) 1.006 1.006 1.005 1.004 1.004 1.002 .971 .941 .910
HP (m) 257.30 268.41 279.51 290.58 301.54 312.40 317.77 323.13 328.47
HPE (m) 4.66 47.35 90.03 132.68 175.22 217.66 254.61 291.55 328.47

TIEMPO T= 1.292 seg

L (m) .00 95.67 191.34 287.01 382.68 478.36 574.03 669.70 765.37
V (m/seg) 1.299 1.300 1.299 1.298 1.298 1.297 1.297 1.297 1.295
Q (m3/seg) .827 .827 .826 .826 .826 .825 .825 .825 .824
HP (m) 257.36 268.41 279.55 290.67 301.75 312.79 323.77 334.68 345.35
HPE (m) 4.72 47.35 90.07 132.77 175.43 218.05 260.61 303.10 345.35

TIEMPO T= 1.534 seg

L (m) .00 95.67 191.34 287.01 382.68 478.36 574.03 669.70 765.37
V (m/seg) 1.020 1.020 1.020 1.020 1.020 1.021 1.051 1.084 1.118
Q (m3/seg) .649 .649 .649 .649 .649 .650 .669 .689 .711
HP (m) 257.41 268.52 279.61 290.57 301.58 312.54 319.97 327.04 333.87
HPE (m) 4.77 47.46 90.13 132.67 175.26 217.80 256.81 295.46 333.87

TIEMPO T= 1.776 seg

L (m) .00 95.67 191.34 287.01 382.68 478.36 574.03 669.70 765.37
V (m/seg) .744 .744 .745 .774 .807 .842 .878 .916 .956
Q (m3/seg) .473 .473 .474 .493 .514 .536 .558 .583 .608
HP (m) 257.45 268.39 279.32 286.78 293.89 300.78 307.37 313.83 320.07
HPE (m) 4.81 47.33 89.84 128.88 167.57 206.04 244.21 282.25 320.07

TIEMPO T= 2.018 seg

L (m) .00 95.67 191.34 287.01 382.68 478.36 574.03 669.70 765.37
V (m/seg) .531 .534 .567 .603 .640 .680 .721 .764 .808
Q (m3/seg) .338 .340 .361 .383 .407 .432 .459 .486 .514
HP (m) 257.47 260.99 267.75 274.33 280.73 286.95 292.99 298.85 304.57
HPE (m) 4.83 39.93 78.27 116.43 154.41 192.21 229.83 267.27 304.57

TIEMPO T= 2.261 seg

L (m) .00 95.67 191.34 287.01 382.68 478.36 574.03 669.70 765.37
V (m/seg) .463 .464 .469 .478 .491 .534 .580 .627 .676
Q (m3/seg) .294 .295 .299 .304 .313 .340 .369 .399 .430

V (m/seg)	.090	.089	.086	.081	.073	.064	.052	.036	.001
Q (m3/seg)	.057	.057	.055	.052	.047	.041	.033	.023	.001
HP (m)	257.49	259.63	261.73	263.89	266.07	268.26	270.45	272.38	272.32
HPE (m)	4.85	38.57	72.25	105.99	139.75	173.52	207.29	240.80	272.32
TIEMPO	T=	6.620	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.028	.027	.023	.018	.010	.000	-.012	-.007	.000
Q (m3/seg)	.018	.017	.015	.011	.006	.000	-.007	-.004	.000
HP (m)	257.49	260.44	263.33	266.27	269.20	272.13	275.06	275.75	275.92
HPE (m)	4.85	39.38	73.85	108.37	142.88	177.39	211.90	244.17	275.92
TIEMPO	T=	6.863	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.055	-.056	-.059	-.064	-.053	-.040	-.027	-.013	.000
Q (m3/seg)	-.035	-.036	-.038	-.041	-.034	-.026	-.017	-.009	.000
HP (m)	257.49	261.22	264.95	268.66	270.14	271.01	271.65	272.03	272.16
HPE (m)	4.85	40.16	75.47	110.76	143.82	176.27	208.49	240.45	272.16
TIEMPO	T=	7.105	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.157	-.140	-.120	-.100	-.080	-.059	-.039	-.020	.000
Q (m3/seg)	-.100	-.089	-.076	-.063	-.051	-.038	-.025	-.012	.000
HP (m)	257.49	259.75	261.45	262.89	264.07	265.00	265.66	266.06	266.15
HPE (m)	4.85	38.69	71.97	104.99	137.75	170.26	202.50	234.48	266.15
TIEMPO	T=	7.347	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.144	-.143	-.140	-.132	-.106	-.079	-.053	-.027	.000
Q (m3/seg)	-.092	-.091	-.089	-.084	-.067	-.050	-.034	-.017	.000
HP (m)	257.49	256.38	255.29	254.52	255.68	256.61	257.31	257.72	257.85
HPE (m)	4.85	35.32	65.81	96.62	129.36	161.87	194.15	226.14	257.85
TIEMPO	T=	7.589	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.107	-.106	-.103	-.098	-.091	-.081	-.066	-.033	.000
Q (m3/seg)	-.068	-.068	-.066	-.062	-.058	-.051	-.042	-.021	.000
HP (m)	257.49	255.62	253.75	251.91	250.02	248.14	246.58	246.95	247.07
HPE (m)	4.85	34.56	64.27	94.01	123.70	153.40	183.42	215.37	247.07
TIEMPO	T=	7.832	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.052	-.050	-.047	-.042	-.034	-.024	-.012	.002	.000
Q (m3/seg)	-.033	-.032	-.030	-.026	-.021	-.015	-.008	.001	.000
HP (m)	257.49	254.87	252.21	249.54	246.87	244.20	241.54	238.88	238.42
HPE (m)	4.85	33.81	62.73	91.64	120.55	149.46	178.38	207.30	238.42
TIEMPO	T=	8.074	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.024	.025	.029	.034	.042	.034	.023	.011	.000
Q (m3/seg)	.015	.016	.018	.022	.027	.021	.014	.007	.000
HP (m)	257.49	254.02	250.56	247.12	243.73	242.47	241.81	241.43	241.31
HPE (m)	4.85	32.96	61.08	89.22	117.41	147.73	178.65	209.85	241.31
TIEMPO	T=	8.316	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.120	.121	.106	.088	.070	.053	.035	.018	.000
Q (m3/seg)	.076	.077	.067	.056	.045	.033	.022	.011	.000
HP (m)	257.49	253.27	251.21	249.74	248.56	247.64	246.99	246.64	246.51

HPE (m)	4.85	32.21	61.73	91.84	122.24	152.90	183.83	215.06	246.51
TIEMPO	T=	8.558	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.153	.151	.145	.121	.097	.072	.048	.024	.000
Q (m3/seg)	.097	.096	.092	.077	.061	.046	.031	.015	.000
HP (m)	257.49	258.31	258.76	257.34	256.16	255.23	254.56	254.11	253.97
HPE (m)	4.85	37.25	69.28	99.44	129.84	160.49	191.40	222.53	253.97
TIEMPO	T=	8.800	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.122	.121	.118	.113	.105	.092	.062	.031	.000
Q (m3/seg)	.078	.077	.075	.072	.067	.059	.039	.020	.000
HP (m)	257.49	259.09	260.70	262.31	263.85	265.08	264.45	264.07	263.94
HPE (m)	4.85	38.03	71.22	104.41	137.53	170.34	201.29	232.49	263.94
TIEMPO	T=	9.043	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.073	.072	.069	.063	.055	.046	.034	.019	.000
Q (m3/seg)	.046	.046	.044	.040	.035	.029	.021	.012	.000
HP (m)	257.49	259.83	262.21	264.61	267.01	269.41	271.82	274.19	276.17
HPE (m)	4.85	38.77	72.73	106.71	140.69	174.67	208.66	242.61	276.17
TIEMPO	T=	9.285	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	.004	.003	.000	-.006	-.014	-.023	-.018	-.009	.000
Q (m3/seg)	-.003	.002	.000	-.004	-.009	-.015	-.011	-.006	.000
HP (m)	257.49	260.69	263.87	267.01	270.17	273.32	274.37	274.78	274.91
HPE (m)	4.85	39.63	74.39	109.11	143.85	178.58	211.21	243.20	274.91
TIEMPO	T=	9.527	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.085	-.086	-.089	-.077	-.061	-.046	-.031	-.015	.000
Q (m3/seg)	-.054	-.055	-.057	-.049	-.039	-.029	-.020	-.010	.000
HP (m)	257.49	261.46	265.41	267.27	268.48	269.39	269.99	270.38	270.51
HPE (m)	4.85	40.40	75.93	109.37	142.16	174.65	206.83	238.80	270.51
TIEMPO	T=	9.769	seg						
L (m)	.00	95.67	191.34	287.01	382.68	478.36	574.03	669.70	765.37
V (m/seg)	-.158	-.153	-.132	-.110	-.088	-.066	-.044	-.022	.000
Q (m3/seg)	-.100	-.098	-.084	-.070	-.056	-.042	-.028	-.014	.000
HP (m)	257.49	257.38	259.06	260.50	261.69	262.62	263.29	263.70	263.87
HPE (m)	4.85	36.32	69.58	102.60	135.37	167.88	200.13	232.12	263.87

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

	LONG. (m)	TIEMPO (seg)	PRES.MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES.MIN. (m)
1	.00	4.360	4.850	!!	.646	4.529
2	95.67	1.453	47.474	!!	8.316	32.214
3	191.34	1.534	90.128	!!	8.235	60.070
4	287.01	1.292	132.770	!!	8.154	88.445
5	382.68	1.292	175.431	!!	8.074	117.411
6	478.36	1.292	218.048	!!	7.993	146.865
7	574.03	1.292	260.606	!!	7.912	176.832
8	669.70	1.292	303.098	!!	7.832	207.303
9	765.37	1.292	345.348	!!	7.832	238.423

Listado 3

**Tubería de dos tramos
Cierre lineal de la válvula**

PROGRAMA MCNT1.FOR
 TUBERIA DE 2 TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
 CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
 COTA EN LA VALVULA = .000 m
 TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 1.000 seg
 TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
 NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
 NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
 LONGITUD = 416.850 m
 DIAMETRO = .900 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
 LONGITUD = 348.520 m
 DIAMETRO = .800 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
 Variación lineal de la velocidad de cierre

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
HP (m)	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21
HPE (m)	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08	85.22	101.36	117.51	133.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.478
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.245
HP (m)	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	263.77
HPE (m)	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	263.77

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.42	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18
HPE (m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.478	1.743
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.246	.876
HP (m)	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70	253.35	252.99	264.02	343.83
HPE (m)	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	248.81	343.83

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.479	1.747	1.008
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.246	.878	.507
HP (m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	264.27	343.73	423.91
HPE (m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	233.86	328.53	423.91

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2										
L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.480	1.750	1.011	.273
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.246	.880	.508	.137
HP	(m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	264.52	343.63	423.82	504.14
HPE	(m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	218.90	313.23	408.62	504.14

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.481	1.754	1.015	.276	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.247	.882	.510	.139	.000
HP	(m)	255.09	254.73	254.38	254.02	264.84	343.54	423.73	504.09	533.98
HPE	(m)	133.46	148.31	163.16	178.00	204.02	297.93	393.32	488.88	533.98

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.482	1.759	1.020	.280	.002	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.247	.884	.513	.141	.001	.000
HP	(m)	255.06	254.70	254.35	265.10	343.52	423.71	504.03	534.06	534.18
HPE	(m)	133.43	148.28	163.12	189.08	282.71	378.10	473.62	518.86	534.18

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE	(m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.482	1.762	1.023	.284	.005	.001	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.248	.886	.514	.143	.002	.001	.000
HP	(m)	255.03	254.67	265.36	343.44	423.63	504.05	534.22	534.33	534.29
HPE	(m)	133.40	148.25	174.14	267.42	362.81	458.44	503.81	519.13	534.29

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE	(m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.483	1.766	1.027	.287	.007	.004	.002	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.248	.888	.516	.144	.004	.002	.001	.000
HP	(m)	255.00	265.62	343.36	423.55	504.00	534.32	534.57	534.52	534.49
HPE	(m)	133.37	159.20	252.14	347.53	443.19	488.71	504.16	519.32	534.49

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	1.957
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.245
HP	(m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	265.17
HPE	(m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	143.54

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.477	1.770	1.031	.291	.009	.005	.004	.002	.000
Q	(m3/seg)	1.245	.890	.518	.146	.005	.003	.002	.001	.000
HP	(m)	265.17	343.29	423.47	503.96	534.41	534.74	534.69	534.73	534.75
HPE	(m)	143.54	236.86	332.24	427.94	473.60	489.12	504.29	519.52	534.75

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	1.964	1.359
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.250	.865
HP	(m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	264.62	337.33
HPE	(m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	126.61	215.70

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	1.720	1.028	.294	.012	.007	.005	.004	.002	.000
Q	(m3/seg)	.865	.517	.148	.006	.003	.003	.002	.001	.000
HP	(m)	337.33	422.67	503.91	534.51	534.90	534.86	534.89	534.92	534.96
HPE	(m)	215.70	316.24	412.69	488.49	474.09	489.25	504.49	519.72	534.96

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.043	1.971	.739
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.254	.895	.470
HP	(m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	264.13	331.83	412.08
HPE	(m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	109.75	193.83	290.45

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	.936	.244	.007	.008	.007	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	.470	.123	.004	.004	.003	.003	.002	.001	.000

HP	(m)	412.08	497.99	533.89	535.07	535.03	535.06	535.09	535.13	535.09
HPE	(m)	290.45	391.56	442.66	459.05	474.21	489.45	504.68	519.93	535.09

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	1.977	1.452	.792	.118
Q	(m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.258	.924	.504	.075
HP	(m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	263.71	326.73	406.00	487.19
HPE	(m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	92.95	172.35	267.99	365.56

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	.149	-.087	-.044	.002	.007	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	.075	-.044	-.022	.001	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	487.19	523.48	529.38	534.48	535.23	535.26	535.30	535.26	535.30
HPE	(m)	365.56	417.06	438.16	458.47	474.41	489.65	504.89	520.06	535.30

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	1.983	1.494	.845	.171	-.121
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.261	.950	.537	.109	-.077
HP	(m)	257.17	256.90	256.62	256.34	263.37	321.99	400.00	481.07	516.10
HPE	(m)	4.53	20.63	36.74	52.83	76.23	151.23	245.61	343.06	394.47

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.153	-.141	-.093	-.045	.000	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.077	-.071	-.047	-.023	.000	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	516.10	518.80	524.17	529.55	534.72	535.47	535.43	535.47	535.43
HPE	(m)	394.47	412.37	432.94	453.53	473.90	489.85	505.02	520.26	535.43

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.045	1.988	1.533	.897	.224	-.097	-.126
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.265	.975	.570	.143	-.062	-.080
HP	(m)	257.17	256.90	256.63	263.09	317.65	394.11	474.95	513.55	516.82
HPE	(m)	4.53	20.63	36.74	59.57	130.51	223.35	320.57	375.55	395.19

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.159	-.160	-.142	-.095	-.047	-.002	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.080	-.072	-.048	-.024	-.001	.002	.001	.000
HP	(m)	516.82	516.85	518.97	524.41	529.80	534.89	535.63	535.60	535.63
HPE	(m)	395.19	410.43	427.75	448.39	468.99	489.28	505.23	520.39	535.63

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	1.993	1.570	.947	.278	-.071	-.122	-.126
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.268	.999	.603	.177	-.045	-.078	-.080
HP	(m)	257.17	256.90	262.83	313.60	388.36	468.90	510.75	516.72	516.96
HPE	(m)	4.53	20.63	42.94	110.09	201.23	298.14	356.36	378.71	395.33

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.159	-.161	-.162	-.144	-.096	-.049	-.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.081	-.081	-.073	-.048	-.025	-.002	.001	.000
HP	(m)	516.96	516.99	517.09	519.22	524.59	529.98	535.06	535.80	535.76
HPE	(m)	395.33	410.56	425.87	443.20	463.78	484.37	504.65	520.60	535.76

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.046	1.998	1.604	.997	.331	-.043	-.117	-.124	-.126
Q	(m3/seg)	1.301	1.271	1.020	.634	.210	-.027	-.074	-.079	-.080
HP	(m)	257.17	262.61	309.83	382.72	462.84	507.71	516.45	517.10	517.13
HPE	(m)	4.53	26.34	89.95	179.21	275.71	336.95	362.06	379.10	395.50

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.159	-.161	-.163	-.164	-.146	-.098	-.050	-.005	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.082	-.073	-.049	-.025	-.002	.000
HP	(m)	517.13	517.19	517.22	517.27	519.41	524.78	530.16	535.23	535.97
HPE	(m)	395.50	410.76	426.00	441.25	458.59	479.17	499.75	520.02	535.97

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	1.959	1.636	1.045	.384	-.013	-.110	-.122	-.124	-.126
Q	(m3/seg)	1.246	1.041	.665	.244	-.008	-.070	-.078	-.079	-.080
HP	(m)	257.20	306.35	377.22	456.80	504.41	515.95	517.24	517.32	517.35
HPE	(m)	4.56	70.08	157.34	253.29	317.28	345.19	362.86	379.31	395.72

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.165	-.147	-.099	-.052	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.074	-.050	-.026	.000
HP	(m)	517.35	517.37	517.36	517.39	517.44	519.59	524.96	530.34	534.69
HPE	(m)	395.72	410.94	426.13	441.37	456.63	473.98	494.55	515.14	534.69

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	1.286	1.052	.436	.019	-.101	-.120	-.123	-.125	-.126
Q	(m3/seg)	.818	.670	.278	.012	-.064	-.076	-.078	-.079	-.080
HP	(m)	257.36	367.05	450.80	500.90	515.22	517.30	517.48	517.53	517.55
HPE	(m)	4.72	130.79	230.91	297.39	328.08	346.54	363.10	379.52	395.92

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.166	-.167	-.149	-.094	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.084	-.075	-.047	.000
HP	(m)	517.55	517.52	517.54	517.53	517.56	517.62	519.77	524.44	524.74
HPE	(m)	395.92	411.09	426.32	441.51	456.75	472.01	489.37	509.24	524.74

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	.233	-.135	.016	-.090	-.117	-.121	-.123	-.125	-.126
Q	(m3/seg)	.148	.086	.010	-.058	-.074	-.077	-.078	-.079	-.080
HP	(m)	257.49	402.23	492.73	514.27	517.30	517.63	517.69	517.72	517.71
HPE	(m)	4.85	165.97	272.85	310.76	330.16	346.87	363.31	379.72	396.08

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.166	-.167	-.162	-.097	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.084	-.081	-.049	.000
HP	(m)	517.71	517.72	517.69	517.71	517.70	517.73	517.09	514.19	514.21
HPE	(m)	396.08	411.29	426.47	441.69	456.88	472.12	486.68	498.98	514.21

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-.966	-.775	-.407	-.148	-.119	-.122	-.123	-.125	-.126
Q	(m3/seg)	-.614	-.493	-.259	-.094	-.076	-.077	-.078	-.079	-.080
HP	(m)	257.42	389.25	473.44	513.11	517.76	517.84	517.88	517.87	517.89
HPE	(m)	4.78	152.99	253.55	309.60	330.62	347.08	363.50	379.87	396.26

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.166	-.161	-.116	-.068	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.081	-.081	-.058	-.034	.000
HP	(m)	517.89	517.88	517.89	517.86	517.88	517.17	512.15	506.87	503.64
HPE	(m)	396.26	411.45	426.67	441.84	457.06	471.56	481.74	491.66	503.64

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-1.800	-1.519	-.931	-.424	-.152	-.122	-.123	-.125	-.126
Q	(m3/seg)	-1.145	-.967	-.592	-.270	-.096	-.077	-.078	-.079	-.080
HP	(m)	257.41	336.27	418.02	480.96	514.20	518.03	518.03	518.05	518.04
HPE	(m)	4.77	100.00	198.13	277.45	327.06	347.27	363.65	380.05	396.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.159	-.115	-.067	-.019	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.080	-.058	-.034	-.010	.000
HP	(m)	518.04	518.06	518.05	518.06	517.33	512.30	506.95	501.58	499.51
HPE	(m)	396.41	411.64	426.82	442.04	456.51	466.69	476.54	486.38	499.51

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.146	-1.990	-1.521	-.900	-.405	-.151	-.123	-.125	-.126
Q	(m3/seg)	-1.365	-1.266	-.968	-.572	-.258	-.096	-.078	-.079	-.080
HP	(m)	257.14	289.42	348.53	423.96	483.84	514.68	518.21	518.20	518.22
HPE	(m)	4.50	53.16	128.64	220.45	296.71	343.92	363.83	380.19	396.59

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.158	-.113	-.066	-.018	.001	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.079	-.057	-.033	-.009	.000	.000

HP	(m)	518.22	518.21	518.23	517.52	512.50	507.12	501.74	499.58	499.50
HPE	(m)	396.59	411.78	427.01	441.50	451.68	461.51	471.33	484.38	499.50

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.246	-2.194	-1.964	-1.475	-.863	-.387	-.150	-.125	-.126
Q	(m3/seg)	-1.429	-1.396	-1.249	-.938	-.549	-.246	-.095	-.079	-.080
HP	(m)	257.36	267.12	295.55	354.85	428.83	486.41	515.12	518.38	518.37
HPE	(m)	4.72	30.85	75.67	151.34	241.70	315.65	360.74	380.37	396.74

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.160	-.161	-.156	-.112	-.064	-.016	.002	.001	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.081	-.079	-.056	-.032	-.008	.001	.001	.000
HP	(m)	518.37	518.39	517.69	512.68	507.32	501.94	499.74	499.65	499.64
HPE	(m)	396.74	411.97	426.46	436.66	446.51	456.32	469.34	484.44	499.64

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.273	-2.256	-2.178	-1.926	-1.428	-.827	-.370	-.150	-.126
Q	(m3/seg)	-1.446	-1.435	-1.386	-1.225	-.908	-.526	-.235	-.095	-.080
HP	(m)	257.10	260.10	269.93	300.53	360.87	433.50	488.80	515.54	518.55
HPE	(m)	4.46	23.84	50.04	97.02	173.74	262.74	334.42	377.54	396.92

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.160	-.155	-.110	-.063	-.015	.004	.003	.001	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.078	-.056	-.032	-.007	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	518.55	517.84	512.85	507.50	502.12	499.94	499.83	499.80	499.79
HPE	(m)	396.92	411.42	421.63	431.48	441.31	454.33	469.42	484.59	499.79

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.276	-2.275	-2.251	-2.159	-1.888	-1.382	-.793	-.354	-.142
Q	(m3/seg)	-1.448	-1.447	-1.432	-1.373	-1.201	-.879	-.504	-.225	-.090
HP	(m)	257.36	258.02	261.25	272.65	305.54	366.78	437.98	491.05	515.11
HPE	(m)	4.72	21.76	41.36	69.14	118.41	196.02	283.60	353.04	393.48

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.180	-.109	-.061	-.014	.005	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.090	-.055	-.031	-.007	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	515.11	513.02	507.67	502.29	500.11	500.00	499.98	499.97	499.96
HPE	(m)	393.48	406.59	416.45	426.27	439.29	454.39	469.58	484.77	499.96

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.280	-2.277	-2.273	-2.243	-2.138	-1.849	-1.337	-.753	-.281
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.449	-1.446	-1.427	-1.360	-1.176	-.850	-.479	-.179
HP	(m)	257.09	257.81	258.60	262.46	275.54	310.62	372.56	441.52	486.12
HPE	(m)	4.45	21.55	38.72	58.95	88.41	139.86	218.18	303.52	364.49

NUMERO DE TUBERIA = 2										
L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-0.356	-0.087	-0.012	.006	.006	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-0.179	-0.044	-0.006	.003	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	486.12	504.95	502.46	500.27	500.16	500.15	500.15	500.14	500.15
HPE	(m)	364.49	398.53	411.24	424.25	439.35	454.54	469.74	484.94	500.15

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.278	-2.280	-2.277	-2.271	-2.235	-2.115	-1.803	-1.238	-.603
Q	(m3/seg)	-1.449	-1.451	-1.448	-1.445	-1.422	-1.346	-1.147	-.788	-.383
HP	(m)	257.36	257.49	258.19	259.23	263.80	278.60	315.03	371.68	431.28
HPE	(m)	4.72	21.22	38.30	55.72	76.67	107.85	160.65	233.67	309.65

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.763	-.259	-.019	.007	.006	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.383	-.130	-.009	.004	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	431.28	475.63	497.55	500.32	500.30	500.30	500.31	500.33	500.33
HPE	(m)	309.65	369.20	406.33	424.30	439.49	454.69	469.90	485.12	500.33

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.281	-2.279	-2.280	-2.276	-2.268	-2.221	-2.041	-1.649	-1.047
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.450	-1.451	-1.448	-1.443	-1.413	-1.298	-1.049	-.666
HP	(m)	257.09	257.69	257.86	258.59	259.90	264.62	275.72	306.42	359.37
HPE	(m)	4.45	21.42	37.97	55.08	72.77	93.87	121.34	168.41	237.74

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-1.326	-.693	-.238	-.019	.006	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.666	-.348	-.120	-.009	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	359.37	424.03	473.54	497.59	500.46	500.46	500.49	500.50	500.50
HPE	(m)	237.74	317.61	382.32	421.57	439.64	454.85	470.08	485.29	500.50

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.279	-2.281	-2.279	-2.280	-2.271	-2.218	-2.101	-1.871	-1.478
Q	(m3/seg)	-1.450	-1.451	-1.450	-1.450	-1.445	-1.411	-1.337	-1.190	-.940
HP	(m)	257.36	257.46	258.02	258.24	258.40	254.96	253.05	261.56	295.76
HPE	(m)	4.72	21.19	38.13	54.72	71.27	84.20	98.67	123.56	174.13

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-1.870	-1.303	-.692	-.239	-.020	.004	.003	.001	.000
Q	(m3/seg)	-.940	-.655	-.348	-.120	-.010	.002	.001	.001	.000
HP	(m)	295.76	357.51	424.23	473.75	497.76	500.64	500.65	500.66	500.66
HPE	(m)	174.13	251.08	333.01	397.73	436.94	455.03	470.24	485.46	500.66

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.282	-2.280	-2.281	-2.275	-2.236	-2.166	-2.072	-1.957	-1.767
Q	(m3/seg)	-1.452	-1.450	-1.451	-1.447	-1.422	-1.378	-1.318	-1.245	-1.124
HP	(m)	257.09	257.68	257.82	257.79	253.32	246.24	238.59	238.84	255.70
HPE	(m)	4.45	21.42	37.93	54.28	66.18	75.48	84.20	100.83	134.07

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.237	-1.867	-1.302	-.692	-.240	-.022	.003	.001	.000
Q	(m3/seg)	-1.124	-.939	-.654	-.348	-.121	-.011	.001	.001	.000
HP	(m)	255.70	296.14	357.94	424.56	474.00	497.95	500.81	500.82	500.82
HPE	(m)	134.07	189.72	266.72	348.54	413.18	452.34	470.41	485.61	500.82

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.280	-2.282	-2.276	-2.240	-2.175	-2.096	-2.032	-1.986	-1.908
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.452	-1.448	-1.425	-1.384	-1.334	-1.293	-1.264	-1.214
HP	(m)	257.36	257.46	257.49	253.24	246.08	236.88	230.68	229.61	236.28
HPE	(m)	4.72	21.19	37.61	49.73	58.95	66.12	76.29	91.60	114.65

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.415	-2.235	-1.865	-1.301	-.692	-.241	-.023	.001	.000
Q	(m3/seg)	-1.214	-1.123	-.938	-.654	-.348	-.121	-.012	.001	.000
HP	(m)	236.28	256.17	296.66	358.42	424.91	474.24	498.12	500.97	500.97
HPE	(m)	114.65	149.75	205.44	282.40	364.10	428.63	467.72	485.77	500.97

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.283	-2.277	-2.244	-2.181	-2.104	-2.042	-2.011	-1.991	-1.965
Q	(m3/seg)	-1.452	-1.448	-1.427	-1.387	-1.339	-1.299	-1.279	-1.267	-1.250
HP	(m)	257.09	257.21	253.22	246.32	237.16	230.34	226.96	226.33	228.51
HPE	(m)	4.45	20.94	33.33	42.81	50.02	59.58	72.57	88.32	106.88

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.487	-2.414	-2.234	-1.864	-1.300	-.692	-.242	-.025	.000
Q	(m3/seg)	-1.250	-1.214	-1.123	-.937	-.653	-.348	-.122	-.012	.000
HP	(m)	228.51	236.70	256.68	297.21	358.89	425.25	474.46	498.29	501.13
HPE	(m)	106.88	130.27	165.46	221.19	298.07	379.64	444.05	483.08	501.13

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.274	-2.247	-2.186	-2.111	-2.048	-2.015	-1.999	-1.992	-1.983
Q	(m3/seg)	-1.446	-1.430	-1.391	-1.343	-1.303	-1.282	-1.272	-1.267	-1.262
HP	(m)	257.36	253.17	246.56	237.52	230.56	226.77	225.43	225.09	226.01
HPE	(m)	4.72	16.91	26.67	34.01	43.43	56.01	71.05	87.08	104.38

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.510	-2.486	-2.414	-2.232	-1.862	-1.298	-.692	-.243	.000
Q	(m3/seg)	-1.262	-1.250	-1.213	-1.122	-.936	-.653	-.348	-.122	.000

HP	(m)	226.01	228.91	237.15	257.19	297.74	359.34	425.57	474.68	495.62
HPE	(m)	104.38	122.48	145.93	181.17	236.92	313.73	395.16	459.48	495.62

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.217	-2.188	-2.117	-2.053	-2.019	-2.001	-1.995	-1.992	-1.990
Q	(m3/seg)	-1.411	-1.392	-1.347	-1.306	-1.284	-1.273	-1.269	-1.267	-1.266
HP	(m)	257.11	247.19	237.87	230.81	226.74	225.23	224.64	224.81	225.16
HPE	(m)	4.47	10.93	17.99	27.30	39.61	54.47	70.26	86.81	103.53

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.518	-2.510	-2.486	-2.413	-2.231	-1.860	-1.297	-0.666	.000
Q	(m3/seg)	-1.266	-1.262	-1.250	-1.213	-1.121	-0.935	-0.652	-0.335	.000
HP	(m)	225.16	226.39	229.30	237.58	257.67	298.25	359.79	423.07	448.37
HPE	(m)	103.53	119.97	138.08	161.56	196.86	252.64	329.38	407.86	448.37

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.110	-2.093	-2.055	-2.023	-2.003	-1.997	-1.993	-1.993	-1.991
Q	(m3/seg)	-1.342	-1.332	-1.308	-1.287	-1.274	-1.270	-1.268	-1.268	-1.267
HP	(m)	257.38	241.94	231.45	226.73	225.07	224.37	224.48	224.60	225.00
HPE	(m)	4.74	5.67	11.57	23.22	37.94	53.61	70.10	86.60	103.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.520	-2.518	-2.509	-2.485	-2.412	-2.229	-1.832	-1.053	.000
Q	(m3/seg)	-1.267	-1.266	-1.261	-1.249	-1.212	-1.120	-0.921	-0.529	.000
HP	(m)	225.00	225.52	226.76	229.68	237.99	258.15	295.94	333.76	350.83
HPE	(m)	103.37	119.09	135.53	153.66	177.18	212.54	265.54	318.55	350.83

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	5.163	4.846	!!	8.863	4.452
2	52.11	5.163	165.966	!!	9.716	5.673
3	104.21	5.163	272.845	!!	9.716	11.567
4	156.32	5.163	310.760	!!	9.716	23.223
5	208.43	5.448	330.624	!!	9.716	37.936
6	260.53	5.732	347.275	!!	9.716	53.610
7	312.64	6.017	363.825	!!	9.716	70.100
8	364.74	6.301	380.371	!!	9.716	86.596
9	416.85	6.586	396.918	!!	9.716	103.374

NUMERO DE TUBERIA = 2

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	396.918	!!	9.716	103.374
2	43.56	3.171	417.055	!!	9.716	119.095
3	87.13	2.886	442.663	!!	9.716	135.533

4	130.69	2.886	459.051	!!	9.716	153.662
5	174.26	3.171	474.415	!!	9.716	177.180
6	217.82	3.456	489.854	!!	.610	207.698
7	261.39	3.740	505.226	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.598	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.969	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNTL.FOR
TUBERIA DE 2 TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	2.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
NUMERO DE TUBERIAS	=	2

TUBERIA	=	1
LONGITUD	=	416.850 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.	=	252.640 m

TUBERIA	=	2
LONGITUD	=	348.520 m
DIAMETRO	=	.800 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1069.020 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.	=	121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
Variación lineal de la velocidad de cierre

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0=	2.041 m/seg
CAUDAL Q0=	1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0=	2.583 m/seg
CAUDAL Q0=	1.298 m3/seg

	LONGITUD	LONG.ACUM	CAUDAL	ALT.PIEZOM	ALT.PRES.EST.
--	----------	-----------	--------	------------	---------------

	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)
.00	2.041	1.298	257.17	4.53	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53
52.11	2.041	1.298	256.91	20.65	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64
104.21	2.041	1.298	256.68	36.79	104.21	156.32	208.43	260.53	364.74
156.32	2.041	1.298	256.45	52.93	156.32	208.43	260.53	312.64	416.85
208.43	2.041	1.298	256.21	69.08	208.43	260.53	312.64	364.74	468.96
260.53	2.041	1.298	255.98	85.22	260.53	312.64	364.74	416.85	521.07
312.64	2.041	1.298	255.74	101.36	312.64	364.74	416.85	468.96	573.18
364.74	2.041	1.298	255.51	117.51	364.74	416.85	468.96	521.07	625.29
416.85	2.041	1.298	255.27	133.65	416.85	468.96	521.07	573.18	677.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)
416.85	2.583	1.299	255.21	133.58	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67
460.42	2.583	1.299	254.98	148.36	460.42	503.98	547.54	591.11	678.24
503.98	2.583	1.299	254.74	163.21	503.98	547.54	591.11	634.67	721.80
547.54	2.583	1.299	254.51	178.07	547.54	591.11	634.67	678.24	765.37
591.11	2.583	1.299	254.27	192.92	591.11	634.67	678.24	721.80	808.94
634.67	2.583	1.299	254.04	207.77	634.67	678.24	721.80	765.37	852.51
678.24	2.583	1.299	253.80	222.62	678.24	721.80	765.37	808.94	896.08
721.80	2.583	1.299	253.56	237.47	721.80	765.37	808.94	852.51	939.65
765.37	2.583	1.299	253.32	252.32	765.37	808.94	852.51	896.08	983.22
808.94	2.583	1.299	253.08	267.17	808.94	852.51	896.08	939.65	1026.79

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)
.00	2.041	1.298	257.17	4.53	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53
52.11	2.041	1.298	256.91	20.65	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53
104.21	2.041	1.298	256.68	36.79	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64
156.32	2.041	1.298	256.45	52.93	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74
208.43	2.041	1.298	256.21	69.08	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
260.53	2.041	1.298	255.98	85.22	260.53	312.64	364.74	416.85	468.96
312.64	2.041	1.298	255.74	101.36	312.64	364.74	416.85	468.96	521.07
364.74	2.041	1.298	255.51	117.51	364.74	416.85	468.96	521.07	573.18
416.85	2.041	1.298	255.27	133.65	416.85	468.96	521.07	573.18	625.29

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)
416.85	2.583	1.299	255.18	133.55	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67
460.42	2.583	1.299	254.94	148.40	460.42	503.98	547.54	591.11	678.24
503.98	2.583	1.299	254.70	163.25	503.98	547.54	591.11	634.67	721.80
547.54	2.583	1.299	254.46	178.10	547.54	591.11	634.67	678.24	765.37
591.11	2.583	1.299	254.22	192.95	591.11	634.67	678.24	721.80	808.94
634.67	2.583	1.299	253.98	207.80	634.67	678.24	721.80	765.37	852.51
678.24	2.583	1.299	253.74	222.65	678.24	721.80	765.37	808.94	896.08
721.80	2.583	1.299	253.50	237.50	721.80	765.37	808.94	852.51	939.65
765.37	2.583	1.299	253.26	252.35	765.37	808.94	852.51	896.08	983.22
808.94	2.583	1.299	253.02	267.20	808.94	852.51	896.08	939.65	1026.79

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)
.00	2.041	1.298	257.17	4.53	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53
52.11	2.041	1.298	256.91	20.65	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53
104.21	2.041	1.298	256.68	36.76	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64
156.32	2.041	1.298	256.45	52.88	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74
208.43	2.041	1.298	256.21	69.00	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
260.53	2.041	1.298	255.97	85.12	260.53	312.64	364.74	416.85	468.96
312.64	2.041	1.298	255.73	101.24	312.64	364.74	416.85	468.96	521.07
364.74	2.041	1.298	255.49	117.36	364.74	416.85	468.96	521.07	573.18
416.85	2.041	1.298	255.25	133.48	416.85	468.96	521.07	573.18	625.29

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)
416.85	2.583	1.299	255.15	133.50	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67
460.42	2.583	1.299	254.91	148.35	460.42	503.98	547.54	591.11	678.24
503.98	2.583	1.299	254.67	163.20	503.98	547.54	591.11	634.67	721.80
547.54	2.583	1.299	254.43	178.05	547.54	591.11	634.67	678.24	765.37
591.11	2.583	1.299	254.19	192.90	591.11	634.67	678.24	721.80	808.94
634.67	2.583	1.299	253.95	207.75	634.67	678.24	721.80	765.37	852.51
678.24	2.583	1.299	253.71	222.60	678.24	721.80	765.37	808.94	896.08
721.80	2.583	1.299	253.47	237.45	721.80	765.37	808.94	852.51	939.65
765.37	2.583	1.299	253.23	252.30	765.37	808.94	852.51	896.08	983.22
808.94	2.583	1.299	252.99	267.15	808.94	852.51	896.08	939.65	1026.79

HPE (m)	(m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	228.20	282.94	338.08
---------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)
.00	2.042	1.299	257.17	4.53	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53
52.11	2.042	1.299	256.91	20.65	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53
104.21	2.042	1.299	256.68	36.76	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64
156.32	2.042	1.299	256.45	52.88	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74
208.43	2.042	1.299	256.21	69.00	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
260.53	2.042	1.299	255.97	85.12	260.53	312.64	364.74	416.85	468.96
312.64	2.042	1.299	255.73	101.24	312.64	364.74	416.85	468.96	521.07
364.74	2.042	1.299	255.49	117.36	364.74	416.85	468.96	521.07	573.18
416.85	2.042	1.299	255.25	133.48	416.85	468.96	521.07	573.18	625.29

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)
416.85	2.584	1.299	255.17	133.49	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67
460.42	2.584	1.299	254.93	148.34	460.42	503.98	547.54	591.11	678.24
503.98	2.584	1.299	254.69	163.19	503.98	547.54	591.11	634.67	721.80
547.54	2.584	1.299	254.45	178.03	547.54	591.11	634.67	678.24	765.37
591.11	2.584	1.299	254.21	192.88	591.11	634.67	678.24	721.80	808.94
634.67	2.584	1.299	253.97	207.73	634.67	678.24	721.80	765.37	852.51
678.24	2.584	1.299	253.73	222.58	678.24	721.80	765.37	808.94	896.08
721.80	2.584	1.299	253.49	237.43	721.80	765.37	808.94	852.51	939.65
765.37	2.584	1.299	253.25	252.28	765.37	808.94	852.51	896.08	983.22
808.94	2.584	1.299	253.01	267.13	808.94	852.51	896.08	939.65	1026.79

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	(m)	(m)	(m3/s)	(m)	(m)
.00	2.042	1.299	257.17	4.53	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53
52.11	2.042	1.299	256.91	20.65	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53
104.21	2.042	1.299	256.68	36.76	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64
156.32	2.042	1.299	256.45	52.88	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74
208.43	2.042	1.299	256.21	69.00	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
260.53	2.042	1.299	255.97	85.12	260.53	312.64	364.74	416.85	468.96
312.64	2.042	1.299	255.73	101.24	312.64	364.74	416.85	468.96	521.07
364.74	2.042	1.299	255.49	117.36	364.74	416.85	468.96	521.07	573.18
416.85	2.042	1.299	255.25	133.48	416.85	468.96	521.07		

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.584	2.533	2.174	1.805	1.436	1.066	.695	.325
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.273	1.093	.907	.722	.536	.349	.163
HP (m)	255.03	254.67	259.84	298.60	338.43	378.42	418.46	458.51	498.63
HPE (m)	133.40	148.25	168.61	222.58	277.62	332.81	388.05	443.31	498.63

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE (m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.533	2.176	1.808	1.438	1.069	.698	.328	.000
Q (m3/seg)	1.299	1.273	1.094	.909	.723	.537	.351	.165	.000
HP (m)	255.00	260.13	298.71	338.51	378.48	418.51	458.63	498.75	534.24
HPE (m)	133.37	153.70	207.49	262.49	317.67	372.90	428.23	483.55	534.24

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	1.999
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.272
HP (m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	260.07
HPE (m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	138.44

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.531	2.178	1.810	1.441	1.071	.701	.331	.003	.000
Q (m3/seg)	1.272	1.095	.910	.724	.538	.352	.166	.001	.000
HP (m)	260.07	298.81	338.59	378.55	418.57	458.69	498.81	534.39	534.53
HPE (m)	138.44	192.39	247.37	302.53	357.75	413.08	468.41	519.19	534.53

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.003	1.702
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.274	1.082
HP (m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	259.93	296.01
HPE (m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	121.92	174.38

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.154	1.809	1.443	1.074	.704	.333	.005	.002	.000
Q (m3/seg)	1.082	.909	.725	.540	.354	.168	.003	.001	.000
HP (m)	296.01	338.32	378.61	418.62	458.74	498.87	534.48	534.70	534.71
HPE (m)	174.38	231.89	287.39	342.60	397.93	453.26	504.07	519.49	534.71

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.007	1.726	1.394
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.277	1.098	.887
HP (m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	259.82	293.39	333.19
HPE (m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	105.43	155.38	211.56

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.764	1.419	1.073	.706	.336	.008	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	.887	.713	.539	.355	.169	.004	.002	.001	.000
HP (m)	333.19	375.76	418.32	458.79	498.93	534.56	534.86	534.88	534.86
HPE (m)	211.56	269.34	327.10	382.78	438.12	488.95	504.46	519.68	534.86

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	2.010	1.749	1.420	1.085
Q (m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.279	1.112	.904	.690
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	259.73	290.97	330.27	370.51
HPE (m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	88.98	136.59	192.26	248.88

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.373	1.028	.682	.335	.010	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	.690	.517	.343	.169	.005	.002	.002	.001	.000
HP (m)	370.51	413.18	455.94	498.64	534.64	535.03	535.05	535.03	535.05
HPE (m)	248.88	306.75	364.72	422.62	473.82	489.42	504.64	519.83	535.05

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.013	1.770	1.447	1.112	.776
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.281	1.126	.920	.707	.493
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.34	259.71	288.74	327.38	367.54	407.89
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	52.83	72.57	117.98	173.00	229.54	286.26

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.982	.636	.290	-.014	.003	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	.493	.320	.146	-.007	.002	.002	.002	.001	.000
HP (m)	407.89	450.68	493.51	531.82	534.85	535.22	535.20	535.22	535.20
HPE (m)	286.26	344.26	402.29	455.81	474.03	489.61	504.79	520.01	535.20

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.045	2.016	1.790	1.473	1.139	.803	.466
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.283	1.139	.937	.725	.511	.296
HP (m)	257.17	256.90	256.63	259.72	286.72	324.58	364.58	404.91	445.37
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	56.21	99.59	153.82	210.20	266.90	323.74

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.589	.244	-.061	-.043	-.020	.001	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	.296	.123	-.031	-.022	-.010	.001	.002	.001	.000
HP (m)	445.37	488.23	526.59	529.83	532.50	535.02	535.39	535.37	535.39

HPE (m) 323.74 381.80 435.37 453.81 471.68 489.41 504.98 520.16 535.39

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.045 2.045 2.019 1.808 1.499 1.166 .830 .493 .156
Q (m3/seg) 1.301 1.301 1.285 1.150 .954 .742 .528 .314 .099
HP (m) 257.17 256.90 259.72 284.84 321.85 361.68 401.96 442.38 482.90
HPE (m) 4.53 20.63 39.84 81.33 134.71 190.92 247.57 304.38 361.27

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 1.97 -.108 -.090 -.068 -.045 -.022 .000 .002 .000
Q (m3/seg) .099 -.054 -.045 -.034 -.022 -.011 .000 .001 .000
HP (m) 482.90 521.31 524.65 527.35 530.01 532.67 535.19 535.55 535.54
HPE (m) 361.27 414.89 433.43 451.33 469.19 487.06 504.78 520.35 535.54

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.046 2.022 1.826 1.524 1.194 .858 .521 .183 -.120
Q (m3/seg) 1.301 1.286 1.161 .970 .759 .546 .331 .116 -.076
HP (m) 257.17 259.75 283.10 319.16 358.77 399.02 439.44 479.94 516.30
HPE (m) 4.53 23.49 63.21 115.65 171.64 228.26 285.06 341.93 394.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.152 -.138 -.115 -.092 -.069 -.046 -.023 -.002 .000
Q (m3/seg) -.076 -.070 -.058 -.046 -.035 -.023 -.012 -.001 .000
HP (m) 516.30 519.44 522.16 524.84 527.53 530.18 532.84 535.36 535.72
HPE (m) 394.67 413.01 430.93 448.82 466.71 484.57 502.44 520.15 535.72

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.002 1.842 1.549 1.220 .885 .548 .211 -.095 -.126
Q (m3/seg) 1.274 1.172 .985 .776 .563 .349 .134 -.061 -.080
HP (m) 257.18 281.50 316.55 355.87 396.07 436.49 477.00 513.69 517.15
HPE (m) 4.54 45.24 96.66 152.36 208.93 265.73 322.61 375.68 395.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.160 -.140 -.117 -.093 -.070 -.048 -.025 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.070 -.059 -.047 -.035 -.024 -.012 .000
HP (m) 517.15 517.22 519.62 522.33 525.01 527.70 530.36 533.02 535.18
HPE (m) 395.52 410.80 428.40 446.31 464.20 482.09 499.95 517.82 535.18

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 1.668 1.552 1.247 .912 .576 .238 -.070 -.122 -.126
Q (m3/seg) 1.061 .988 .793 .580 .366 .151 -.045 -.078 -.080
HP (m) 257.28 311.60 352.99 393.11 433.52 474.03 511.03 517.07 517.35
HPE (m) 4.64 75.33 133.10 189.60 246.38 303.27 356.65 379.07 395.72

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.161 -.162 -.141 -.118 -.095 -.072 -.046 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.081 -.071 -.059 -.048 -.036 -.023 .000
HP (m) 517.35 517.33 517.40 519.80 522.51 525.19 527.88 530.19 530.33
HPE (m) 395.72 410.91 426.18 443.78 461.69 479.58 497.47 514.98 530.33

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 1.146 1.098 .921 .603 .265 -.045 -.117 -.124 -.126
Q (m3/seg) .729 .698 .586 .384 .169 -.029 -.074 -.079 -.080
HP (m) 257.39 328.94 387.93 430.54 471.05 508.34 516.77 517.51 517.52
HPE (m) 4.75 92.68 168.05 227.03 283.92 337.58 362.39 379.50 395.89

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.161 -.162 -.163 -.143 -.120 -.093 -.047 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.082 -.082 -.072 -.060 -.047 -.024 .000
HP (m) 517.52 517.52 517.50 517.58 519.97 522.68 525.02 525.19 525.20
HPE (m) 395.89 411.10 426.28 441.56 459.16 477.07 494.61 509.99 525.20

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) .555 .538 .467 .276 -.020 -.110 -.122 -.124 -.126
Q (m3/seg) .353 .343 .297 .175 -.013 -.070 -.078 -.079 -.080
HP (m) 257.47 335.60 407.84 466.02 505.62 516.28 517.61 517.68 517.70
HPE (m) 4.83 99.33 187.95 262.51 318.49 345.52 363.23 379.68 396.07

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.161 -.162 -.164 -.165 -.141 -.095 -.047 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.082 -.082 -.083 -.071 -.048 -.024 .000
HP (m) 517.70 517.69 517.69 517.67 517.75 519.81 520.01 520.04 520.06
HPE (m) 396.07 411.26 426.47 441.65 456.94 474.19 489.60 504.84 520.06

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) -.058 -.063 -.088 -.147 -.117 -.120 -.123 -.124 -.126
Q (m3/seg) -.037 -.040 -.056 -.094 -.075 -.076 -.078 -.079 -.080
HP (m) 257.49 337.73 415.94 484.51 513.72 517.66 517.83 517.86 517.85
HPE (m) 4.85 101.47 196.05 281.00 326.58 346.90 363.45 379.85 396.22

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.161 -.162 -.164 -.165 -.140 -.095 -.048 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.082 -.082 -.082 -.071 -.048 -.024 .000
HP (m) 517.85 517.87 517.86 517.86 517.50 515.08 514.83 514.88 514.88
HPE (m) 396.22 411.44 426.64 441.84 456.69 469.47 484.43 499.67 514.88

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-.677	-.678	-.665	-.480	-.259	-.136	-.123	-.124	-.126
Q	(m3/seg)	-.431	-.432	-.423	-.305	-.165	-.086	-.078	-.079	-.080
HP	(m)	257.48	338.45	416.18	468.01	500.56	516.22	518.01	518.01	518.03
HPE	(m)	4.84	102.19	196.29	264.50	313.42	345.47	363.63	380.00	396.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.159	-.161	-.162	-.161	-.139	-.117	-.093	-.048	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.081	-.070	-.059	-.047	-.024	.000
HP	(m)	518.03	518.02	518.04	517.69	515.19	512.53	509.95	509.67	509.69
HPE	(m)	396.40	411.60	426.81	441.67	454.38	466.92	479.54	494.47	509.69

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-1.299	-1.279	-1.081	-.786	-.489	-.254	-.136	-.124	-.126
Q	(m3/seg)	-.827	-.814	-.688	-.500	-.311	-.161	-.087	-.079	-.080
HP	(m)	257.36	336.37	393.24	436.54	473.63	502.25	516.55	518.18	518.18
HPE	(m)	4.72	100.10	173.35	233.03	286.50	331.49	362.17	380.17	396.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.159	-.161	-.159	-.138	-.115	-.092	-.069	-.045	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.081	-.080	-.069	-.058	-.046	-.035	-.023	.000
HP	(m)	518.18	518.20	517.85	515.37	512.72	510.06	507.36	504.76	504.47
HPE	(m)	396.55	411.77	426.63	439.35	451.91	464.44	476.96	489.56	504.47

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-1.885	-1.716	-1.419	-1.092	-.769	-.472	-.246	-.137	-.126
Q	(m3/seg)	-1.199	-1.092	-.903	-.695	-.489	-.300	-.156	-.087	-.080
HP	(m)	257.40	314.11	359.65	400.75	440.12	476.07	503.53	516.84	518.35
HPE	(m)	4.76	77.85	139.76	197.24	252.99	305.31	349.15	378.84	396.72

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.159	-.158	-.136	-.114	-.091	-.068	-.045	-.021	.000
Q	(m3/seg)	-.080	-.079	-.069	-.057	-.046	-.034	-.022	-.011	.000
HP	(m)	518.35	518.01	515.53	512.89	510.24	507.55	504.86	502.15	499.84
HPE	(m)	396.72	411.58	424.31	436.87	449.42	461.94	474.46	486.95	499.84

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.165	-2.046	-1.736	-1.401	-1.069	-.747	-.456	-.239	-.134
Q	(m3/seg)	-1.377	-1.302	-1.104	-.891	-.680	-.475	-.290	-.152	-.085
HP	(m)	257.13	283.15	322.99	363.86	404.10	443.11	478.37	504.73	516.72
HPE	(m)	4.49	46.88	103.10	160.35	216.96	272.35	323.98	366.72	395.09

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.170	-.135	-.112	-.089	-.066	-.043	-.020	.001	.000
Q	(m3/seg)	-.085	-.068	-.056	-.045	-.033	-.022	-.010	.000	.000
HP	(m)	516.72	515.70	513.05	510.40	507.72	505.04	502.34	499.93	499.82

HPE	(m)	395.09	409.27	421.83	434.38	446.91	459.43	471.93	484.73	499.82
-----	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.251	-2.208	-2.032	-1.711	-1.376	-1.045	-.725	-.437	-.203
Q	(m3/seg)	-1.432	-1.404	-1.292	-1.089	-.875	-.665	-.462	-.278	-.129
HP	(m)	257.36	265.74	287.66	326.58	367.24	407.34	446.03	480.20	502.37
HPE	(m)	4.72	29.48	67.77	123.07	180.11	236.58	291.65	342.20	380.74

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.257	-.124	-.088	-.065	-.042	-.018	.002	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.129	-.062	-.044	-.033	-.021	-.009	.001	.001	.000
HP	(m)	502.37	511.77	510.56	507.89	505.21	502.51	500.11	500.01	500.01
HPE	(m)	380.74	405.35	419.34	431.87	444.39	456.90	469.70	484.80	500.01

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.276	-2.260	-2.196	-2.007	-1.685	-1.351	-1.018	-.678	-.363
Q	(m3/seg)	-1.448	-1.438	-1.397	-1.277	-1.072	-.859	-.648	-.431	-.231
HP	(m)	257.09	259.82	267.98	291.03	330.02	370.60	410.20	445.65	475.20
HPE	(m)	4.45	23.56	48.09	87.52	142.88	199.84	255.82	307.64	353.57

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.460	-.210	-.077	-.040	-.017	.004	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.231	-.106	-.039	-.020	-.009	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	475.20	497.27	506.61	505.37	502.67	500.27	500.17	500.18	500.19
HPE	(m)	353.57	390.84	415.39	429.35	441.86	454.66	469.76	484.98	500.19

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.278	-2.277	-2.256	-2.181	-1.982	-1.657	-1.301	-.938	-.584
Q	(m3/seg)	-1.449	-1.449	-1.435	-1.388	-1.261	-1.054	-.828	-.597	-.372
HP	(m)	257.36	257.92	260.81	270.10	294.37	333.13	370.91	406.55	439.62
HPE	(m)	4.72	21.66	40.92	66.59	107.24	162.37	216.53	268.55	317.99

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.739	-.412	-.162	-.029	.005	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.372	-.207	-.081	-.014	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	439.62	470.11	492.11	501.40	500.43	500.32	500.34	500.35	500.36
HPE	(m)	317.99	363.69	400.89	425.38	439.62	454.71	469.93	485.15	500.36

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.282	-2.279	-2.276	-2.250	-2.163	-1.934	-1.578	-1.204	-.834
Q	(m3/seg)	-1.452	-1.450	-1.448	-1.431	-1.376	-1.230	-1.004	-.766	-.531
HP	(m)	257.09	257.77	258.47	261.86	272.02	294.91	330.00	365.56	399.96
HPE	(m)	4.45	21.51	38.59	58.34	84.88	124.15	175.62	227.55	278.33

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-1.055	-1.690	-1.363	-1.116	-1.007	-0.004	-0.003	-0.001	-0.000
Q	(m3/seg)	-0.531	-0.347	-0.183	-0.059	-0.004	0.002	0.001	0.001	0.000
HP	(m)	399.96	434.55	464.98	487.20	499.05	500.50	500.51	500.52	500.52
HPE	(m)	278.33	328.12	373.75	411.18	438.23	454.88	470.10	485.31	500.52

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.280	-2.282	-2.279	-2.271	-2.222	-2.095	-1.838	-1.472	-1.095
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.452	-1.450	-1.445	-1.413	-1.333	-1.170	-0.937	-0.697
HP	(m)	257.36	257.47	258.15	258.78	260.37	268.06	289.74	323.75	358.69
HPE	(m)	4.72	21.21	38.26	55.27	73.23	97.30	135.36	185.75	237.06

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-1.386	-1.006	-0.644	-0.341	-0.117	-0.009	0.003	0.001	0.000
Q	(m3/seg)	-0.697	-0.506	-0.324	-0.171	-0.059	-0.004	0.001	0.001	0.000
HP	(m)	358.69	394.91	429.73	462.69	487.29	499.24	500.67	500.67	500.67
HPE	(m)	237.06	288.49	338.51	386.67	426.48	453.62	470.26	485.47	500.67

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.283	-2.280	-2.280	-2.258	-2.220	-2.146	-1.999	-1.730	-1.361
Q	(m3/seg)	-1.452	-1.451	-1.450	-1.437	-1.412	-1.365	-1.272	-1.100	-0.866
HP	(m)	257.09	257.68	257.59	256.09	253.43	253.25	260.88	282.96	316.78
HPE	(m)	4.45	21.42	37.70	52.58	66.29	82.50	106.49	144.95	195.15

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-1.723	-1.339	-0.983	-0.643	-0.342	-0.118	-0.010	0.001	0.000
Q	(m3/seg)	-0.866	-0.673	-0.494	-0.323	-0.172	-0.059	-0.005	0.001	0.000
HP	(m)	316.78	353.96	392.71	429.90	462.94	487.50	499.40	500.83	500.83
HPE	(m)	195.15	247.54	301.48	353.88	402.13	441.89	468.99	485.62	500.83

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.281	-2.281	-2.262	-2.232	-2.190	-2.139	-2.054	-1.896	-1.621
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.451	-1.439	-1.420	-1.393	-1.361	-1.307	-1.206	-1.031
HP	(m)	257.36	257.22	255.73	252.25	248.34	244.64	244.49	252.98	276.21
HPE	(m)	4.72	20.96	35.85	48.74	61.21	73.88	90.11	114.98	154.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.052	-1.699	-1.338	-0.983	-0.644	-0.343	-0.119	-0.012	0.000
Q	(m3/seg)	-1.031	-0.854	-0.672	-0.494	-0.324	-0.172	-0.060	-0.006	0.000
HP	(m)	276.21	314.66	354.21	393.04	430.18	463.18	487.69	499.56	500.98
HPE	(m)	154.58	208.23	262.99	317.03	369.37	417.57	457.28	484.36	500.98

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.280	-2.264	-2.236	-2.196	-2.154	-2.107	-2.050	-1.962	-1.821
Q	(m3/seg)	-1.450	-1.440	-1.422	-1.397	-1.371	-1.340	-1.304	-1.248	-1.158
HP	(m)	257.09	255.56	252.14	248.11	243.27	238.74	235.04	235.78	248.52
HPE	(m)	4.45	19.29	32.25	44.59	56.13	67.98	80.66	97.77	126.89

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.305	-2.050	-1.698	-1.338	-0.983	-0.644	-0.343	-0.120	0.000
Q	(m3/seg)	-1.158	-1.030	-0.854	-0.672	-0.494	-0.324	-0.173	-0.060	0.000
HP	(m)	248.52	276.55	315.09	354.58	393.36	430.46	463.41	487.87	498.30
HPE	(m)	126.89	170.12	223.87	278.56	332.55	384.85	433.00	472.67	498.30

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.249	-2.237	-2.199	-2.159	-2.114	-2.069	-2.022	-1.988	-1.926
Q	(m3/seg)	-1.431	-1.423	-1.399	-1.373	-1.345	-1.316	-1.287	-1.264	-1.226
HP	(m)	257.36	252.25	248.12	243.25	238.47	233.36	229.07	228.60	234.05
HPE	(m)	4.72	15.99	28.23	39.74	51.34	62.60	74.69	90.60	112.42

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.438	-2.304	-2.049	-1.697	-1.337	-0.983	-0.645	-0.331	0.000
Q	(m3/seg)	-1.226	-1.158	-1.030	-0.853	-0.672	-0.494	-0.324	-0.166	0.000
HP	(m)	234.05	248.99	277.01	315.50	354.94	393.67	430.73	462.22	474.82
HPE	(m)	112.42	142.56	185.79	239.48	294.12	348.06	400.32	447.02	474.82

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.199	-2.188	-2.161	-2.118	-2.074	-2.030	-2.008	-1.993	-1.971
Q	(m3/seg)	-1.399	-1.392	-1.375	-1.347	-1.320	-1.292	-1.277	-1.268	-1.254
HP	(m)	257.12	249.98	243.47	238.55	233.36	228.69	226.31	226.03	227.89
HPE	(m)	4.48	13.72	23.58	35.03	46.22	57.93	71.93	88.02	106.26

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.495	-2.437	-2.303	-2.048	-1.697	-1.337	-0.970	-0.524	0.000
Q	(m3/seg)	-1.254	-1.225	-1.157	-1.029	-0.853	-0.672	-0.488	-0.263	0.000
HP	(m)	227.89	234.46	249.43	277.46	315.90	355.29	392.57	417.79	426.27
HPE	(m)	106.26	128.04	158.21	201.44	255.08	309.68	362.17	402.59	426.27

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	5.732	4.850	!!	8.578	4.452
2	52.11	6.017	102.189	!!	9.716	13.717
3	104.21	6.017	196.295	!!	9.716	23.583
4	156.32	5.732	280.999	!!	9.716	35.035
5	208.43	5.732	326.581	!!	9.716	46.221
6	260.53	5.732	346.903	!!	9.716	57.927

7	312.64	6.017	363.628	!!	9.716	71.932
8	364.74	6.301	380.174	!!	9.716	88.019
9	416.85	6.586	396.720	!!	9.716	106.259

NUMERO DE TUBERIA = 2

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	396.720	!!	9.716	106.259
2	43.56	4.025	414.886	!!	9.716	128.037
3	87.13	3.740	435.372	!!	9.716	158.212
4	130.69	3.456	455.806	!!	.610	177.994
5	174.26	3.456	474.034	!!	.894	192.811
6	217.82	3.456	489.607	!!	.610	207.698
7	261.39	3.740	504.979	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.350	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.722	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNT1.FOR

TUBERIA DE 2 TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
 COTA EN LA VALVULA = .000 m
 TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 3.000 seg
 TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
 NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
 NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
 LONGITUD = 416.850 m
 DIAMETRO = .900 m
 COEFICIENTE DE FRICCIÓN = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
 LONGITUD = 348.520 m
 DIAMETRO = .800 m
 COEFICIENTE DE FRICCIÓN = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
 Variación lineal de la velocidad de cierre

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96

5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21
HPE	(m)	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08	85.22	101.36	117.51	133.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.548
Q	(m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.281
HP	(m)	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	256.14
HPE	(m)	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	256.14

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.42	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18
HPE	(m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.548	2.303
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.281	1.157
HP	(m)	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70	253.35	252.99	256.43	282.80
HPE	(m)	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	241.23	282.80

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.548	2.304	2.058
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.281	1.158	1.034
HP	(m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	256.73	282.96	309.47
HPE	(m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	226.32	267.76	309.47

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.548	2.306	2.059	1.813
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.281	1.159	1.035	.911
HP	(m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	257.02	283.12	309.61	336.20
HPE	(m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	211.41	252.72	294.41	336.20

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.549	2.307	2.061	1.815	1.568
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.281	1.160	1.036	.912	.788
HP	(m)	255.09	254.73	254.38	254.02	257.39	283.28	309.75	336.32	362.93
HPE	(m)	133.46	148.31	163.16	178.00	196.57	237.67	279.35	321.12	362.93

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.550	2.309	2.063	1.816	1.570	1.323
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.282	1.161	1.037	.913	.789	.665
HP	(m)	255.06	254.70	254.35	257.69	283.53	309.97	336.45	363.04	389.71

HPE	(m)	133.43	148.28	163.12	181.67	222.71	264.35	306.04	347.84	389.71
-----	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE	(m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.550	2.311	2.065	1.819	1.572	1.325	1.078
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.282	1.161	1.038	.914	.790	.666	.542
HP	(m)	255.03	254.67	258.00	283.70	310.12	336.65	363.22	389.81	416.49
HPE	(m)	133.40	148.25	166.77	207.68	249.30	291.04	332.81	374.61	416.49

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE	(m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.550	2.312	2.067	1.821	1.574	1.327	1.081	.833
Q	(m3/seg)	1.299	1.282	1.162	1.039	.915	.791	.667	.543	.419
HP	(m)	255.00	258.30	283.87	310.27	336.78	363.34	389.99	416.65	443.31
HPE	(m)	133.37	151.88	192.65	234.25	275.96	317.73	359.58	401.45	443.31

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	2.013
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.281
HP	(m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	258.38
HPE	(m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	136.75

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.548	2.314	2.068	1.823	1.576	1.330	1.083	.836	.588
Q	(m3/seg)	1.281	1.163	1.040	.916	.792	.668	.544	.420	.295
HP	(m)	258.38	284.05	310.42	336.91	363.46	390.09	416.75	443.48	470.27
HPE	(m)	136.75	177.62	219.20	260.89	302.65	344.48	386.35	428.27	470.27

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.016	1.815
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.283	1.155
HP	(m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	258.36	282.30
HPE	(m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	120.36	160.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.297	2.068	1.824	1.578	1.332	1.085	.838	.590	.343
Q (m3/seg)	1.155	1.039	.917	.793	.669	.545	.421	.297	.172
HP (m)	282.30	310.34	337.05	363.58	390.20	416.85	443.57	470.37	497.13
HPE (m)	160.67	203.91	245.82	287.56	329.39	371.24	413.16	455.16	497.13

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.019	1.832	1.610
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.284	1.165	1.024
HP (m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	258.38	280.64	307.04
HPE (m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	104.00	142.63	185.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.038	1.809	1.578	1.334	1.087	.840	.592	.345	.098
Q (m3/seg)	1.024	.909	.793	.670	.546	.422	.298	.173	.049
HP (m)	307.04	335.26	363.47	390.31	416.95	443.67	470.46	497.23	523.98
HPE (m)	185.41	228.83	272.25	314.29	356.14	398.06	440.05	482.02	523.98

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	2.021	1.847	1.628	1.405
Q (m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.286	1.175	1.036	.894
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	258.41	279.12	305.18	331.87
HPE (m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	87.65	124.73	167.17	210.24

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.778	1.549	1.318	1.087	.842	.594	.347	.100	.000
Q (m3/seg)	.894	.778	.663	.546	.423	.299	.175	.050	.000
HP (m)	331.87	360.14	388.50	416.83	443.76	470.55	497.32	524.08	534.81
HPE (m)	210.24	253.72	297.28	340.81	382.95	424.94	466.92	508.88	534.81

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.023	1.861	1.646	1.423	1.199
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.287	1.184	1.047	.905	.763
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.34	258.49	277.71	303.34	329.97	356.73
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	52.83	71.35	106.95	148.96	191.96	235.10

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.518	1.288	1.058	.827	.595	.349	.102	.002	.000
Q (m3/seg)	.763	.647	.532	.416	.299	.176	.051	.001	.000
HP (m)	356.73	385.09	413.49	441.94	470.42	497.42	524.18	534.95	534.97
HPE (m)	235.10	278.66	322.26	365.92	409.60	451.81	493.77	519.75	534.97

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.045	2.026	1.875	1.664	1.442	1.218	.994
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.289	1.193	1.059	.917	.775	.632
HP (m)	257.17	256.90	256.63	258.59	276.47	301.56	328.08	354.81	381.64
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	55.08	89.34	130.80	173.70	216.81	260.01

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.258	1.027	.797	.565	.334	.102	.004	.002	.000
Q (m3/seg)	.632	.516	.401	.284	.168	.051	.002	.001	.000
HP (m)	381.64	410.05	438.52	467.08	495.60	524.05	535.09	535.13	535.15
HPE (m)	260.01	303.62	347.30	391.06	434.79	478.44	504.69	519.93	535.15

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.028	1.887	1.681	1.460	1.236	1.012	.788
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.290	1.201	1.070	.929	.787	.644	.501
HP (m)	257.17	256.90	258.69	275.32	299.84	326.24	352.93	379.72	406.58
HPE (m)	4.53	20.63	38.80	71.81	112.71	155.48	198.54	241.71	284.95

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.997	.766	.535	.304	.073	-.012	.001	.002	.000
Q (m3/seg)	.501	.385	.269	.153	.037	-.006	.001	.001	.000
HP (m)	406.58	435.06	463.64	492.18	520.72	533.33	535.08	535.31	535.30
HPE (m)	284.95	328.64	372.42	416.16	459.91	487.71	504.67	520.11	535.30

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.046	2.030	1.899	1.698	1.478	1.255	1.031	.806	.581
Q (m3/seg)	1.301	1.291	1.208	1.080	.941	.799	.656	.513	.370
HP (m)	257.17	258.80	274.25	298.14	324.39	351.06	377.84	404.67	431.58
HPE (m)	4.53	22.54	54.36	94.63	137.26	180.30	223.46	266.67	309.95

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.736	.505	.274	.043	-.043	-.029	-.014	-.001	.000
Q (m3/seg)	.370	.254	.138	.021	-.021	-.015	-.007	.000	.000
HP (m)	431.58	460.17	488.73	517.29	529.96	531.81	533.58	535.24	535.48
HPE (m)	309.95	353.74	397.51	441.27	469.14	486.20	503.17	520.04	535.48

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.017	1.910	1.715	1.497	1.274	1.050	.825	.600	.375
Q (m3/seg)	1.283	1.215	1.091	.952	.810	.668	.525	.382	.238
HP (m)	257.18	273.27	296.49	322.54	349.17	375.95	402.78	429.69	456.69
HPE (m)	4.54	37.01	76.60	119.03	162.04	205.19	248.40	291.68	335.06

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.474	.243	.012	-.073	-.060	-.045	-.030	-.016	.000
Q (m3/seg)	.238	.122	.006	-.037	-.030	-.023	-.015	-.008	.000
HP (m)	456.69	485.25	513.83	526.55	528.45	530.23	531.99	533.75	535.19

HPE (m) 335.06 378.82 422.61 450.53 467.64 484.62 501.58 518.54 535.19

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 1.794 1.718 1.515 1.292 1.068 .844 .619 .394 .168
Q (m3/seg) 1.142 1.093 .964 .822 .680 .537 .394 .250 .107
HP (m) 257.24 293.28 320.71 347.28 374.04 400.87 427.78 454.78 481.79
HPE (m) 4.60 57.02 100.82 143.77 186.91 230.11 273.40 316.78 360.16

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) .213 -.019 -.104 -.091 -.076 -.061 -.047 -.030 -.000
Q (m3/seg) .107 -.009 -.053 -.046 -.038 -.031 -.023 -.015 -.000
HP (m) 481.79 510.36 523.12 525.06 526.85 528.63 530.40 531.93 532.02
HPE (m) 360.16 403.93 431.89 449.04 466.04 483.01 500.00 516.73 532.02

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 1.448 1.415 1.298 1.087 .863 .638 .412 .187 -.039
Q (m3/seg) .921 .900 .826 .691 .549 .406 .262 .119 -.025
HP (m) 257.33 304.79 343.91 372.13 398.96 425.85 452.86 479.87 506.90
HPE (m) 4.69 68.53 124.03 168.62 211.82 255.10 298.47 341.87 385.27

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.049 -.135 -.122 -.107 -.092 -.078 -.061 -.031 .000
Q (m3/seg) -.025 -.068 -.061 -.054 -.046 -.039 -.031 -.015 .000
HP (m) 506.90 519.70 521.65 523.44 525.23 527.03 528.57 528.68 528.69
HPE (m) 385.27 413.27 430.43 447.43 464.42 481.41 498.17 513.48 528.69

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 1.055 1.044 .996 .870 .657 .431 .206 -.020 -.124
Q (m3/seg) .671 .664 .634 .553 .418 .274 .131 -.013 -.079
HP (m) 257.40 309.19 357.10 395.67 423.93 450.93 477.94 504.98 517.31
HPE (m) 4.76 72.93 137.21 192.16 236.79 280.17 323.56 366.97 395.68

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.157 -.153 -.138 -.124 -.109 -.092 -.062 -.031 .000
Q (m3/seg) -.079 -.077 -.070 -.062 -.055 -.046 -.031 -.016 .000
HP (m) 517.31 518.25 520.05 521.83 523.62 525.18 525.31 525.33 525.35
HPE (m) 395.68 411.83 428.83 445.81 462.80 479.57 494.90 510.13 525.35

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) .649 .645 .629 .574 .439 .224 -.001 -.115 -.125
Q (m3/seg) .413 .410 .400 .365 .279 .143 -.001 -.073 -.080
HP (m) 257.46 310.60 362.43 409.77 447.73 476.01 503.05 516.52 517.66
HPE (m) 4.82 74.34 142.54 206.26 260.59 305.25 348.67 378.52 396.03

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.160 -.155 -.140 -.123 -.093 -.062 -.031 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.078 -.070 -.062 -.047 -.031 -.016 .000
HP (m) 517.66 517.69 518.43 520.23 521.78 521.91 521.94 521.97 521.98
HPE (m) 396.03 411.27 427.21 444.21 460.96 476.30 491.54 506.77 521.98

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) .239 .237 .231 .210 .148 .008 -.105 -.123 -.126
Q (m3/seg) .152 .151 .147 .134 .094 .005 -.067 -.078 -.080
HP (m) 257.49 311.09 364.30 415.95 462.69 499.95 515.64 517.73 517.83
HPE (m) 4.85 74.83 144.41 212.44 275.56 329.19 361.26 379.73 396.20

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.160 -.162 -.154 -.124 -.093 -.062 -.031 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.081 -.078 -.062 -.047 -.031 -.016 .000
HP (m) 517.83 517.84 517.86 518.38 518.52 518.54 518.57 518.59 518.60
HPE (m) 396.20 411.41 426.64 442.36 457.70 472.93 488.16 503.38 518.60

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) -.173 -.174 -.177 -.185 -.209 -.182 -.130 -.124 -.126
Q (m3/seg) -.110 -.110 -.112 -.118 -.133 -.116 -.082 -.079 -.080
HP (m) 257.49 311.33 365.06 418.28 469.60 504.08 516.65 517.98 517.99
HPE (m) 4.85 75.06 145.18 214.77 282.47 333.32 362.27 379.98 396.36

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.160 -.160 -.146 -.125 -.093 -.062 -.031 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.080 -.073 -.063 -.047 -.031 -.016 .000
HP (m) 517.99 518.00 517.78 516.16 515.15 515.18 515.19 515.20 515.20
HPE (m) 396.36 411.58 426.56 440.14 454.34 469.57 484.78 499.99 515.20

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) -.586 -.586 -.588 -.593 -.514 -.350 -.204 -.132 -.126
Q (m3/seg) -.373 -.373 -.374 -.377 -.327 -.223 -.130 -.084 -.080
HP (m) 257.48 311.52 365.48 419.23 461.65 489.53 508.25 517.15 518.16
HPE (m) 4.84 75.26 145.59 215.72 274.52 318.77 353.87 379.14 396.53

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.158 -.145 -.130 -.115 -.094 -.062 -.031 .000
Q (m3/seg) -.080 -.080 -.073 -.065 -.058 -.047 -.031 -.016 .000
HP (m) 518.16 517.94 516.30 514.55 512.82 511.80 511.81 511.80 511.79
HPE (m) 396.53 411.51 425.08 438.53 452.00 466.19 481.40 496.60 511.79

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-1.001	-1.000	-1.001	-.922	-.744	-.537	-.344	-.200	-.131
Q	(m3/seg)	-.637	-.636	-.637	-.587	-.473	-.341	-.219	-.127	-.083
HP	(m)	257.41	311.67	365.76	409.88	441.49	468.10	491.59	509.13	517.13
HPE	(m)	4.77	75.40	145.88	206.37	254.36	297.34	337.21	371.13	395.50

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.166	-.143	-.129	-.114	-.099	-.084	-.062	-.031	.000
Q	(m3/seg)	-.083	-.072	-.065	-.057	-.050	-.042	-.031	-.016	.000
HP	(m)	517.13	516.46	514.71	512.96	511.19	509.44	508.41	508.41	508.40
HPE	(m)	395.50	410.03	423.49	436.94	450.38	463.83	478.00	493.20	508.40

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-1.415	-1.415	-1.340	-1.166	-.953	-.735	-.523	-.332	-.177
Q	(m3/seg)	-.900	-.900	-.852	-.742	-.606	-.467	-.333	-.211	-.113
HP	(m)	257.44	311.70	356.87	389.81	417.77	444.47	470.16	492.88	507.63
HPE	(m)	4.80	75.43	136.98	186.30	230.63	273.71	315.77	354.87	386.00

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.224	-.136	-.113	-.098	-.083	-.068	-.053	-.031	.000
Q	(m3/seg)	-.113	-.068	-.057	-.049	-.042	-.034	-.027	-.016	.000
HP	(m)	507.63	513.91	513.12	511.35	509.58	507.80	506.04	505.01	505.02
HPE	(m)	386.00	407.48	421.90	435.33	448.77	462.19	475.63	489.81	505.02

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-1.832	-1.760	-1.592	-1.380	-1.159	-.938	-.718	-.492	-.284
Q	(m3/seg)	-1.165	-1.120	-1.013	-.878	-.737	-.597	-.457	-.313	-.181
HP	(m)	257.23	303.37	337.41	366.06	393.27	420.15	446.43	469.96	489.61
HPE	(m)	4.59	67.11	117.52	162.54	206.13	249.39	292.05	331.95	367.98

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.359	-.194	-.105	-.082	-.067	-.052	-.037	-.022	.000
Q	(m3/seg)	-.181	-.097	-.053	-.041	-.034	-.026	-.019	-.011	.000
HP	(m)	489.61	504.31	510.55	509.74	507.96	506.18	504.40	502.65	501.62
HPE	(m)	367.98	397.89	419.33	433.72	447.15	460.57	473.99	487.45	501.62

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.117	-2.021	-1.810	-1.589	-1.365	-1.141	-.906	-.665	-.431
Q	(m3/seg)	-1.347	-1.286	-1.152	-1.011	-.868	-.726	-.576	-.423	-.274
HP	(m)	257.38	284.53	313.86	341.37	368.59	395.37	420.40	444.05	466.02
HPE	(m)	4.74	48.27	93.98	137.86	181.45	224.62	266.02	306.05	344.39

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.545	-.328	-.162	-.074	-.050	-.036	-.021	-.006	.000
Q	(m3/seg)	-.274	-.165	-.082	-.037	-.025	-.018	-.010	-.003	.000
HP	(m)	466.02	486.30	500.96	507.16	506.34	504.56	502.79	501.00	500.28

HPE	(m)	344.39	379.88	409.73	431.14	445.52	458.95	472.38	485.80	500.28
-----	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.237	-2.182	-2.021	-1.796	-1.570	-1.333	-1.089	-.842	-.597
Q	(m3/seg)	-1.423	-1.388	-1.286	-1.142	-.999	-.848	-.693	-.536	-.380
HP	(m)	257.11	268.57	289.06	316.56	343.57	369.05	393.33	416.89	439.74
HPE	(m)	4.47	32.31	69.17	113.05	156.44	198.29	238.95	278.89	318.11

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.755	-.513	-.296	-.131	-.043	-.019	-.004	.001	.000
Q	(m3/seg)	-.380	-.258	-.149	-.066	-.022	-.010	-.002	.001	.000
HP	(m)	439.74	462.72	482.96	497.57	503.76	502.94	501.16	500.41	500.38
HPE	(m)	318.11	356.29	391.74	421.55	442.95	457.33	470.76	485.20	500.38

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.270	-2.253	-2.173	-2.003	-1.764	-1.519	-1.270	-1.020	-.771
Q	(m3/seg)	-1.444	-1.434	-1.382	-1.274	-1.122	-.967	-.808	-.649	-.490
HP	(m)	257.36	260.77	270.89	291.37	317.22	341.79	365.73	389.22	412.39
HPE	(m)	4.72	24.51	51.00	87.86	130.09	171.03	211.35	251.22	290.76

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.975	-.723	-.481	-.265	-.100	-.012	.003	.001	.000
Q	(m3/seg)	-.490	-.364	-.242	-.133	-.050	-.006	.001	.001	.000
HP	(m)	412.39	436.44	459.38	479.61	494.20	500.37	500.56	500.53	500.53
HPE	(m)	290.76	330.02	368.16	403.59	433.39	454.76	470.16	485.33	500.53

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.281	-2.274	-2.246	-2.147	-1.952	-1.702	-1.450	-1.198	-.947
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.446	-1.429	-1.366	-1.242	-1.083	-.923	-.762	-.602
HP	(m)	257.09	258.50	261.79	271.20	289.84	314.08	337.80	361.34	384.64
HPE	(m)	4.45	22.24	41.90	67.69	102.71	143.32	183.42	223.33	263.01

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-1.199	-.943	-.691	-.450	-.233	-.078	-.006	.001	.000
Q	(m3/seg)	-.602	-.474	-.347	-.226	-.117	-.039	-.003	.001	.000
HP	(m)	384.64	409.10	433.13	456.07	476.26	491.84	499.74	500.69	500.69
HPE	(m)	263.01	302.68	341.91	380.05	415.44	446.23	469.33	485.48	500.69

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.281	-2.280	-2.259	-2.208	-2.088	-1.883	-1.629	-1.377	-1.124
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.451	-1.437	-1.405	-1.329	-1.198	-1.037	-.876	-.715
HP	(m)	257.36	257.48	257.59	259.17	267.76	286.00	309.78	333.30	356.73
HPE	(m)	4.72	21.21	37.70	55.66	80.63	115.24	155.40	195.30	235.10

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.423	-1.166	-.911	-.659	-.427	-.227	-.078	-.007	.000
Q (m3/seg)	-.715	-.586	-.458	-.331	-.215	-.114	-.039	-.004	.000
HP (m)	356.73	381.38	405.83	429.83	453.75	475.67	491.98	499.89	500.84
HPE (m)	235.10	274.95	314.60	353.81	392.93	430.05	461.58	484.69	500.84

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.281	-2.270	-2.250	-2.213	-2.150	-2.020	-1.809	-1.555	-1.303
Q (m3/seg)	-1.451	-1.444	-1.431	-1.408	-1.368	-1.285	-1.151	-.990	-.829
HP (m)	257.09	256.31	254.30	252.94	254.19	263.11	281.58	305.24	328.70
HPE (m)	4.45	20.04	34.41	49.43	67.06	92.35	127.20	167.24	207.07

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.649	-1.391	-1.134	-.888	-.652	-.428	-.228	-.080	.000
Q (m3/seg)	-.829	-.699	-.570	-.446	-.328	-.215	-.114	-.040	.000
HP (m)	328.70	353.50	378.12	403.55	429.28	453.94	475.87	492.16	499.10
HPE (m)	207.07	247.08	286.90	327.53	368.46	408.33	445.46	476.95	499.10

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.260	-2.253	-2.227	-2.198	-2.156	-2.086	-1.949	-1.735	-1.481
Q (m3/seg)	-1.438	-1.433	-1.417	-1.398	-1.372	-1.327	-1.240	-1.104	-.942
HP (m)	257.36	254.01	251.50	248.61	247.01	248.66	258.23	277.05	300.66
HPE (m)	4.72	17.74	31.61	45.10	59.87	77.90	103.85	139.05	179.03

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.875	-1.616	-1.367	-1.127	-.888	-.653	-.428	-.220	.000
Q (m3/seg)	-.942	-.812	-.687	-.566	-.446	-.328	-.215	-.111	.000
HP (m)	300.66	325.50	351.27	377.61	403.78	429.52	454.16	475.12	483.51
HPE (m)	179.03	219.07	260.05	301.59	342.96	383.91	423.76	459.92	483.51

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.228	-2.220	-2.203	-2.173	-2.141	-2.096	-2.020	-1.877	-1.660
Q (m3/seg)	-1.417	-1.412	-1.401	-1.382	-1.362	-1.333	-1.285	-1.194	-1.056
HP (m)	257.11	252.57	248.31	245.28	242.28	240.83	243.07	253.34	272.49
HPE (m)	4.47	16.31	28.42	41.77	55.15	70.08	88.68	115.33	150.86

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-2.102	-1.851	-1.608	-1.367	-1.127	-.888	-.645	-.348	.000
Q (m3/seg)	-1.056	-.930	-.808	-.687	-.566	-.446	-.324	-.175	.000
HP (m)	272.49	298.49	325.04	351.55	377.89	404.04	428.83	445.59	451.23
HPE (m)	150.86	192.06	233.81	275.53	317.08	358.43	398.42	430.38	451.23

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.301	4.848	!!	9.147	4.452
2	52.11	7.155	75.435	!!	9.716	16.309
3	104.21	6.871	145.876	!!	9.716	28.421
4	156.32	6.586	215.722	!!	9.716	41.772
5	208.43	6.301	282.466	!!	9.716	55.146
6	260.53	6.301	333.321	!!	9.716	70.076
7	312.64	6.301	362.266	!!	9.716	88.685
8	364.74	6.301	379.975	!!	9.716	115.334
9	416.85	6.586	396.528	!!	2.033	133.371

NUMERO DE TUBERIA = 2

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	396.528	!!	2.033	133.371
2	43.56	5.163	413.272	!!	1.748	148.248
3	87.13	4.878	431.893	!!	1.464	163.125
4	130.69	4.594	450.531	!!	.610	177.994
5	174.26	4.309	469.140	!!	.894	192.811
6	217.82	4.025	487.715	!!	.610	207.698
7	261.39	3.740	504.686	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.109	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.481	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNT1.FOR
TUBERIA DE 2 TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
COTA EN LA VALVULA = .000 m
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 4.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
LONGITUD = 416.850 m
DIAMETRO = .900 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019
ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
LONGITUD = 348.520 m
DIAMETRO = .800 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019
ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
Variación lineal de la velocidad de cierre

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
L	.00	52.11	104.21	156.32	208.43
V	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
HP	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21
HPE	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08

NUMERO DE TUBERIA = 2

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
L	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11
V	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583
Q	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73
HPE	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)
L	.00	52.11	104.21
V	2.041	2.041	2.041
Q	1.298	1.298	1.298

	HP (m)	HPE (m)
HP	257.17	256.91
HPE	4.53	20.65

NUMERO DE TUBERIA = 2

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
L	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11
V	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583
Q	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70
HPE	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
L	.00	52.11	104.21	156.32	208.43
V	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16
HPE	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03

NUMERO DE TUBERIA = 2

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
L	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11
V	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583
Q	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298
HP	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66
HPE	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
L	.00	52.11	104.21	156.32	208.43
V	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298
HP	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13
HPE	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00

NUMERO DE TUBERIA = 2

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
L	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11
V	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583
Q	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298
HP	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63
HPE	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
L	.00	52.11	104.21	156.32	208.43
V	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299
HP	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08
HPE	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95

NUMERO DE TUBERIA = 2

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
L	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11
V	2.584	2.584	2.584	2.583	2.558
Q	1.299	1.299	1.299	1.299	1.286
HP	255.09	254.73	254.38	254.02	253.66
HPE	133.46	148.31	163.16	178.00	195.64

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.558	2.378	2.193	2.008	1.823	1.638
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.286	1.195	1.103	1.009	.916	.823
HP (m)	255.06	254.70	254.35	256.77	276.05	295.78	315.53	335.40	355.33
HPE (m)	133.43	148.28	163.12	180.75	215.23	250.17	285.13	320.19	355.33

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE (m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.584	2.558	2.379	2.195	2.010	1.825	1.639	1.454
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.286	1.196	1.103	1.010	.917	.824	.731
HP (m)	255.03	254.67	257.08	276.26	295.97	315.78	335.62	355.47	375.41
HPE (m)	133.40	148.25	165.85	200.24	235.16	270.17	305.21	340.26	375.41

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE (m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.559	2.380	2.196	2.012	1.827	1.642	1.456	1.270
Q (m3/seg)	1.299	1.286	1.196	1.104	1.011	.918	.825	.732	.638
HP (m)	255.00	257.39	276.47	296.16	315.95	335.78	355.68	375.61	395.53
HPE (m)	133.37	150.96	185.25	220.15	255.14	290.17	325.28	360.41	395.53

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	2.021
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.285
HP (m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	257.53
HPE (m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	135.90

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

V (m/seg)	2.557	2.381	2.197	2.013	1.828	1.643	1.458	1.273	1.087
Q (m3/seg)	1.285	1.197	1.105	1.012	.919	.826	.733	.640	.546
HP (m)	257.53	276.68	296.36	316.13	335.94	355.83	375.75	395.72	415.79
HPE (m)	135.90	170.25	205.13	240.11	275.13	310.22	345.34	380.52	415.79

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.023	1.872
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.287	1.191
HP (m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	257.58	275.46
HPE (m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	119.58	153.83

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.369	2.197	2.015	1.830	1.645	1.460	1.275	1.088	.903
Q (m3/seg)	1.191	1.104	1.013	.920	.827	.734	.641	.547	.454
HP (m)	275.46	296.38	316.30	336.11	355.98	375.89	395.85	415.91	435.94
HPE (m)	153.83	189.95	225.08	260.09	295.17	330.28	365.45	400.70	435.94

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.025	1.884	1.718
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.288	1.199	1.093
HP (m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	257.66	274.28	294.00
HPE (m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	103.28	136.27	172.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.175	2.003	1.830	1.647	1.462	1.277	1.090	.905	.719
Q (m3/seg)	1.093	1.007	.920	.828	.735	.642	.548	.455	.361
HP (m)	294.00	315.05	336.10	356.13	376.03	395.98	416.03	436.06	456.09
HPE (m)	172.37	208.62	244.88	280.11	315.21	350.37	385.62	420.86	456.09

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	2.026	1.896	1.732	1.565
Q (m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.289	1.206	1.102	.995
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	257.75	273.20	292.66	312.60
HPE (m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	86.99	118.82	154.66	190.97

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.980	1.808	1.636	1.462	1.278	1.092	.907	.721	.535
Q (m3/seg)	.995	.909	.822	.735	.643	.549	.456	.362	.269
HP (m)	312.60	333.69	354.85	376.00	396.11	416.15	436.18	456.21	476.27
HPE (m)	190.97	227.27	263.63	299.98	335.30	370.54	405.77	441.00	476.27

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.028	1.907	1.746	1.579	1.411
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.290	1.213	1.111	1.004	.898

HP	(m)	257.17	256.90	256.62	256.34	257.88	272.21	291.35	311.24	331.21
HPE	(m)	4.53	20.63	36.74	52.83	70.74	101.45	136.97	173.23	209.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	1.786	1.613	1.440	1.267	1.093	.909	.723	.537	.352
Q	(m3/seg)	.898	.811	.724	.637	.549	.457	.363	.270	.177
HP	(m)	331.21	352.38	373.57	394.82	416.11	436.29	456.32	476.38	496.44
HPE	(m)	209.58	245.95	282.35	318.80	355.29	390.68	425.91	461.18	496.44

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.045	2.030	1.917	1.759	1.592	1.425	1.257
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.292	1.220	1.119	1.013	.906	.800
HP	(m)	257.17	256.90	256.63	258.03	271.36	290.09	309.88	329.84	349.87
HPE	(m)	4.53	20.63	36.74	54.52	84.23	119.33	155.50	191.84	228.24

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	1.591	1.418	1.245	1.071	.898	.724	.539	.354	.168
Q	(m3/seg)	.800	.713	.626	.538	.451	.364	.271	.178	.084
HP	(m)	349.87	371.07	392.32	413.67	434.99	456.27	476.49	496.55	516.63
HPE	(m)	228.24	264.65	301.10	337.65	374.17	410.66	446.09	481.35	516.63

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.032	1.927	1.772	1.607	1.439	1.271	1.103
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.293	1.226	1.128	1.022	.915	.808	.701
HP	(m)	257.17	256.90	258.18	270.57	288.87	308.58	328.49	348.49	368.55
HPE	(m)	4.53	20.63	38.29	67.05	101.74	137.82	174.11	210.48	246.92

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	1.396	1.223	1.049	.876	.702	.528	.354	.170	.000
Q	(m3/seg)	.701	.615	.527	.440	.353	.266	.178	.085	.000
HP	(m)	368.55	389.81	411.16	432.49	453.82	475.19	496.50	516.74	535.07
HPE	(m)	246.92	283.38	319.94	356.47	393.01	429.57	466.09	501.54	535.07

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.046	2.034	1.936	1.785	1.620	1.453	1.285	1.117	.948
Q	(m3/seg)	1.301	1.294	1.231	1.136	1.031	.924	.818	.711	.603
HP	(m)	257.17	258.32	269.83	287.67	307.26	327.16	347.15	367.18	387.27
HPE	(m)	4.53	22.06	49.95	84.15	120.12	156.41	192.77	229.17	265.64

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	1.200	1.027	.853	.680	.506	.333	.159	.000	.000
Q	(m3/seg)	.603	.516	.429	.342	.255	.167	.080	.000	.000
HP	(m)	387.27	408.62	429.96	451.31	472.68	494.05	515.44	535.02	535.24
HPE	(m)	265.64	302.20	338.74	375.29	411.87	448.44	485.03	519.82	535.24

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.024	1.944	1.798	1.634	1.467	1.299	1.131	.963	.793
Q	(m3/seg)	1.288	1.237	1.144	1.040	.933	.827	.720	.613	.505
HP	(m)	257.18	269.17	286.49	305.94	325.81	345.80	365.83	385.91	406.08
HPE	(m)	4.54	32.91	66.61	102.43	138.68	175.04	211.45	247.90	284.45

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	1.004	.831	.658	.484	.311	.137	-.021	-.011	.000
Q	(m3/seg)	.505	.418	.331	.243	.156	.069	-.011	-.006	.000
HP	(m)	406.08	427.41	448.77	470.15	491.54	512.94	532.59	533.99	535.07
HPE	(m)	284.45	320.98	357.54	394.13	430.72	467.33	502.19	518.79	535.07

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	1.858	1.800	1.648	1.481	1.314	1.146	.977	.808	.639
Q	(m3/seg)	1.182	1.145	1.048	.942	.836	.729	.622	.514	.406
HP	(m)	257.23	284.16	304.63	324.46	344.43	364.45	384.53	404.71	424.88
HPE	(m)	4.59	47.89	84.74	120.95	157.29	193.69	230.15	266.71	303.25

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	.809	.635	.462	.288	.115	-.043	-.034	-.022	.000
Q	(m3/seg)	.406	.319	.232	.145	.058	-.022	-.017	-.011	.000
HP	(m)	424.88	446.22	467.60	489.00	510.41	530.09	531.55	532.69	532.75
HPE	(m)	303.25	339.79	376.38	412.98	449.60	484.48	501.14	517.48	532.75

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	1.598	1.574	1.486	1.328	1.160	.991	.822	.653	.484
Q	(m3/seg)	1.017	1.001	.945	.845	.738	.631	.523	.416	.308
HP	(m)	257.29	292.77	322.00	343.06	363.07	383.15	403.32	423.49	443.68
HPE	(m)	4.65	56.50	102.11	139.55	175.94	212.39	248.94	285.49	322.05

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	.613	.440	.266	.092	-.066	-.057	-.044	-.022	.000
Q	(m3/seg)	.308	.221	.134	.046	-.033	-.028	-.022	-.011	.000
HP	(m)	443.68	465.07	486.45	507.87	527.56	529.07	530.23	530.31	530.31
HPE	(m)	322.05	358.64	395.23	431.85	466.75	483.46	499.82	515.10	530.31

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	1.304	1.296	1.260	1.165	1.006	.837	.668	.499	.330
Q	(m3/seg)	.830	.824	.802	.741	.604	.532	.425	.317	.210
HP	(m)	257.36	296.06	331.85	360.67	381.76	401.92	422.09	442.28	462.51
HPE	(m)	4.72	59.79	111.96	157.16	194.62	231.16	267.71	304.28	340.88

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
---	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

V (m/seg)	.417	.244	.070	-.088	-.080	-.067	-.045	-.023	.000
Q (m3/seg)	.210	.122	.035	-.044	-.040	-.034	-.023	-.011	.000
HP (m)	462.51	483.92	505.34	525.03	526.58	527.74	527.84	527.85	527.86
HPE (m)	340.88	377.49	414.12	449.01	465.76	482.13	497.43	512.65	527.86

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.000	.997	.985	.944	.843	.682	.513	.344	.175
Q (m3/seg)	.636	.634	.627	.600	.536	.434	.326	.219	.111
HP (m)	257.41	297.11	335.83	371.21	399.57	420.69	440.88	461.10	481.35
HPE (m)	4.77	60.85	115.94	167.69	212.44	249.93	286.50	323.10	359.72

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.221	.047	-.110	-.102	-.090	-.068	-.045	-.023	.000
Q (m3/seg)	.111	.024	-.056	-.051	-.045	-.034	-.023	-.011	.000
HP (m)	481.35	502.79	522.50	524.10	525.25	525.34	525.37	525.39	525.40
HPE (m)	359.72	396.36	431.28	448.08	464.44	479.73	494.96	510.19	525.40

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.694	.692	.688	.672	.626	.520	.358	.189	.019
Q (m3/seg)	.442	.441	.438	.428	.398	.331	.228	.120	.012
HP (m)	257.45	297.48	337.22	375.81	410.75	438.60	459.70	479.94	500.21
HPE (m)	4.81	61.21	117.33	172.30	223.62	267.84	305.31	341.93	378.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.025	-.133	-.125	-.113	-.091	-.068	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	.012	-.067	-.063	-.057	-.046	-.034	-.023	-.011	.000
HP (m)	500.21	519.94	521.60	522.77	522.88	522.90	522.92	522.92	522.92
HPE (m)	378.58	413.52	430.37	446.75	462.05	477.27	492.49	507.71	522.92

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.387	.386	.383	.376	.358	.307	.197	.034	-.123
Q (m3/seg)	.246	.245	.243	.239	.228	.195	.125	.022	-.078
HP (m)	257.48	297.66	337.80	377.55	415.90	450.34	477.72	498.80	517.48
HPE (m)	4.84	61.40	117.91	174.04	228.76	279.58	323.34	360.79	395.85

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.155	-.148	-.136	-.114	-.091	-.068	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.078	-.075	-.068	-.057	-.046	-.034	-.023	-.012	.000
HP (m)	517.48	519.07	520.26	520.37	520.41	520.43	520.43	520.43	520.44
HPE (m)	395.85	412.64	429.03	444.35	459.59	474.82	490.02	505.23	520.44

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.078	.077	.075	.072	.064	.043	-.013	-.115	-.125
Q (m3/seg)	.050	.049	.048	.046	.041	.027	-.008	-.073	-.080

HP (m)	257.49	297.83	338.12	378.26	417.95	456.05	489.99	515.45	517.96
HPE (m)	4.85	61.57	118.23	174.75	230.81	285.29	335.61	377.44	396.33

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.159	-.158	-.137	-.114	-.091	-.068	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.080	-.069	-.057	-.046	-.034	-.023	-.012	.000
HP (m)	517.96	517.83	517.85	517.89	517.93	517.95	517.96	517.95	517.94
HPE (m)	396.33	411.41	426.62	441.87	457.11	472.34	487.55	502.74	517.94

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.231	-.232	-.233	-.236	-.240	-.249	-.262	-.180	-.129
Q (m3/seg)	-.147	-.147	-.148	-.150	-.153	-.158	-.167	-.114	-.082
HP (m)	257.49	297.97	338.35	378.67	418.82	458.43	494.89	511.10	517.24
HPE (m)	4.85	61.70	118.46	175.16	231.69	287.68	340.51	373.09	395.61

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.164	-.147	-.136	-.115	-.092	-.069	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.082	-.074	-.069	-.058	-.046	-.035	-.023	-.011	.000
HP (m)	517.24	516.74	515.48	515.40	515.44	515.46	515.47	515.47	515.46
HPE (m)	395.61	410.32	424.25	439.39	454.62	469.85	485.06	500.26	515.46

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.542	-.542	-.542	-.544	-.547	-.542	-.420	-.280	-.164
Q (m3/seg)	-.345	-.345	-.345	-.346	-.348	-.345	-.267	-.178	-.104
HP (m)	257.48	298.03	338.54	378.97	419.32	458.21	481.71	499.09	510.16
HPE (m)	4.84	61.76	118.66	175.46	232.19	287.45	327.33	361.08	388.53

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.208	-.142	-.125	-.114	-.092	-.069	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.104	-.071	-.063	-.057	-.046	-.035	-.023	-.011	.000
HP (m)	510.16	514.88	514.30	513.02	512.94	512.96	512.97	512.98	512.99
HPE (m)	388.53	408.45	423.08	437.00	452.12	467.35	482.56	497.78	512.99

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.853	-.852	-.853	-.854	-.846	-.727	-.568	-.400	-.244
Q (m3/seg)	-.542	-.542	-.542	-.543	-.539	-.462	-.361	-.254	-.155
HP (m)	257.43	298.08	338.67	379.23	418.52	444.02	464.33	481.98	496.71
HPE (m)	4.79	61.82	118.78	175.72	231.39	273.26	309.95	343.97	375.08

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.309	-.185	-.119	-.102	-.091	-.069	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.155	-.093	-.060	-.051	-.046	-.035	-.023	-.012	.000
HP (m)	496.71	507.73	512.42	511.83	510.54	510.44	510.47	510.50	510.51
HPE (m)	375.08	401.31	421.20	435.81	449.72	464.83	480.06	495.29	510.51

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.163	-1.163	-1.163	-1.155	-1.042	-.884	-.708	-.529	-.354
Q (m3/seg)	-.740	-.740	-.740	-.735	-.663	-.562	-.451	-.337	-.225
HP (m)	257.46	298.10	338.79	378.34	405.10	426.15	444.94	462.64	479.08
HPE (m)	4.82	61.84	118.90	174.83	217.96	255.39	290.56	324.63	357.45

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.448	-.286	-.162	-.097	-.079	-.068	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.225	-.144	-.082	-.049	-.040	-.034	-.023	-.012	.000
HP (m)	479.08	494.29	505.28	509.94	509.33	508.05	507.97	507.99	508.00
HPE (m)	357.45	387.86	414.05	433.92	448.52	462.44	477.56	492.79	508.00

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.475	-1.474	-1.466	-1.360	-1.203	-1.028	-.846	-.662	-.478
Q (m3/seg)	-.938	-.938	-.933	-.865	-.766	-.654	-.538	-.421	-.304
HP (m)	257.32	298.18	337.87	365.74	387.40	406.58	424.75	442.36	459.46
HPE (m)	4.68	61.91	117.99	162.23	200.26	235.82	270.36	304.36	337.83

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.606	-.425	-.263	-.139	-.074	-.056	-.045	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.304	-.214	-.132	-.070	-.037	-.028	-.023	-.012	.000
HP (m)	459.46	476.67	491.84	502.80	507.45	506.86	505.58	505.48	505.48
HPE (m)	337.83	370.24	400.62	426.78	446.64	461.25	475.17	490.27	505.48

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.786	-1.778	-1.678	-1.525	-1.350	-1.167	-.981	-.795	-.609
Q (m3/seg)	-1.136	-1.131	-1.068	-.970	-.859	-.743	-.624	-.505	-.387
HP (m)	257.41	297.20	326.13	348.33	367.84	386.26	404.15	421.71	439.04
HPE (m)	4.77	60.93	106.24	144.81	180.71	215.50	249.76	283.71	317.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.770	-.582	-.402	-.240	-.116	-.051	-.034	-.022	.000
Q (m3/seg)	-.387	-.293	-.202	-.120	-.058	-.026	-.017	-.011	.000
HP (m)	439.04	457.04	474.22	489.38	500.34	504.98	504.36	503.06	502.95
HPE (m)	317.41	350.62	383.00	413.37	439.52	459.37	473.95	487.86	502.95

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.085	-1.997	-1.848	-1.673	-1.491	-1.304	-1.116	-.928	-.741
Q (m3/seg)	-1.326	-1.270	-1.176	-1.065	-.948	-.830	-.710	-.590	-.471
HP (m)	257.16	286.28	309.02	328.90	347.47	365.55	383.31	400.90	418.33
HPE (m)	4.52	50.02	89.13	125.39	160.34	194.79	228.93	262.90	296.70

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

V (m/seg)	-.937	-.747	-.559	-.378	-.217	-.093	-.028	-.010	.000
Q (m3/seg)	-.471	-.375	-.281	-.190	-.109	-.047	-.014	-.005	.000
HP (m)	418.33	436.63	454.62	471.80	486.94	497.85	502.46	501.83	500.65
HPE (m)	296.70	330.20	363.40	395.78	426.12	452.24	472.05	486.63	500.65

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.224	-2.165	-1.998	-1.815	-1.628	-1.440	-1.250	-1.062	-.873
Q (m3/seg)	-1.415	-1.377	-1.271	-1.155	-1.036	-.916	-.796	-.675	-.556
HP (m)	257.36	270.25	289.78	308.49	326.75	344.62	362.37	379.98	397.50
HPE (m)	4.72	33.99	69.89	104.98	139.62	173.86	207.98	241.98	275.87

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.105	-.914	-.723	-.535	-.355	-.193	-.070	-.006	.000
Q (m3/seg)	-.556	-.459	-.363	-.269	-.178	-.097	-.035	-.003	.000
HP (m)	397.50	415.94	434.23	452.21	469.35	484.46	495.34	500.04	500.71
HPE (m)	275.87	309.51	343.01	376.19	408.54	438.85	464.94	484.84	500.71

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.269	-2.237	-2.135	-1.953	-1.764	-1.574	-1.385	-1.196	-1.007
Q (m3/seg)	-1.443	-1.423	-1.358	-1.242	-1.122	-1.002	-.881	-.761	-.641
HP (m)	257.10	260.80	270.02	287.80	305.74	323.63	341.34	359.01	376.58
HPE (m)	4.46	24.53	50.13	84.28	118.60	152.88	186.96	221.00	254.95

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.274	-1.082	-.890	-.699	-.512	-.331	-.171	-.059	.000
Q (m3/seg)	-.641	-.544	-.447	-.352	-.257	-.166	-.086	-.030	.000
HP (m)	376.58	395.13	413.55	431.81	449.76	466.88	482.07	494.23	499.44
HPE (m)	254.95	288.70	322.33	355.79	388.94	421.27	451.66	479.02	499.44

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.263	-2.252	-2.199	-2.085	-1.899	-1.710	-1.519	-1.330	-1.141
Q (m3/seg)	-1.440	-1.433	-1.399	-1.326	-1.208	-1.088	-.967	-.846	-.726
HP (m)	257.36	255.95	258.23	267.33	284.75	302.52	320.32	337.99	355.63
HPE (m)	4.72	19.69	38.34	63.82	97.61	131.76	165.94	199.98	234.00

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.444	-1.251	-1.058	-.866	-.676	-.489	-.320	-.165	.000
Q (m3/seg)	-.726	-.629	-.532	-.435	-.340	-.246	-.161	-.083	.000
HP (m)	355.63	374.23	392.74	411.12	429.36	447.40	465.79	481.50	487.78
HPE (m)	234.00	267.80	301.51	335.11	368.55	401.79	435.39	466.29	487.78

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.242	-2.234	-2.212	-2.151	-2.030	-1.844	-1.654	-1.464	-1.275
Q (m3/seg)	-1.426	-1.421	-1.407	-1.369	-1.291	-1.173	-1.052	-.931	-.811

HP (m) 257.11 254.10 252.12 254.55 264.12 281.48 299.21 316.98 334.61
 HPE (m) 4.47 17.83 32.23 51.03 76.99 110.72 144.83 178.97 212.98

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
 V (m/seg) -1.614 -1.420 -1.226 -1.034 -.843 -.664 -.483 -.261 .000
 Q (m3/seg) -.811 -.714 -.616 -.520 -.424 -.334 -.243 -.131 .000
 HP (m) 334.61 353.27 371.84 390.31 408.79 428.30 446.85 459.39 463.62
 HPE (m) 212.98 246.84 280.61 314.30 347.98 382.69 416.44 444.19 463.62

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
 POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	4.850	!!	9.147	4.456
2	52.11	8.009	61.913	!!	9.716	17.835
3	104.21	7.724	118.902	!!	9.716	32.228
4	156.32	7.440	175.716	!!	9.716	51.034
5	208.43	7.155	232.185	!!	3.171	68.895
6	260.53	6.871	287.676	!!	2.886	85.010
7	312.64	6.871	340.506	!!	2.602	101.124
8	364.74	6.586	377.444	!!	2.317	117.240
9	416.85	6.586	396.334	!!	2.033	133.371

NUMERO DE TUBERIA = 2

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	396.334	!!	2.033	133.371
2	43.56	6.017	413.515	!!	1.748	148.248
3	87.13	5.732	431.280	!!	1.464	163.125
4	130.69	5.448	449.007	!!	.610	177.994
5	174.26	5.163	466.746	!!	.894	192.811
6	217.82	4.878	484.478	!!	.610	207.698
7	261.39	4.594	502.186	!!	.325	222.586
8	304.95	4.309	519.820	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.242	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNT1.FOR
 TUBERIA DE 2 TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
 CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
 COTA EN LA VALVULA = .000 m
 TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 5.000 seg
 TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
 NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
 NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
 LONGITUD = 416.850 m
 DIAMETRO = .900 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019

ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
 LONGITUD = 348.520 m
 DIAMETRO = .800 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
 Variación lineal de la velocidad de cierre

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
L	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85			
V	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041			
Q	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298			
HP	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21			
HPE	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08	85.22	101.36	117.51	133.58			

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.562
Q	(m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.288
HP	(m)	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	254.61
HPE	(m)	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	254.61

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.42	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18
HPE	(m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.562	2.415	2.415
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.288	1.214	1.214
HP	(m)	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70	253.35	252.99	254.92	270.60
HPE	(m)	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	239.71	270.60

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.562	2.416	2.268	2.268
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.288	1.214	1.140
HP	(m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	252.92	270.82	286.59
HPE	(m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	224.81	255.61	286.59

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.562	2.416	2.269	2.121
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.288	1.215	1.140	1.066
HP	(m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	253.28	252.93	271.04	286.79
HPE	(m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	209.91	240.63	271.59	302.61

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041

Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.563	2.417	2.270	2.122	1.974
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.288	1.215	1.141	1.067
HP	(m)	255.09	254.73	254.38	254.02	253.60	253.26	252.90	271.26	287.00
HPE	(m)	133.46	148.31	163.16	178.00	195.08	225.65	256.59	287.60	318.64

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.563	2.419	2.271	2.123	1.975	1.827
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.288	1.216	1.142	1.067	.993	.918
HP	(m)	255.06	254.70	254.35	254.01	253.66	253.31	252.96	271.56	287.28
HPE	(m)	133.43	148.28	163.12	180.19	210.75	241.66	272.58	303.61	334.70

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE	(m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.563	2.420	2.273	2.125	1.977	1.828	1.680
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.288	1.216	1.142	1.068	.994	.919	.844
HP	(m)	255.03	254.67	254.32	254.02	253.71	253.40	253.09	271.79	287.49
HPE	(m)	133.40	148.25	165.30	195.77	226.68	257.65	288.66	319.66	350.76

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE	(m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.584	2.564	2.421	2.274	2.126	1.978	1.830	1.682	1.533
Q	(m3/seg)	1.299	1.289	1.217	1.143	1.069	.994	.920	.845	.770
HP	(m)	255.00	256.84	272.03	287.71	303.46	319.26	335.11	350.99	366.85
HPE	(m)	133.37	150.41	180.80	211.69	242.65	273.64	304.70	335.78	366.85

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	2.025
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.288
HP (m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	257.02
HPE (m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	135.39

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.563	2.422	2.275	2.127	1.980	1.832	1.683	1.535	1.386
Q (m3/seg)	1.288	1.217	1.143	1.069	.995	.921	.846	.772	.697
HP (m)	257.02	272.26	287.92	303.67	319.45	335.29	351.15	367.07	383.08
HPE (m)	135.39	165.83	196.70	227.65	258.63	289.67	320.75	351.87	383.08

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.026	1.906
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.289	1.213
HP (m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	257.12	271.36
HPE (m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	119.11	149.73

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.412	2.275	2.129	1.981	1.833	1.685	1.537	1.387	1.239
Q (m3/seg)	1.213	1.143	1.070	.996	.921	.847	.772	.697	.623
HP (m)	271.36	288.01	303.87	319.64	335.46	351.32	367.23	383.23	399.21
HPE (m)	149.73	181.58	212.65	243.62	274.65	305.71	336.82	368.03	399.21

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.028	1.916	1.783
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.290	1.219	1.134
HP (m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	257.23	270.46	286.18
HPE (m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	102.85	132.46	164.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.257	2.119	1.981	1.835	1.687	1.538	1.389	1.241	1.092
Q (m3/seg)	1.134	1.065	.996	.922	.848	.773	.698	.624	.549
HP (m)	286.18	302.93	319.69	335.64	351.49	367.39	383.38	399.35	415.34
HPE (m)	164.55	196.51	228.47	259.62	290.67	321.78	352.97	384.15	415.34

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	2.030	1.925	1.794	1.660
Q (m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.291	1.225	1.142	1.056
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	257.35	269.65	285.16	301.05
HPE (m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	86.59	115.27	147.16	179.42

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.101	1.964	1.826	1.687	1.540	1.391	1.242	1.094	.945
Q (m3/seg)	1.056	.987	.918	.848	.774	.699	.624	.550	.475
HP (m)	301.05	317.84	334.68	351.52	367.55	383.53	399.50	415.47	431.49
HPE (m)	179.42	211.41	243.46	275.51	306.73	337.92	369.09	400.27	431.49

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.031	1.934	1.805	1.672	1.537
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.292	1.230	1.148	1.063	.978
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.34	257.51	268.92	284.17	300.01	315.93
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	52.83	70.38	98.16	129.78	162.00	194.30

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.946	1.808	1.670	1.531	1.391	1.244	1.095	.947	.798
Q (m3/seg)	.978	.909	.839	.770	.699	.625	.551	.476	.401
HP (m)	315.93	332.78	349.65	366.57	383.55	399.64	415.61	431.62	447.63
HPE (m)	194.30	226.35	258.43	290.55	322.73	354.03	385.20	416.41	447.63

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.045	2.033	1.943	1.816	1.683	1.549	1.414
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.293	1.236	1.155	1.071	.985	.900
HP (m)	257.17	256.90	256.63	257.70	268.30	283.21	298.98	314.88	330.85
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	54.19	81.16	112.45	144.59	176.88	209.22

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.790	1.652	1.514	1.374	1.235	1.096	.949	.800	.651
Q (m3/seg)	.900	.830	.761	.691	.621	.551	.477	.402	.327
HP (m)	330.85	347.72	364.64	381.66	398.65	415.61	431.75	447.76	463.80
HPE (m)	209.22	241.30	273.42	305.64	337.83	370.00	401.34	432.56	463.80

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.035	1.950	1.827	1.694	1.560	1.426	1.291
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.294	1.241	1.162	1.078	.993	.907	.821
HP (m)	257.17	256.90	257.87	267.72	282.30	297.99	313.86	329.79	345.77
HPE (m)	4.53	20.63	37.98	64.21	95.16	127.24	159.47	191.78	224.14

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.634	1.496	1.357	1.218	1.079	.940	.800	.653	.504
Q (m3/seg)	.821	.752	.682	.612	.542	.473	.402	.328	.253
HP (m)	345.77	362.70	379.72	396.71	413.71	430.75	447.76	463.92	479.96
HPE (m)	224.14	256.27	288.49	320.69	352.90	385.14	417.35	448.72	479.96

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.046	2.036	1.958	1.837	1.706	1.572	1.437	1.303	1.168

Q (m3/seg)	1.301	1.295	1.245	1.169	1.085	1.000	.914	.829	.743
HP (m)	257.17	258.04	267.19	281.39	297.00	312.85	328.77	344.72	360.73
HPE (m)	4.53	21.78	47.30	77.88	109.86	142.09	174.39	206.72	239.10

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.478	1.339	1.201	1.062	.923	.784	.644	.505	.357
Q (m3/seg)	.743	.673	.604	.534	.464	.394	.324	.254	.179
HP (m)	360.73	377.75	394.75	411.76	428.80	445.85	462.92	479.95	496.14
HPE (m)	239.10	271.32	303.52	335.74	367.99	400.24	432.51	464.75	496.14

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.029	1.964	1.847	1.717	1.583	1.449	1.315	1.180	1.044
Q (m3/seg)	1.290	1.250	1.175	1.092	1.007	.922	.836	.751	.664
HP (m)	257.18	266.71	280.51	296.00	311.83	327.74	343.70	359.70	375.78
HPE (m)	4.54	30.45	60.62	92.48	124.69	156.99	189.32	221.69	254.15

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.322	1.183	1.044	.905	.766	.627	.488	.348	.210
Q (m3/seg)	.664	.595	.525	.455	.385	.315	.245	.175	.105
HP (m)	375.78	392.77	409.78	426.83	443.89	460.97	478.05	495.14	512.05
HPE (m)	254.15	286.34	318.56	350.81	383.07	415.36	447.64	479.93	512.05

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.895	1.849	1.728	1.594	1.460	1.326	1.191	1.056	.921
Q (m3/seg)	1.206	1.176	1.099	1.014	.929	.844	.758	.672	.586
HP (m)	257.22	278.69	295.00	310.80	326.70	342.65	358.65	374.74	390.81
HPE (m)	4.58	42.43	75.11	107.29	139.57	171.89	204.27	236.73	269.18

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.166	1.027	.888	.749	.610	.471	.331	.193	.063
Q (m3/seg)	.586	.516	.446	.376	.307	.237	.166	.097	.032
HP (m)	390.81	407.80	424.84	441.91	458.99	476.08	493.18	510.15	526.25
HPE (m)	269.18	301.38	333.62	365.89	398.18	430.47	462.78	494.94	526.25

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.688	1.668	1.598	1.472	1.338	1.203	1.068	.933	.797
Q (m3/seg)	1.074	1.061	1.017	.936	.851	.765	.679	.593	.507
HP (m)	257.27	285.57	308.88	325.66	341.60	357.59	373.67	389.75	405.84
HPE (m)	4.63	49.31	88.99	122.15	154.46	186.83	219.28	251.74	284.21

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.009	.870	.731	.592	.453	.314	.176	.046	.000
Q (m3/seg)	.507	.438	.368	.298	.228	.158	.088	.023	.000
HP (m)	405.84	422.88	439.92	457.00	474.10	491.21	508.19	524.31	531.19
HPE (m)	284.21	316.45	348.70	380.98	413.28	445.60	477.78	509.10	531.19

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.453	1.446	1.418	1.342	1.215	1.079	.944	.809	.674
Q (m3/seg)	.924	.920	.902	.854	.773	.687	.601	.515	.429
HP (m)	257.33	288.19	316.75	339.72	356.53	372.59	388.67	404.76	420.88
HPE (m)	4.69	51.93	96.86	136.21	169.39	201.83	234.29	266.76	299.25

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.853	.714	.575	.436	.296	.158	.028	-.017	.000
Q (m3/seg)	.429	.359	.289	.219	.149	.080	.014	-.009	.000
HP (m)	420.88	437.95	455.03	472.11	489.22	506.20	522.34	529.25	529.28
HPE (m)	299.25	331.52	363.81	396.09	428.40	460.59	491.93	514.05	529.28

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.211	1.208	1.198	1.165	1.085	.956	.821	.686	.550
Q (m3/seg)	.770	.769	.762	.741	.690	.608	.522	.436	.350
HP (m)	257.38	289.04	319.92	348.13	370.76	387.59	403.68	419.80	435.94
HPE (m)	4.74	52.77	100.03	144.62	183.63	216.83	249.30	281.79	314.31

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.696	.557	.418	.279	.141	.011	-.035	-.018	.000
Q (m3/seg)	.350	.280	.210	.140	.071	.005	-.018	-.009	.000
HP (m)	435.94	453.03	470.13	487.24	504.22	520.35	527.30	527.35	527.35
HPE (m)	314.31	346.61	378.91	411.23	443.40	474.74	496.89	512.14	527.35

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.966	.965	.961	.948	.911	.827	.697	.562	.426
Q (m3/seg)	.615	.614	.611	.603	.580	.526	.444	.358	.271
HP (m)	257.42	289.33	321.02	351.81	379.69	401.89	418.71	434.85	451.01
HPE (m)	4.78	53.07	101.13	148.30	192.55	231.14	264.33	296.84	329.38

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.540	.401	.262	.124	-.007	-.053	-.036	-.018	.000
Q (m3/seg)	.271	.201	.131	.062	-.003	-.027	-.018	-.009	.000
HP (m)	451.01	468.12	485.25	502.25	518.39	525.34	525.40	525.41	525.42
HPE (m)	329.38	361.70	394.03	426.23	457.57	479.73	494.99	510.21	525.42

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.721	.720	.717	.712	.697	.656	.568	.438	.303
Q (m3/seg)	.458	.458	.456	.453	.444	.418	.362	.279	.192
HP (m)	257.45	289.49	321.49	353.20	383.79	411.27	433.11	449.92	466.09
HPE (m)	4.81	53.22	101.60	149.69	196.66	240.51	278.73	311.91	344.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.383	.244	.106	-.024	-.070	-.053	-.036	-.018	.000
Q (m3/seg)	.192	.123	.053	-.012	-.035	-.027	-.018	-.009	.000
HP (m)	466.09	483.23	500.24	516.40	523.48	523.48	523.47	523.47	523.48
HPE (m)	344.46	376.80	409.02	440.38	462.58	477.86	493.07	508.27	523.48

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.475	-.474	-.472	-.469	-.463	-.446	-.401	-.309	-.179
Q (m3/seg)	-.302	-.301	-.300	-.298	-.294	-.284	-.255	-.197	-.114
HP (m)	257.47	289.64	321.75	353.77	385.42	415.82	442.91	464.40	481.20
HPE (m)	4.83	53.37	101.87	150.25	198.29	245.06	288.52	326.39	359.57

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.226	.088	-.042	-.088	-.071	-.053	-.036	-.018	.000
Q (m3/seg)	.114	.044	-.021	-.044	-.036	-.027	-.018	-.009	.000
HP (m)	481.20	498.21	514.38	521.42	521.53	521.54	521.55	521.54	521.53
HPE (m)	359.57	391.79	423.16	445.40	460.71	475.93	491.14	506.33	521.53

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.228	.227	.226	.224	.220	.213	.193	.145	.051
Q (m3/seg)	.145	.145	.144	.142	.140	.135	.123	.092	.033
HP (m)	257.49	289.76	321.95	354.09	386.12	417.72	447.90	474.59	495.60
HPE (m)	4.85	53.49	102.06	150.58	198.98	246.96	293.52	336.59	373.97

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.065	-.060	-.106	-.089	-.071	-.054	-.036	-.018	.000
Q (m3/seg)	.033	-.030	-.054	-.045	-.036	-.027	-.018	-.009	.000
HP (m)	495.60	512.36	519.42	519.55	519.58	519.60	519.61	519.60	519.60
HPE (m)	373.97	405.93	428.19	443.53	458.77	473.99	489.20	504.40	519.60

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.020	-.020	-.021	-.022	-.025	-.029	-.038	-.059	-.101
Q (m3/seg)	-.012	-.013	-.013	-.014	-.016	-.019	-.024	-.037	-.064
HP (m)	257.49	289.82	322.12	354.35	386.52	418.55	450.07	479.87	504.93
HPE (m)	4.85	53.55	102.23	150.83	199.39	247.79	295.69	341.86	383.30

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.128	-.130	-.108	-.090	-.072	-.054	-.036	-.018	.000
Q (m3/seg)	-.064	-.065	-.054	-.045	-.036	-.027	-.018	-.009	.000
HP (m)	504.93	516.83	517.56	517.60	517.63	517.64	517.65	517.67	517.68
HPE (m)	383.30	410.40	426.34	441.58	456.81	472.03	487.25	502.46	517.68

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.267	-.267	-.268	-.269	-.271	-.275	-.278	-.278	-.219

Q (m3/seg)	-.170	-.170	-.171	-.171	-.173	-.175	-.177	-.177	-.139
HP (m)	257.49	289.87	322.23	354.57	386.83	419.03	450.91	481.19	500.76
HPE (m)	4.85	53.60	102.35	151.06	199.69	248.27	296.53	343.18	379.13

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.277	-.175	-.113	-.090	-.072	-.054	-.036	-.018	.000
Q (m3/seg)	-.139	-.088	-.057	-.045	-.036	-.027	-.018	-.009	.000
HP (m)	500.76	510.19	515.03	515.64	515.66	515.68	515.70	515.73	515.74
HPE (m)	379.13	403.76	423.81	439.62	454.85	470.07	485.30	500.53	515.74

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.515	-.515	-.516	-.517	-.519	-.520	-.514	-.442	-.308
Q (m3/seg)	-.328	-.328	-.328	-.329	-.330	-.331	-.327	-.281	-.196
HP (m)	257.47	289.91	322.33	354.73	387.10	419.26	450.40	472.97	486.83
HPE (m)	4.83	53.65	102.45	151.22	199.96	248.50	296.01	334.96	365.20

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.390	-.260	-.158	-.096	-.072	-.054	-.036	-.018	.000
Q (m3/seg)	-.196	-.131	-.079	-.048	-.036	-.027	-.018	-.009	.000
HP (m)	486.83	499.00	508.27	513.09	513.69	513.72	513.75	513.78	513.78
HPE (m)	365.20	392.58	417.05	437.08	452.88	468.11	483.35	498.57	513.78

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.764	-.764	-.764	-.765	-.765	-.759	-.689	-.553	-.407
Q (m3/seg)	-.486	-.486	-.486	-.487	-.487	-.483	-.438	-.352	-.259
HP (m)	257.48	289.95	322.43	354.88	387.19	418.58	442.10	457.48	471.19
HPE (m)	4.84	53.69	102.54	151.37	200.06	247.82	287.72	319.47	349.56

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.516	-.372	-.242	-.140	-.078	-.054	-.036	-.018	.000
Q (m3/seg)	-.259	-.187	-.122	-.070	-.039	-.027	-.018	-.009	.000
HP (m)	471.19	484.95	497.09	506.34	511.16	511.77	511.79	511.81	511.81
HPE (m)	349.56	378.52	405.87	430.32	450.34	466.16	481.39	496.60	511.81

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.013	-1.012	-1.013	-1.012	-1.006	-.939	-.807	-.660	-.511
Q (m3/seg)	-.644	-.644	-.644	-.644	-.640	-.598	-.513	-.420	-.325
HP (m)	257.41	290.00	322.51	354.91	386.46	410.72	426.90	441.08	454.92
HPE (m)	4.77	53.74	102.62	151.40	199.32	239.96	272.52	303.07	333.29

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.647	-.497	-.353	-.224	-.122	-.060	-.036	-.018	.000
Q (m3/seg)	-.325	-.250	-.178	-.113	-.061	-.030	-.018	-.009	.000
HP (m)	454.92	469.31	483.04	495.18	504.43	509.23	509.82	509.83	509.83
HPE (m)	333.29	362.88	391.82	419.16	443.62	463.62	479.41	494.63	509.83

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.261	-1.261	-1.260	-1.254	-1.191	-1.063	-.916	-.766	-.617
Q (m3/seg)	-.802	-.802	-.802	-.798	-.758	-.676	-.583	-.487	-.392
HP (m)	257.45	289.99	322.50	354.17	379.07	395.97	410.44	424.50	438.42
HPE (m)	4.81	53.72	102.62	150.66	191.93	225.21	256.06	286.50	316.79

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.781	-.629	-.479	-.335	-.206	-.104	-.042	-.018	.000
Q (m3/seg)	-.392	-.316	-.241	-.169	-.104	-.052	-.021	-.009	.000
HP (m)	438.42	453.04	467.42	481.15	493.28	502.50	507.27	507.85	507.85
HPE (m)	316.79	346.61	376.19	405.14	432.46	456.89	476.86	492.64	507.85

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.511	-1.509	-1.503	-1.444	-1.320	-1.174	-1.023	-.873	-.723
Q (m3/seg)	-.961	-.960	-.956	-.918	-.840	-.747	-.651	-.555	-.460
HP (m)	257.32	289.97	321.73	347.25	364.82	379.57	393.76	407.84	421.83
HPE (m)	4.68	53.71	101.84	143.74	177.69	208.81	239.38	269.83	300.20

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.915	-.762	-.611	-.461	-.317	-.188	-.085	-.024	.000
Q (m3/seg)	-.460	-.383	-.307	-.232	-.159	-.094	-.043	-.012	.000
HP (m)	421.83	436.55	451.17	465.54	479.25	491.34	500.54	505.29	505.86
HPE (m)	300.20	330.12	359.95	389.52	418.43	445.73	470.13	490.09	505.86

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.758	-1.753	-1.697	-1.578	-1.432	-1.282	-1.131	-.980	-.830
Q (m3/seg)	-1.118	-1.115	-1.079	-1.004	-.911	-.816	-.719	-.624	-.528
HP (m)	257.41	289.14	315.26	333.48	348.55	362.85	377.02	391.12	405.16
HPE (m)	4.77	52.87	95.37	129.97	161.41	192.09	222.64	253.11	283.53

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.050	-.897	-.744	-.592	-.442	-.299	-.170	-.067	.000
Q (m3/seg)	-.528	-.451	-.374	-.298	-.222	-.150	-.085	-.034	.000
HP (m)	405.16	419.98	434.69	449.28	463.62	477.31	489.39	498.56	502.73
HPE (m)	283.53	313.55	343.47	373.26	402.81	431.70	458.98	483.36	502.73

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.997	-1.949	-1.836	-1.692	-1.541	-1.390	-1.239	-1.088	-.937
Q (m3/seg)	-1.270	-1.240	-1.168	-1.076	-.981	-.884	-.788	-.692	-.596
HP (m)	257.19	283.20	301.94	317.38	331.79	346.07	360.24	374.37	388.46
HPE (m)	4.55	46.94	82.06	113.87	144.65	175.31	205.86	236.37	266.83

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.186	-1.032	-.878	-.725	-.573	-.424	-.280	-.146	.000
Q (m3/seg)	-.596	-.519	-.441	-.365	-.288	-.213	-.141	-.073	.000
HP (m)	388.46	403.32	418.11	432.79	447.36	461.69	475.36	486.85	491.29
HPE (m)	266.83	296.90	326.88	356.77	386.55	416.08	444.95	471.65	491.29

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.149	-2.089	-1.951	-1.802	-1.649	-1.498	-1.346	-1.195	-1.044
Q (m3/seg)	-1.367	-1.329	-1.241	-1.146	-1.049	-.953	-.856	-.760	-.664
HP (m)	257.37	270.95	286.15	300.58	314.99	329.22	343.45	357.61	371.72
HPE (m)	4.73	34.69	66.27	97.07	127.86	158.46	189.07	219.60	250.09

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.321	-1.167	-1.013	-.859	-.706	-.555	-.400	-.213	.000
Q (m3/seg)	-.664	-.587	-.509	-.432	-.355	-.279	-.201	-.107	.000
HP (m)	371.72	386.61	401.45	416.21	430.88	445.43	459.18	468.12	471.02
HPE (m)	250.09	280.18	310.22	340.19	370.06	399.82	428.77	452.92	471.02

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)	
1	.00	7.155	4.850	!!	4.309	4.530
2	52.11	8.293	53.737	!!	2.317	20.587
3	104.21	8.293	102.622	!!	2.602	36.685
4	156.32	8.293	151.401	!!	2.886	52.790
5	208.43	8.009	200.060	!!	3.171	68.895
6	260.53	7.724	248.501	!!	2.886	85.010
7	312.64	7.440	296.529	!!	2.602	101.124
8	364.74	7.440	343.183	!!	2.317	117.240
9	416.85	7.155	383.300	!!	2.033	133.371

NUMERO DE TUBERIA = 2

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)	
1	.00	7.155	383.300	!!	2.033	133.371
2	43.56	7.155	410.403	!!	1.748	148.248
3	87.13	6.871	428.194	!!	1.464	163.125
4	130.69	6.586	445.396	!!	.610	177.994
5	174.26	6.301	462.581	!!	.894	192.811
6	217.82	6.017	479.729	!!	.610	207.698
7	261.39	5.732	496.891	!!	.325	222.586
8	304.95	5.448	514.048	!!	.041	237.474
9	348.52	5.163	531.187	!!	.000	252.362

Listado 4

**Tubería de dos tramos
Cierre no lineal de la válvula**

PROGRAMA MCNT1.FOR
 TUBERIA DE 2 TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
 CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
 COTA EN LA VALVULA = .000 m
 TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 1.000 seg
 TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
 NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
 NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
 LONGITUD = 416.850 m
 DIAMETRO = .900 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
 LONGITUD = 348.520 m
 DIAMETRO = .800 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
 Cierre no lineal de la válvula

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51

9 348.52 765.370 1.298 252.36 252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)												
	.00	2.041	1.298	257.17	4.53	52.11	2.041	1.298	256.68	20.65	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85

NUMERO DE TUBERIA = 2

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)													
	.00	2.583	1.299	255.21	133.52	43.56	2.583	1.298	254.44	163.21	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52	

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)													
	.00	2.041	1.298	257.17	4.53	52.11	2.041	1.298	256.65	36.77	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85	

NUMERO DE TUBERIA = 2

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)													
	.00	2.583	1.299	255.18	133.55	43.56	2.583	1.298	254.40	163.18	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52	

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)													
	.00	2.041	1.299	257.17	4.53	52.11	2.041	1.298	256.65	36.76	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85	

NUMERO DE TUBERIA = 2

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)													
	.00	2.584	1.299	255.15	133.52	43.56	2.583	1.298	254.44	177.99	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52	

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)														
	.00	2.042	1.299	257.17	252.71	52.11	2.041	1.298	256.65	52.88	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85	

HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.382	1.038	.222	.004
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.197	.522	.111	.002
HP	(m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	275.14	421.30	509.92	533.50
HPE	(m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	229.53	390.89	494.71	533.50

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.384	1.043	.225	.006	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.198	.524	.113	.003	.000
HP	(m)	255.09	254.73	254.38	254.02	275.40	420.98	509.84	533.60	534.07
HPE	(m)	133.46	148.31	163.16	178.00	214.59	375.37	479.43	518.40	534.07

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.385	1.050	.230	.008	.001	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.199	.528	.115	.004	.001	.000
HP	(m)	255.06	254.70	254.35	275.60	420.74	509.84	533.70	534.22	534.30
HPE	(m)	133.43	148.28	163.12	199.58	359.93	464.23	503.29	519.02	534.30

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE	(m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.386	1.056	.233	.011	.004	.001	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.200	.531	.117	.006	.002	.001	.000
HP	(m)	255.03	254.67	275.80	420.44	509.77	533.88	534.45	534.45	534.38
HPE	(m)	133.40	148.25	184.58	344.42	448.96	488.27	504.05	519.25	534.38

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE	(m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.388	1.062	.237	.013	.005	.004	.002	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.200	.534	.119	.007	.003	.002	.001	.000
HP	(m)	255.00	276.01	420.14	509.71	533.99	534.62	534.69	534.61	534.61
HPE	(m)	133.37	169.58	328.92	433.69	473.17	489.01	504.28	519.41	534.61

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	1.877
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.194
HP	(m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	274.80
HPE	(m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	153.17

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.376	1.068	.241	.015	.007	.005	.004	.002	.000
Q	(m3/seg)	1.194	.537	.121	.008	.003	.003	.002	.001	.000
HP	(m)	274.80	419.84	509.64	534.10	534.79	534.86	534.78	534.85	534.84
HPE	(m)	153.17	313.41	418.42	458.08	473.97	489.25	504.37	519.64	534.84

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	1.891	.768
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.203	.489
HP	(m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	273.49	408.54
HPE	(m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	135.48	286.91

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.972	.231	.017	.008	.007	.005	.004	.002	.000
Q	(m3/seg)	.489	.116	.009	.004	.003	.003	.002	.001	.000
HP	(m)	408.54	508.16	534.21	534.95	535.03	534.95	535.02	535.01	535.08
HPE	(m)	286.91	401.73	442.99	458.93	474.21	489.34	504.61	519.81	535.08

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	1.903	.857
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.211	.545	.046
HP	(m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	272.30	398.20	492.49
HPE	(m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	117.92	260.19	370.86

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.092	-.081	-.003	.008	.007	.005	.003	.002	.000

Q (m3/seg)	.046	-.041	-.002	.004	.003	.003	.002	.001	.000
HP (m)	492.49	523.34	533.72	535.19	535.12	535.18	535.18	535.25	535.18
HPE (m)	370.86	416.91	442.49	459.18	474.30	489.57	504.77	520.05	535.18

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	1.915	.939	.134	-.119
Q (m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.218	.597	.086	-.075
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	271.23	388.57	485.36	515.74
HPE (m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	100.47	234.19	347.36	394.11

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.150	-.144	-.091	-.005	.007	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.075	-.073	-.046	-.002	.003	.002	.002	.001	.000
HP (m)	515.74	518.30	524.41	533.89	535.35	535.35	535.42	535.35	535.42
HPE (m)	394.11	411.87	433.19	457.87	474.54	489.74	505.01	520.15	535.42

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	1.925	1.016	.198	-.098	-.126
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.225	.646	.126	-.062	-.080
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.34	270.29	379.60	478.03	513.54	516.71
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	52.83	83.15	208.84	323.65	375.54	395.08

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.160	-.146	-.092	-.007	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.080	-.073	-.046	-.003	.002	.002	.001	.000
HP (m)	516.71	516.85	518.48	524.59	534.12	535.59	535.52	535.59	535.52
HPE (m)	395.08	410.42	427.26	448.57	473.30	489.98	505.11	520.38	535.52

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.045	1.936	1.088	.262	-.074	-.122	-.126
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.231	.692	.167	-.047	-.078	-.080
HP (m)	257.17	256.90	256.63	269.46	371.30	470.59	510.96	516.61	516.92
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	65.95	184.16	299.84	356.58	378.61	395.29

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.162	-.148	-.094	-.008	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.081	-.074	-.047	-.004	.002	.001	.000
HP (m)	516.92	516.88	517.01	518.73	524.85	534.29	535.76	535.69	535.76
HPE (m)	395.29	410.46	425.79	442.71	464.04	488.68	505.35	520.48	535.76

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	1.945	1.156	.328	-.046	-.117	-.124	-.126
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.237	.735	.209	-.029	-.075	-.079	-.080
HP (m)	257.17	256.90	268.70	363.55	463.10	508.04	516.35	517.05	517.03

HPE (m)	4.53	20.63	48.81	160.04	275.97	337.28	361.96	379.04	395.40
---------	------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.163	-.164	-.149	-.095	-.010	.002	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.082	-.075	-.048	-.005	.001	.000
HP (m)	517.03	517.08	517.12	517.25	518.92	525.04	534.46	535.92	535.85
HPE (m)	395.40	410.66	425.89	441.23	458.10	479.43	504.06	520.72	535.85

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.046	1.953	1.218	.393	-.016	-.110	-.122	-.124	-.126
Q (m3/seg)	1.301	1.243	.775	.250	-.010	-.070	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.17	268.01	356.34	455.56	504.75	515.89	517.18	517.20	517.23
HPE (m)	4.53	31.75	136.45	252.05	317.61	345.14	362.80	379.19	395.60

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.165	-.151	-.097	-.011	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.076	-.049	-.006	.000
HP (m)	517.23	517.26	517.32	517.29	517.43	519.10	525.24	534.64	536.09
HPE (m)	395.60	410.84	426.10	441.27	456.61	473.49	494.83	519.43	536.09

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.877	1.277	.458	.017	-.102	-.120	-.123	-.124	-.126
Q (m3/seg)	1.194	.812	.292	.011	-.065	-.076	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.22	349.63	448.04	501.11	515.20	517.26	517.38	517.41	517.42
HPE (m)	4.58	113.37	228.15	297.60	328.06	346.50	363.00	379.41	395.79

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.162	-.163	-.165	-.166	-.167	-.152	-.098	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.084	-.076	-.049	.000
HP (m)	517.42	517.46	517.43	517.49	517.46	517.60	519.29	525.43	533.42
HPE (m)	395.79	411.04	426.21	441.47	456.64	471.99	488.88	510.23	533.42

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.618	.445	.052	-.091	-.117	-.121	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	.393	.283	.033	-.058	-.075	-.077	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.46	431.17	497.18	514.27	517.26	517.54	517.58	517.61	517.65
HPE (m)	4.82	194.90	277.29	310.76	330.12	346.78	363.20	379.60	396.02

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.166	-.167	-.168	-.141	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.084	-.084	-.071	.000
HP (m)	517.65	517.60	517.63	517.60	517.66	517.63	517.78	518.09	514.82
HPE (m)	396.02	411.17	426.41	441.59	456.84	472.02	487.37	502.89	514.82

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.871	-.574	-.151	-.114	-.119	-.121	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-.554	-.365	-.096	-.072	-.076	-.077	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.43	412.93	504.43	517.18	517.67	517.74	517.77	517.82	517.78
HPE (m)	4.79	176.66	284.55	313.67	330.54	346.98	363.39	379.81	396.15

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.162	-.163	-.165	-.166	-.168	-.156	-.071	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.084	-.078	-.035	.000
HP (m)	517.78	517.82	517.77	517.80	517.77	517.83	516.42	507.17	502.79
HPE (m)	396.15	411.39	426.54	441.79	456.96	472.22	486.01	491.96	502.79

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.788	-1.460	-.728	-.184	-.120	-.122	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.137	-.929	-.463	-.117	-.076	-.077	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.41	343.42	442.53	509.78	517.89	517.93	517.97	517.95	517.99
HPE (m)	4.77	107.16	222.64	306.27	330.76	347.17	363.59	379.95	396.36

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.166	-.155	-.070	-.016	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.084	-.078	-.035	-.008	.000
HP (m)	517.99	517.96	517.99	517.94	517.97	516.57	507.24	501.11	499.48
HPE (m)	396.36	411.53	426.76	441.92	457.16	470.96	476.83	485.91	499.48

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.146	-1.980	-1.450	-.693	-.182	-.122	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.365	-1.260	-.923	-.441	-.115	-.078	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.14	290.66	356.98	448.72	510.69	518.13	518.11	518.15	518.12
HPE (m)	4.50	54.39	137.10	245.20	323.56	347.37	363.73	380.14	396.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.165	-.153	-.069	-.014	.000	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.077	-.035	-.007	.000	.000
HP (m)	518.12	518.16	518.13	518.16	516.74	507.40	501.27	499.53	499.41
HPE (m)	396.49	411.73	426.90	442.14	455.92	461.79	470.86	484.33	499.41

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.246	-2.192	-1.949	-1.393	-.655	-.178	-.124	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.429	-1.395	-1.240	-.886	-.417	-.114	-.079	-.079	-.080
HP (m)	257.36	267.23	297.30	364.54	453.78	511.45	518.30	518.28	518.32
HPE (m)	4.72	30.96	77.41	161.03	266.64	340.69	363.92	380.27	396.69

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.152	-.068	-.013	.002	.001	.000

Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.076	-.034	-.007	.001	.001	.000
HP (m)	518.32	518.29	518.33	516.93	507.61	501.45	499.68	499.55	499.57
HPE (m)	396.69	411.86	427.11	440.91	446.79	455.84	469.27	484.35	499.57

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.272	-2.256	-2.175	-1.906	-1.337	-.620	-.176	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.446	-1.435	-1.384	-1.213	-.850	-.394	-.112	-.080	-.080
HP (m)	257.10	260.05	270.14	302.93	371.76	458.44	512.15	518.47	518.45
HPE (m)	4.46	23.79	50.25	99.42	184.62	287.68	357.77	380.47	396.82

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.162	-.150	-.066	-.011	.003	.003	.001	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.076	-.033	-.006	.002	.001	.001	.000
HP (m)	518.45	518.49	517.10	507.81	501.65	499.86	499.72	499.72	499.70
HPE (m)	396.82	412.06	425.87	431.79	440.84	454.25	469.31	484.51	499.70

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.275	-2.274	-2.250	-2.155	-1.862	-1.282	-.587	-.173	-.127
Q (m3/seg)	-1.448	-1.447	-1.432	-1.371	-1.185	-.815	-.373	-.110	-.080
HP (m)	257.36	257.99	261.25	273.05	308.61	378.74	462.78	512.80	518.64
HPE (m)	4.72	21.72	41.36	69.54	121.48	207.98	308.40	374.80	397.01

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.149	-.065	-.010	.005	.005	.003	.001	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.075	-.033	-.005	.002	.002	.002	.001	.000
HP (m)	518.64	517.26	507.99	501.83	500.04	499.90	499.90	499.86	499.86
HPE (m)	397.01	410.83	416.76	425.81	439.23	454.29	469.49	484.66	499.86

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.01	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.279	-2.276	-2.273	-2.243	-2.132	-1.817	-1.229	-.556	-.157
Q (m3/seg)	-1.450	-1.448	-1.446	-1.427	-1.356	-1.156	-.782	-.354	-.100
HP (m)	257.09	257.83	258.59	262.50	276.15	314.38	385.51	466.84	511.79
HPE (m)	4.45	21.57	38.70	58.99	89.01	143.63	231.13	328.84	390.16

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.199	-.064	-.009	.006	.006	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.100	-.032	-.004	.003	.003	.002	.002	.001	.000
HP (m)	511.79	508.16	502.00	500.20	500.07	500.07	500.05	500.04	500.02
HPE (m)	390.16	401.74	410.78	424.19	439.25	454.46	469.64	484.84	500.02

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.278	-2.279	-2.276	-2.270	-2.234	-2.107	-1.772	-1.165	-.418
Q (m3/seg)	-1.449	-1.450	-1.448	-1.444	-1.421	-1.341	-1.127	-.741	-.266
HP (m)	257.36	257.50	258.22	259.21	263.89	279.45	320.23	390.56	457.48

HPE	(m)	4.72	21.24	38.33	55.70	76.76	108.69	165.85	252.55	335.85
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-5.29	-0.059	.008	.007	.006	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.266	-.030	.004	.004	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	457.48	496.56	500.36	500.23	500.23	500.21	500.22	500.21	500.22
HPE	(m)	335.85	390.14	409.14	424.21	439.41	454.60	469.81	485.01	500.22

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.281	-2.278	-2.279	-2.276	-2.268	-2.225	-2.070	-1.624	-.931
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.449	-1.450	-1.448	-1.443	-1.415	-1.317	-1.033	-.592
HP	(m)	257.09	257.70	257.88	258.62	259.90	265.43	281.56	313.86	374.66
HPE	(m)	4.45	21.44	37.99	55.11	72.76	94.67	127.18	175.85	253.03

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.178	-.456	-.042	.007	.006	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.592	-.229	-.021	.004	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	374.66	449.80	494.79	500.38	500.37	500.37	500.37	500.40	500.40
HPE	(m)	253.03	343.38	403.57	424.36	439.55	454.76	469.97	485.19	500.40

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.279	-2.281	-2.279	-2.279	-2.276	-2.254	-2.119	-1.864	-1.432
Q	(m3/seg)	-1.450	-1.451	-1.450	-1.450	-1.448	-1.434	-1.348	-1.186	-.911
HP	(m)	257.36	257.46	258.03	258.25	259.04	259.36	255.69	263.78	302.10
HPE	(m)	4.72	21.20	38.15	54.74	71.90	88.61	101.31	125.78	180.47

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.812	-1.159	-.455	-.044	.006	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.911	-.582	-.229	-.022	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	302.10	373.17	449.95	494.95	500.53	500.53	500.55	500.56	500.57
HPE	(m)	180.47	266.74	358.73	418.93	439.71	454.92	470.15	485.36	500.57

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.282	-2.279	-2.281	-2.279	-2.269	-2.187	-2.079	-1.958	-1.753
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.450	-1.451	-1.450	-1.444	-1.391	-1.322	-1.246	-1.115
HP	(m)	257.09	257.69	257.82	258.37	257.45	248.83	239.60	239.60	257.63
HPE	(m)	4.45	21.42	37.93	54.86	70.31	78.07	85.12	101.59	136.00

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.218	-1.808	-1.157	-.455	-.045	.004	.003	.001	.000
Q	(m3/seg)	-1.115	-.909	-.582	-.229	-.023	.002	.001	.001	.000
HP	(m)	257.63	302.51	373.62	450.23	495.12	500.71	500.72	500.73	500.73
HPE	(m)	136.00	196.08	282.40	374.22	434.31	455.10	470.31	485.52	500.73

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.280	-2.282	-2.280	-2.272	-2.197	-2.104	-2.035	-1.986	-1.905
Q	(m3/seg)	-1.450	-1.451	-1.450	-1.445	-1.398	-1.339	-1.295	-1.264	-1.212
HP	(m)	257.36	257.46	258.02	257.09	248.78	237.92	231.17	229.80	236.74
HPE	(m)	4.72	21.19	38.13	53.57	61.64	67.16	76.78	91.80	115.11

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.410	-2.216	-1.806	-1.156	-.456	-.047	.003	.001	.000
Q	(m3/seg)	-1.212	-1.114	-.908	-.581	-.229	-.023	.001	.001	.000
HP	(m)	236.74	258.12	303.04	374.09	450.55	495.32	500.88	500.88	500.89
HPE	(m)	115.11	151.69	211.82	298.07	389.74	449.71	470.48	485.68	500.89

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.282	-2.280	-2.273	-2.203	-2.113	-2.046	-2.012	-1.991	-1.964
Q	(m3/seg)	-1.452	-1.451	-1.446	-1.402	-1.344	-1.301	-1.280	-1.267	-1.249
HP	(m)	257.09	257.68	256.81	249.09	238.30	230.87	227.15	226.39	228.60
HPE	(m)	4.45	21.42	36.92	45.58	51.17	60.11	72.76	88.39	106.97

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.485	-2.409	-2.215	-1.804	-1.154	-.456	-.048	.001	.000
Q	(m3/seg)	-1.249	-1.211	-1.113	-.907	-.580	-.229	-.024	.001	.000
HP	(m)	228.60	237.16	258.62	303.61	374.59	450.86	495.50	501.04	501.04
HPE	(m)	106.97	130.73	167.40	227.59	313.77	405.25	465.09	485.84	501.04

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.281	-2.275	-2.209	-2.121	-2.052	-2.016	-1.999	-1.992	-1.982
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.447	-1.405	-1.349	-1.305	-1.283	-1.272	-1.267	-1.261
HP	(m)	257.36	256.52	249.38	238.78	231.12	226.97	225.49	225.12	226.03
HPE	(m)	4.72	20.26	29.50	35.27	43.98	56.22	71.11	87.11	104.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.509	-2.485	-2.409	-2.213	-1.802	-1.153	-.456	-.049	.000
Q	(m3/seg)	-1.261	-1.249	-1.211	-1.113	-.906	-.580	-.229	-.025	.000
HP	(m)	226.03	228.98	237.61	259.16	304.17	375.06	451.15	495.67	501.20
HPE	(m)	104.40	122.55	146.39	183.14	243.36	329.45	420.75	480.47	501.20

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.269	-2.214	-2.128	-2.058	-2.020	-2.001	-1.995	-1.991	-1.989
Q	(m3/seg)	-1.443	-1.409	-1.354	-1.309	-1.285	-1.273	-1.269	-1.267	-1.265
HP	(m)	257.10	249.64	239.25	231.42	226.97	225.29	224.66	224.82	225.16
HPE	(m)	4.46	13.38	19.37	27.91	39.83	54.53	70.27	86.81	103.53

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.517	-2.509	-2.484	-2.408	-2.212	-1.800	-1.152	-.457	.000

Q (m3/seg)	-1.265	-1.261	-1.249	-1.210	-1.112	-.905	-.579	-.229	.000
HP (m)	225.16	226.41	229.39	238.05	259.67	304.72	375.53	451.44	490.33
HPE (m)	103.53	119.98	138.16	162.03	198.85	259.11	345.12	436.24	490.33

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.157	-2.129	-2.064	-2.024	-2.003	-1.996	-1.993	-1.992	-1.990
Q (m3/seg)	-1.372	-1.355	-1.313	-1.288	-1.275	-1.270	-1.268	-1.267	-1.266
HP (m)	257.37	240.50	231.74	226.99	225.14	224.39	224.48	224.59	225.01
HPE (m)	4.73	4.24	11.86	23.48	38.01	53.63	70.10	86.59	103.38

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-2.519	-2.517	-2.509	-2.484	-2.407	-2.210	-1.798	-1.100	.000
Q (m3/seg)	-1.266	-1.265	-1.261	-1.249	-1.210	-1.111	-.904	-.553	.000
HP (m)	225.01	225.54	226.78	229.77	238.48	260.17	305.26	370.49	401.96
HPE (m)	103.38	119.11	135.56	153.75	177.67	214.56	274.85	355.29	401.96

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.002	-2.012	-2.022	-2.006	-1.998	-1.994	-1.993	-1.992	-1.992
Q (m3/seg)	-1.274	-1.280	-1.286	-1.276	-1.271	-1.268	-1.268	-1.267	-1.267
HP (m)	257.18	239.05	227.76	225.02	224.13	224.20	224.27	224.63	224.84
HPE (m)	4.54	2.79	7.87	21.50	37.00	53.44	69.88	86.62	103.21

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-2.521	-2.519	-2.517	-2.508	-2.483	-2.406	-2.158	-1.340	.000
Q (m3/seg)	-1.267	-1.266	-1.265	-1.261	-1.248	-1.209	-1.085	-.674	.000
HP (m)	224.84	225.37	225.89	227.14	230.15	238.91	255.18	256.14	251.23
HPE (m)	103.21	118.94	134.67	151.12	169.33	193.29	224.78	240.93	251.23

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	4.878	!!	8.578	4.452
2	52.11	4.878	!!	9.716	2.790
3	104.21	5.163	!!	9.716	7.875
4	156.32	5.163	!!	9.716	21.504
5	208.43	5.448	!!	9.716	36.999
6	260.53	5.732	!!	9.716	53.439
7	312.64	6.017	!!	9.716	69.883
8	364.74	6.301	!!	9.432	86.586
9	416.85	6.586	!!	9.716	103.208

NUMERO DE TUBERIA = 2

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	!!	9.716	103.208
2	43.56	2.886	!!	9.716	118.941

3	87.13	2.602	442.985	!!	9.716	134.670
4	130.69	2.886	459.176	!!	9.716	151.117
5	174.26	3.171	474.537	!!	9.716	169.335
6	217.82	3.456	489.977	!!	9.716	193.294
7	261.39	3.740	505.348	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.720	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	536.092	!!	9.716	251.226

PROGRAMA MCNT1.FOR
TUBERIA DE 2 TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	2.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
NUMERO DE TUBERIAS	=	2

TUBERIA	=	1
LONGITUD	=	416.850 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.	=	252.640 m

TUBERIA	=	2
LONGITUD	=	348.520 m
DIAMETRO	=	.800 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1069.020 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.	=	121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
Cierre no lineal de la válvula

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD	V0=	2.041 m/seg			
CAUDAL	Q0=	1.298 m3/seg			
LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)	
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD	V0=	2.583 m/seg
CAUDAL	Q0=	1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m ³ /s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.041	1.298	257.17	4.53
52.11	2.041	1.298	256.91	20.65
104.21	2.041	1.298	256.68	36.79
156.32	2.041	1.298	256.45	52.93
208.43	2.041	1.298	256.21	69.08
260.53	2.041	1.298	255.98	85.22
312.64	2.041	1.298	255.74	101.36
364.74	2.041	1.298	255.51	117.51
416.85	2.041	1.298	255.21	133.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.583	1.299	255.21	133.58
43.56	2.583	1.298	254.79	148.36
87.13	2.583	1.298	254.44	163.21
130.69	2.583	1.298	254.08	178.07
174.26	2.583	1.298	253.73	192.92
217.82	2.583	1.298	253.38	207.77
261.39	2.583	1.298	253.03	222.62
304.95	2.583	1.298	252.68	237.47
348.52	2.583	1.298	252.33	252.32

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.041	1.298	257.17	4.53
52.11	2.041	1.298	256.91	20.65
104.21	2.041	1.298	256.65	36.77
156.32	2.041	1.298	256.42	52.91
208.43	2.041	1.298	256.19	69.05
260.53	2.041	1.298	255.95	85.19
312.64	2.041	1.298	255.72	101.34
364.74	2.041	1.298	255.48	117.48
416.85	2.041	1.298	255.25	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.583	1.299	255.18	133.55
43.56	2.583	1.299	254.83	148.40
87.13	2.583	1.298	254.40	163.18
130.69	2.583	1.298	254.05	178.03
174.26	2.583	1.298	253.70	192.88
217.82	2.583	1.298	253.35	207.73
261.39	2.583	1.298	252.99	222.59
304.95	2.583	1.298	252.66	248.46
348.52	2.583	1.298	252.33	264.33

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.041	1.299	257.17	4.53
52.11	2.041	1.298	256.91	20.65
104.21	2.041	1.298	256.65	36.76
156.32	2.041	1.298	256.39	52.88
208.43	2.041	1.298	256.16	69.03
260.53	2.041	1.298	255.93	85.17
312.64	2.041	1.299	255.64	101.26
364.74	2.041	1.299	255.39	117.39
416.85	2.041	1.299	255.15	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)
.00	2.584
43.56	2.583
87.13	2.583
130.69	2.583
174.26	2.583
217.82	2.583
261.39	2.482
304.95	1.768
348.52	1.109

Q (m ³ /seg)	HP (m)	HPE (m)
1.299	255.15	133.52
1.299	254.80	148.37
1.299	254.44	163.22
1.298	254.01	177.99
1.298	253.66	192.85
1.298	253.31	207.70
1.248	263.91	233.51
.889	341.41	326.20
.558	412.84	412.84

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.042	1.299	257.17	4.53
52.11	2.041	1.299	256.91	20.65
104.21	2.041	1.298	256.65	36.76
156.32	2.041	1.298	256.39	52.88
208.43	2.041	1.298	256.13	69.00
260.53	2.041	1.298	255.85	85.09
312.64	2.041	1.299	255.60	101.22
364.74	2.041	1.299	255.36	117.36
416.85	2.041	1.299	255.12	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.584	1.299	255.12	133.49
43.56	2.584	1.299	254.77	148.34
87.13	2.583	1.299	254.41	163.19
130.69	2.583	1.299	254.05	178.03
174.26	2.583	1.298	253.63	192.81
217.82	2.483	1.248	264.16	218.55
261.39	1.772	.890	341.32	310.91
304.95	1.113	.559	412.77	397.57
348.52	.595	.299	469.04	469.04

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.042	1.299	257.17	4.53
52.11	2.041	1.299	256.91	20.65
104.21	2.041	1.299	256.65	36.76
156.32	2.041	1.298	256.39	52.88
208.43	2.041	1.299	256.08	68.95
260.53	2.041	1.299	255.81	85.05
312.64	2.041	1.299	255.57	101.19
364.74	2.041	1.299	255.33	117.32
416.85	2.041	1.299	255.09	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.584	1.299	255.09	133.46
43.56	2.584	1.299	254.73	148.31
87.13	2.584	1.299	254.38	163.16
130.69	2.583	1.299	254.02	178.00
174.26	2.484	1.249	264.49	203.67
217.82	1.775	.892	341.23	295.62
261.39	1.116	.561	412.71	382.30
304.95	.598	.300	469.04	453.84
348.52	.253	.127	506.38	506.38

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.042	1.299	257.17	4.53
52.11	2.042	1.299	256.91	20.65
104.21	2.041	1.299	256.65	36.76
156.32	2.042	1.299	256.34	52.83
208.43	2.042	1.299	256.06	68.93
260.53	2.041	1.299	255.80	85.04
312.64	2.041	1.299	255.54	101.16
364.74	2.041	1.299	255.30	117.29
416.85	2.041	1.299	255.06	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.584	1.299	255.06	133.43
43.56	2.584	1.299	254.75	148.28
87.13	2.584	1.299	254.35	163.12
130.69	2.485	1.249	264.75	188.73
174.26	1.780	.895	341.23	280.41
217.82	1.121	.563	412.72	367.10
261.39	.601	.302	469.03	438.63
304.95	.255	.128	506.44	491.24
348.52	.072	.036	526.31	526.31

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m ³ /seg)	HP (m)
.00	2.042	1.299	257.17
52.11	2.042	1.299	256.91
104.21	2.042	1.299	256.61
156.32	2.042	1.299	256.32
208.43	2.042	1.299	256.05
260.53	2.042	1.299	255.79
312.64	2.041	1.299	255.52
364.74	2.041	1.299	255.27
416.85	2.041	1.299	255.03

HPE (m) 4.53 20.65 36.72 52.81 68.92 85.03 101.14 117.26 133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
V (m/seg) 2.584 2.584 2.485 1.783 1.124 .604 .258 .074 .008
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.249 .896 .565 .304 .130 .037 .004
HP (m) 255.03 254.67 265.02 341.15 412.66 469.11 506.57 526.42 533.46
HPE (m) 133.40 148.25 173.79 265.13 351.85 423.50 476.17 511.21 533.46

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.041
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
HP (m) 257.17 256.87 256.59 256.32 256.05 255.78 255.52 255.25 255.00
HPE (m) 4.53 20.61 36.70 52.81 68.91 85.02 101.13 117.25 133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
V (m/seg) 2.584 2.486 1.787 1.128 .607 .261 .077 .010 .000
Q (m3/seg) 1.299 1.250 .898 .567 .305 .131 .038 .005 .000
HP (m) 255.00 265.28 341.08 412.61 469.11 506.64 526.60 533.67 534.47
HPE (m) 133.37 158.85 249.86 336.59 408.30 461.03 496.19 518.47 534.47

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.043 2.043 2.043 2.043 2.042 2.042 2.042 2.042 1.960
Q (m3/seg) 1.300 1.300 1.300 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.247
HP (m) 257.17 256.85 256.58 256.31 256.04 255.78 255.51 255.25 264.85
HPE (m) 4.53 20.59 36.69 52.80 68.91 85.02 101.13 117.24 143.22

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
V (m/seg) 2.480 1.791 1.131 .610 .263 .079 .011 .002 .000
Q (m3/seg) 1.247 .900 .569 .307 .132 .039 .006 .001 .000
HP (m) 264.85 341.01 412.55 469.12 506.71 526.72 533.82 534.70 534.73
HPE (m) 143.22 234.59 321.33 393.10 445.90 481.11 503.41 519.49 534.73

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.044 2.043 2.043 2.043 2.043 2.042 2.042 1.967 1.376
Q (m3/seg) 1.300 1.300 1.300 1.299 1.299 1.299 1.299 1.251 .876
HP (m) 257.17 256.87 256.57 256.31 256.04 255.77 255.51 264.32 335.21
HPE (m) 4.53 20.61 36.69 52.79 68.90 85.01 101.12 126.32 213.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
V (m/seg) 1.742 1.129 .613 .266 .081 .013 .004 .002 .000
Q (m3/seg) .876 .567 .308 .134 .040 .007 .002 .001 .000
HP (m) 335.21 411.81 469.12 506.78 526.84 533.97 534.86 534.90 534.94
HPE (m) 213.58 305.38 377.90 430.76 466.02 488.36 504.46 519.70 534.94

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.044 2.044 2.043 2.043 2.043 2.043 2.043 1.973 1.423
Q (m3/seg) 1.300 1.300 1.300 1.300 1.300 1.299 1.255 .906 .524
HP (m) 257.17 256.89 256.60 256.30 256.03 255.77 263.86 329.86 401.95
HPE (m) 4.53 20.63 36.71 52.79 68.90 85.01 109.48 191.85 280.32

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
V (m/seg) 1.042 .564 .262 .083 .015 .005 .003 .002 .000
Q (m3/seg) .524 .284 .132 .041 .007 .003 .002 .001 .000
HP (m) 401.95 463.41 506.15 526.96 534.12 535.03 535.07 535.10 535.07
HPE (m) 280.32 356.98 414.93 450.94 473.31 489.42 504.66 519.90 535.07

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.044 2.044 2.044 2.043 2.043 1.979 1.467 .871 .386
Q (m3/seg) 1.301 1.300 1.300 1.300 1.300 1.259 .933 .554 .245
HP (m) 257.17 256.90 256.62 256.32 256.03 263.46 324.89 396.50 454.84
HPE (m) 4.53 20.63 36.73 52.81 68.89 92.70 170.51 258.49 333.21

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
V (m/seg) .488 .175 .032 .010 .007 .005 .003 .002 .000
Q (m3/seg) .245 .088 .016 .005 .003 .002 .002 .001 .000
HP (m) 454.84 496.43 521.37 533.58 535.20 535.24 535.27 535.24 535.27
HPE (m) 333.21 390.00 430.14 457.56 474.38 489.63 504.86 520.03 535.27

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.045 2.045 2.044 2.044 1.985 1.508 .919 .425 .094
Q (m3/seg) 1.301 1.301 1.300 1.300 1.263 .959 .584 .270 .060
HP (m) 257.17 256.90 256.62 256.34 263.14 320.28 391.09 450.47 490.16
HPE (m) 4.53 20.63 36.74 52.83 76.00 149.52 236.71 312.46 368.53

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
V (m/seg) .119 -.045 -.078 -.044 .000 .005 .003 .002 .000
Q (m3/seg) .060 -.022 -.039 -.022 .000 .002 .002 .001 .000
HP (m) 490.16 512.91 523.95 529.67 534.72 535.44 535.41 535.44 535.41
HPE (m) 368.53 406.48 432.73 453.65 473.90 489.83 505.00 520.24 535.41

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.045 2.045 2.045 1.990 1.547 .966 .464 .121 -.062
Q (m3/seg) 1.301 1.301 1.301 1.266 .984 .614 .295 .077 -.039
HP (m) 257.17 256.90 256.63 262.88 316.05 385.77 446.02 487.25 509.12
HPE (m) 4.53 20.63 36.74 59.36 128.92 215.01 291.64 349.24 387.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
V (m/seg) -.078 -.134 -.121 -.088 -.046 -.002 .003 .002 .000

Q (m3/seg)	- .039	- .068	- .061	- .044	- .023	- .001	.002	.001	.000
HP (m)	509.12	517.76	521.25	525.11	529.93	534.89	535.61	535.57	535.61
HPE (m)	387.49	411.33	430.03	449.09	469.11	489.28	505.20	520.37	535.61

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	1.995	1.582	1.012	.504	.149	-.047	-.118
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.269	1.007	.644	.321	.095	-.030	-.075
HP (m)	257.17	256.90	262.63	312.11	380.54	441.55	484.23	507.58	516.05
HPE (m)	4.53	20.63	42.75	108.60	193.41	270.79	329.85	369.57	394.42

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.150	-.155	-.145	-.123	-.090	-.047	-.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.075	-.078	-.073	-.062	-.045	-.024	-.002	.001	.000
HP (m)	516.05	517.51	518.94	521.51	525.30	530.11	535.06	535.78	535.74
HPE (m)	394.42	411.08	427.71	445.49	464.48	484.49	504.65	520.57	535.74

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.046	2.000	1.615	1.058	.545	.178	-.030	-.111	-.126
Q (m3/seg)	1.301	1.272	1.028	.673	.347	.113	-.019	-.071	-.080
HP (m)	257.17	262.43	308.45	375.40	436.99	481.12	505.97	515.56	517.09
HPE (m)	4.53	26.16	88.56	171.88	249.86	310.36	351.59	377.55	395.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.158	-.146	-.125	-.091	-.049	-.005	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.079	-.074	-.063	-.046	-.025	-.002	.000
HP (m)	517.09	517.23	517.76	519.11	521.69	525.48	530.29	535.23	535.94
HPE (m)	395.46	410.81	426.54	443.09	460.88	479.87	499.88	520.02	535.94

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.962	1.646	1.102	.586	.207	-.013	-.104	-.123	-.126
Q (m3/seg)	1.248	1.047	.701	.373	.132	-.008	-.066	-.078	-.080
HP (m)	257.20	305.06	370.36	432.38	477.87	504.23	515.01	517.16	517.33
HPE (m)	4.56	68.79	150.47	228.87	290.74	333.47	360.63	379.16	395.70

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.162	-.159	-.148	-.126	-.093	-.050	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.081	-.080	-.074	-.063	-.047	-.025	.000
HP (m)	517.33	517.35	517.41	517.93	519.29	521.87	525.66	530.47	534.72
HPE (m)	395.70	410.92	426.18	441.92	458.47	476.26	495.25	515.26	534.72

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.306	1.107	.627	.238	.006	-.095	-.120	-.124	-.126
Q (m3/seg)	.831	.704	.399	.151	.004	-.061	-.076	-.079	-.080
HP (m)	257.36	360.77	427.73	474.51	502.35	514.34	517.17	517.50	517.53

HPE (m)	4.72	124.51	207.84	271.00	315.22	343.58	362.79	379.50	395.90
---------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.161	-.149	-.128	-.088	-.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.082	-.081	-.075	-.064	-.044	.000
HP (m)	517.53	517.50	517.52	517.58	518.11	519.47	522.05	525.16	525.02
HPE (m)	395.90	411.07	426.30	441.56	457.29	473.85	491.64	509.95	525.02

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.332	.325	.233	.025	-.086	-.117	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	.211	.207	.149	.016	-.055	-.074	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.48	381.56	466.74	500.36	513.58	517.11	517.64	517.70	517.69
HPE (m)	4.84	145.30	246.85	296.85	326.44	346.35	363.26	379.70	396.06

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.165	-.162	-.145	-.077	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.081	-.073	-.039	.000
HP (m)	517.69	517.70	517.67	517.69	517.75	518.28	518.96	516.61	515.62
HPE (m)	396.06	411.27	426.45	441.67	456.93	472.67	488.56	501.40	515.62

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.624	-.515	-.275	-.109	-.113	-.121	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-.397	-.327	-.175	-.070	-.072	-.077	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.46	369.08	459.63	508.73	517.00	517.76	517.86	517.85	517.87
HPE (m)	4.82	132.82	239.74	305.22	329.86	347.00	363.47	379.85	396.24

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.166	-.160	-.112	-.057	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.081	-.056	-.029	.000
HP (m)	517.87	517.86	517.87	517.84	517.86	517.24	512.85	509.43	508.20
HPE (m)	396.24	411.43	426.65	441.82	457.04	471.63	482.44	494.23	508.20

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.378	-1.228	-.843	-.407	-.150	-.122	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-.877	-.781	-.537	-.259	-.095	-.077	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.44	340.00	417.98	480.87	514.18	518.01	518.01	518.03	518.02
HPE (m)	4.80	103.73	198.09	277.36	327.04	347.25	363.63	380.03	396.39

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.160	-.116	-.073	-.035	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.080	-.058	-.037	-.017	.000
HP (m)	518.02	518.04	518.03	518.04	517.33	512.43	507.72	504.43	503.23
HPE (m)	396.39	411.62	426.81	442.02	456.52	466.82	477.31	489.22	503.23

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.873	-1.733	-1.358	-.857	-.398	-.150	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.192	-1.103	-.864	-.545	-.253	-.095	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.22	308.25	365.43	428.67	484.70	514.77	518.19	518.18	518.20
HPE (m)	4.58	71.99	145.55	225.16	297.57	344.01	363.80	380.17	396.57

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.158	-.115	-.072	-.039	-.016	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.079	-.058	-.036	-.019	-.008	.000
HP (m)	518.20	518.19	518.21	517.52	512.62	507.82	504.01	501.51	500.65
HPE (m)	396.57	411.77	426.99	441.51	451.81	462.21	473.60	486.30	500.65

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.133	-2.037	-1.760	-1.332	-.824	-.380	-.149	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.357	-1.296	-1.119	-.847	-.524	-.242	-.095	-.079	-.080
HP (m)	257.37	282.53	319.63	372.02	433.42	487.22	515.21	518.36	518.35
HPE (m)	4.73	46.26	99.74	168.51	246.28	316.46	360.82	380.35	396.72

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.156	-.113	-.071	-.037	-.015	-.004	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.079	-.057	-.036	-.019	-.008	-.002	.000
HP (m)	518.35	518.37	517.69	512.81	508.02	504.20	501.60	500.22	499.77
HPE (m)	396.72	411.95	426.47	436.79	447.20	458.58	471.19	485.01	499.77

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.238	-2.189	-2.031	-1.729	-1.293	-.791	-.363	-.149	-.126
Q (m3/seg)	-1.424	-1.393	-1.292	-1.100	-.823	-.503	-.231	-.095	-.080
HP (m)	257.11	267.37	287.55	324.29	377.07	437.79	489.56	515.62	518.53
HPE (m)	4.47	31.11	67.66	120.78	189.93	267.03	335.18	377.61	396.90

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.155	-.112	-.069	-.036	-.014	-.002	.001	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.078	-.056	-.035	-.018	-.007	-.001	.000	.000
HP (m)	518.53	517.85	512.98	508.19	504.38	501.79	500.40	499.86	499.78
HPE (m)	396.90	411.42	421.76	432.17	443.56	456.18	469.99	484.66	499.78

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.268	-2.253	-2.181	-2.008	-1.696	-1.255	-.759	-.348	-.142
Q (m3/seg)	-1.443	-1.433	-1.387	-1.278	-1.079	-.798	-.483	-.222	-.090
HP (m)	257.36	260.49	269.68	290.78	328.68	382.03	442.00	491.75	515.20
HPE (m)	4.72	24.23	49.79	87.27	141.55	211.27	287.61	353.75	393.57

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.179	-.110	-.068	-.034	-.012	-.001	.002	.002	.000

Q (m3/seg)	-.090	-.056	-.034	-.017	-.006	.000	.001	.001	.000
HP (m)	515.20	513.14	508.36	504.54	501.96	500.58	500.05	499.96	499.94
HPE (m)	393.57	406.72	417.14	428.53	441.15	454.96	469.64	484.76	499.94

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.279	-2.271	-2.248	-2.167	-1.984	-1.662	-1.217	-.722	-.277
Q (m3/seg)	-1.450	-1.445	-1.430	-1.379	-1.262	-1.057	-.775	-.460	-.176
HP (m)	257.09	258.47	261.61	271.65	294.04	333.11	386.92	445.30	486.95
HPE (m)	4.45	22.21	41.72	68.14	106.91	162.35	232.54	307.29	365.32

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.351	-.092	-.033	-.011	.001	.004	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.176	-.046	-.017	-.005	.000	.002	.002	.001	.000
HP (m)	486.95	505.73	504.71	502.13	500.74	500.21	500.13	500.13	500.14
HPE (m)	365.32	399.31	413.49	426.11	439.92	454.60	469.73	484.93	500.14

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.278	-2.279	-2.270	-2.242	-2.153	-1.959	-1.622	-1.127	-.581
Q (m3/seg)	-1.449	-1.450	-1.444	-1.426	-1.370	-1.246	-1.032	-.717	-.370
HP (m)	257.36	257.64	259.05	262.72	273.72	297.39	336.89	385.36	435.68
HPE (m)	4.72	21.37	39.16	59.21	86.58	126.64	182.50	247.36	314.05

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.735	-.273	-.035	.002	.005	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.370	-.137	-.018	.001	.003	.002	.002	.001	.000
HP (m)	435.68	478.58	499.50	500.89	500.37	500.29	500.29	500.31	500.32
HPE (m)	314.05	372.16	408.28	424.88	439.55	454.68	469.89	485.11	500.32

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.281	-2.279	-2.279	-2.268	-2.235	-2.133	-1.884	-1.480	-.966
Q (m3/seg)	-1.451	-1.450	-1.450	-1.443	-1.422	-1.357	-1.199	-.942	-.615
HP (m)	257.09	257.72	258.07	259.65	263.90	275.25	294.89	328.41	375.06
HPE (m)	4.45	21.45	38.18	56.14	76.76	104.49	140.50	190.41	253.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.223	-.676	-.237	-.019	.006	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.615	-.340	-.119	-.009	.003	.002	.002	.001	.000
HP (m)	375.06	429.60	474.83	497.75	500.45	500.45	500.47	500.48	500.49
HPE (m)	253.43	323.18	383.61	421.73	439.63	454.84	470.06	485.28	500.49

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.280	-2.281	-2.279	-2.278	-2.261	-2.182	-2.014	-1.735	-1.334
Q (m3/seg)	-1.450	-1.451	-1.450	-1.449	-1.438	-1.388	-1.281	-1.104	-.849
HP (m)	257.36	257.46	258.06	258.51	259.72	259.61	265.09	283.52	319.36

6	260.53	5.732	347.246	!!	9.716	54.171
7	312.64	6.017	363.805	!!	9.716	70.330
8	364.74	6.301	380.351	!!	9.716	86.721
9	416.85	6.586	396.897	!!	9.716	103.643

NUMERO DE TUBERIA = 2

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	396.897	!!	9.716	103.643
2	43.56	6.301	411.946	!!	9.716	119.984
3	87.13	3.456	432.727	!!	9.716	138.163
4	130.69	3.171	457.563	!!	9.716	160.252
5	174.26	3.171	474.381	!!	9.716	190.503
6	217.82	3.456	489.829	!!	.610	207.698
7	261.39	3.740	505.201	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.573	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.944	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNT1.FOR
TUBERIA DE 2 TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
COTA EN LA VALVULA = .000 m
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 3.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
LONGITUD = 416.850 m
DIAMETRO = .900 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019
ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
LONGITUD = 348.520 m
DIAMETRO = .800 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019
ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
Cierre no lineal de la válvula

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67

3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
HP	(m)	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21
HPE	(m)	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08	85.22	101.36	117.51	133.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.515
Q	(m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.264
HP	(m)	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	259.71
HPE	(m)	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	259.71

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.42	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18
HPE	(m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.515	2.035
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.264	1.023
HP	(m)	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70	253.35	252.99	259.98	311.96
HPE	(m)	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	244.78	311.96

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.516	2.038	1.567
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.265	1.024	.787
HP (m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	260.25	311.98	363.00
HPE (m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	229.85	296.78	363.00

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.516	2.040	1.569	1.138
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.265	1.026	.789	.572
HP (m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	260.53	312.01	363.02	409.80
HPE (m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	214.92	281.61	347.81	409.80

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.517	2.043	1.572	1.141	.771
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.265	1.027	.790	.573	.388
HP (m)	255.09	254.73	254.38	254.02	260.87	312.04	363.03	409.82	449.84
HPE (m)	133.46	148.31	163.16	178.00	200.06	266.43	332.62	394.62	449.84

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.518	2.046	1.576	1.143	.774	.479

Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.266	1.029	.792	.575	.389	.241
HP (m)	255.06	254.70	254.35	261.16	312.15	363.12	409.84	449.88	481.80
HPE (m)	133.43	148.28	163.12	185.14	251.34	317.51	379.43	434.68	481.80

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE (m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.518	2.049	1.578	1.147	.777	.482	.266
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.266	1.030	.793	.576	.391	.242	.133
HP (m)	255.03	254.67	261.44	312.20	363.14	409.94	450.00	481.86	505.22
HPE (m)	133.40	148.25	170.22	236.18	302.33	364.33	419.59	466.66	505.22

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE (m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.519	2.052	1.581	1.150	.780	.485	.268	.124
Q (m3/seg)	1.299	1.266	1.031	.795	.578	.392	.244	.135	.063
HP (m)	255.00	261.73	312.24	363.17	409.97	450.05	482.01	505.39	520.78
HPE (m)	133.37	155.30	221.02	287.15	349.16	404.44	451.60	490.19	520.78

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	1.987
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.264
HP (m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	261.55
HPE (m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	139.92

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.515	2.055	1.584	1.152	.782	.487	.270	.127	.044
Q (m3/seg)	1.264	1.033	.796	.579	.393	.245	.136	.064	.022
HP (m)	261.55	312.29	363.19	410.00	450.10	482.09	505.50	520.98	529.80
HPE (m)	139.92	205.86	271.97	333.99	389.29	436.48	475.09	505.77	529.80

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	1.992	1.598
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.267	1.016
HP (m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	261.29	308.52

HPE	(m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	123.28	186.89
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.022	1.583	1.155	.785	.489	.272	.129	.046	.009
Q	(m3/seg)	1.016	.796	.581	.394	.246	.137	.065	.023	.004
HP	(m)	308.52	362.76	410.04	450.16	482.17	505.60	521.10	529.95	533.84
HPE	(m)	186.89	256.33	318.81	374.14	421.35	459.99	490.70	514.75	533.84

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	1.996	1.629	1.204
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.270	1.037	.766
HP	(m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	261.07	305.03	356.04
HPE	(m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	106.69	167.02	234.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	1.524	1.123	.783	.492	.275	.131	.048	.010	.000
Q	(m3/seg)	.766	.565	.394	.247	.138	.066	.024	.005	.000
HP	(m)	356.04	406.26	449.75	482.25	505.71	521.23	530.10	534.00	534.92
HPE	(m)	234.41	299.84	358.53	406.23	444.89	475.62	499.69	518.80	534.92

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	2.000	1.659	1.238	.842
Q	(m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.273	1.055	.788	.536
HP	(m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	260.89	301.79	352.24	399.77
HPE	(m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	90.13	147.40	214.23	278.14

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	1.066	.724	.459	.273	.133	.049	.012	.002	.000
Q	(m3/seg)	.536	.364	.231	.137	.067	.025	.006	.001	.000
HP	(m)	399.77	443.07	478.53	505.36	521.36	530.24	534.16	535.09	535.14
HPE	(m)	278.14	336.65	387.31	429.34	460.55	484.63	503.75	519.89	535.14

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.004	1.686	1.272	.874	.532
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.275	1.073	.809	.556	.338
HP	(m)	257.17	256.90	256.62	256.34	260.77	298.79	348.48	396.23	437.30
HPE	(m)	4.53	20.63	36.74	52.83	73.63	128.03	194.10	258.23	315.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.673	.402	.213	.100	.047	.014	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	.338	.202	.107	.050	.024	.007	.002	.001	.000
HP	(m)	437.30	472.09	498.74	517.70	529.93	534.32	535.26	535.30	535.28
HPE	(m)	315.67	365.66	407.51	441.68	469.12	488.71	504.85	520.10	535.28

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.045	2.008	1.712	1.305	.906	.560	.284
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.278	1.089	.830	.576	.356	.181
HP	(m)	257.17	256.90	256.63	260.70	296.07	344.80	392.68	434.27	467.31
HPE	(m)	4.53	20.63	36.74	57.18	108.93	174.04	238.30	296.26	345.68

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.360	.162	.042	-.013	-.019	.001	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	.181	.081	.021	-.007	-.010	.000	.002	.001	.000
HP	(m)	467.31	493.02	511.30	523.36	530.70	534.97	535.47	535.45	535.47
HPE	(m)	345.68	386.59	420.08	447.34	469.88	489.36	505.06	520.25	535.47

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.012	1.736	1.338	.939	.588	.307	.102
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.280	1.105	.851	.597	.374	.195	.065
HP	(m)	257.17	256.90	260.63	293.53	341.22	389.16	431.22	464.91	489.38
HPE	(m)	4.53	20.63	40.74	90.02	154.08	218.40	276.83	326.90	367.75

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.129	-.001	-.065	-.078	-.059	-.030	-.001	.002	.000
Q	(m3/seg)	.065	.000	-.033	-.039	-.030	-.015	-.001	.001	.000
HP	(m)	489.38	506.58	517.69	524.33	528.42	531.87	535.17	535.64	535.62
HPE	(m)	367.75	400.16	426.46	448.31	467.61	486.26	504.76	520.44	535.62

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.046	2.015	1.759	1.370	.971	.616	.330	.119	-.018
Q	(m3/seg)	1.301	1.282	1.119	.872	.618	.392	.210	.076	-.012
HP	(m)	257.17	260.58	291.17	337.69	385.62	428.15	462.49	487.66	504.07
HPE	(m)	4.53	24.32	71.28	134.18	198.48	257.39	308.11	349.65	382.44

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.023	-.097	-.121	-.111	-.088	-.061	-.031	-.003	.000
Q	(m3/seg)	-.012	-.049	-.061	-.056	-.044	-.031	-.016	-.001	.000
HP	(m)	504.07	514.09	519.64	522.77	525.51	528.63	532.04	535.34	535.81
HPE	(m)	382.44	407.66	428.42	446.75	464.70	483.02	501.64	520.13	535.81

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	1.990	1.779	1.402	1.003	.645	.353	.137	-.006	-.087
Q	(m3/seg)	1.266	1.132	.892	.638	.410	.225	.087	-.004	-.056
HP	(m)	257.19	289.00	334.25	382.06	425.01	460.01	485.90	502.99	512.58
HPE	(m)	4.55	52.73	114.36	178.55	237.88	289.25	331.52	364.98	390.95

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.111	-.143	-.144	-.131	-.113	-.090	-.062	-.033	.000

Q (m3/seg)	- .056	- .072	- .072	- .066	- .057	- .045	- .031	- .017	.000
HP (m)	512.58	517.15	519.18	520.83	522.98	525.69	528.81	532.22	535.06
HPE (m)	390.95	410.72	427.96	444.81	462.16	480.08	498.40	517.02	535.06

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.553	1.406	1.035	.674	.377	.155	.006	-.080	-.118
Q (m3/seg)	.988	.895	.659	.429	.240	.099	.004	-.051	-.075
HP (m)	257.31	327.80	378.52	421.84	457.46	484.06	501.85	512.03	516.46
HPE (m)	4.67	91.53	158.63	218.33	270.32	313.31	347.46	374.02	394.83

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.149	-.158	-.154	-.146	-.133	-.114	-.091	-.060	.000
Q (m3/seg)	-.075	-.079	-.077	-.073	-.067	-.058	-.046	-.030	.000
HP (m)	516.46	517.70	518.34	519.39	521.00	523.15	525.87	528.54	528.65
HPE (m)	394.83	411.27	427.12	443.37	460.19	477.54	495.46	513.33	528.65

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.879	.838	.680	.402	.174	.019	-.072	-.114	-.126
Q (m3/seg)	.559	.533	.432	.255	.110	.012	-.046	-.072	-.080
HP (m)	257.43	347.34	415.77	454.86	482.17	500.63	511.41	516.29	517.55
HPE (m)	4.79	111.07	195.88	251.35	295.03	329.87	357.03	378.29	395.92

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.160	-.159	-.156	-.147	-.134	-.112	-.058	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.080	-.078	-.074	-.067	-.056	-.029	.000
HP (m)	517.55	517.66	517.91	518.52	519.57	521.18	522.88	522.30	522.03
HPE (m)	395.92	411.24	426.68	442.50	458.75	475.57	492.47	507.10	522.03

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.154	.178	.213	.171	.032	-.063	-.109	-.123	-.126
Q (m3/seg)	.098	.113	.135	.108	.021	-.040	-.069	-.078	-.080
HP (m)	257.49	348.46	426.47	477.56	499.36	510.74	516.08	517.62	517.77
HPE (m)	4.85	112.20	206.58	274.05	312.23	339.98	361.69	379.61	396.14

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.162	-.161	-.157	-.145	-.101	-.052	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.081	-.081	-.079	-.073	-.051	-.026	.000
HP (m)	517.77	517.76	517.83	518.08	518.69	519.29	517.62	516.38	515.96
HPE (m)	396.14	411.33	426.61	442.06	457.87	473.68	487.21	501.18	515.96

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.520	-.464	-.317	-.153	-.075	-.104	-.121	-.124	-.126
Q (m3/seg)	-.331	-.295	-.202	-.097	-.048	-.066	-.077	-.079	-.080
HP (m)	257.47	339.19	414.44	474.08	507.57	515.82	517.65	517.91	517.92

HPE (m)	4.83	102.93	194.55	270.57	320.43	345.06	363.27	379.91	396.29
---------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.162	-.163	-.158	-.124	-.085	-.043	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.082	-.080	-.063	-.043	-.022	.000
HP (m)	517.92	517.94	517.93	518.00	517.80	515.14	512.80	511.27	510.73
HPE (m)	396.29	411.51	426.71	441.98	456.99	469.52	482.39	496.07	510.73

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.094	-1.023	-.825	-.549	-.284	-.137	-.123	-.124	-.126
Q (m3/seg)	-.696	-.651	-.525	-.349	-.181	-.087	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.46	324.91	389.96	448.56	493.23	515.41	518.05	518.08	518.09
HPE (m)	4.82	88.65	170.07	245.05	306.09	344.65	363.67	380.07	396.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.162	-.160	-.131	-.099	-.066	-.033	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.080	-.066	-.050	-.033	-.017	.000
HP (m)	518.09	518.09	518.11	517.66	514.46	511.31	508.79	507.14	506.58
HPE (m)	396.46	411.66	426.88	441.64	453.64	465.70	478.38	491.94	506.58

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.546	-1.471	-1.262	-.949	-.594	-.293	-.140	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-.983	-.936	-.803	-.604	-.378	-.187	-.089	-.079	-.080
HP (m)	257.31	308.91	360.69	412.09	459.96	497.43	516.14	518.25	518.25
HPE (m)	4.67	72.64	140.81	208.58	272.82	326.67	361.76	380.24	396.62

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.158	-.130	-.100	-.072	-.047	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.080	-.065	-.050	-.036	-.024	-.012	.000
HP (m)	518.25	518.26	517.82	514.57	511.17	508.10	505.65	504.09	503.55
HPE (m)	396.62	411.84	426.59	438.55	450.36	462.49	475.25	488.89	503.55

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.870	-1.803	-1.608	-1.309	-.945	-.576	-.283	-.141	-.126
Q (m3/seg)	-1.190	-1.147	-1.023	-.832	-.601	-.367	-.180	-.089	-.080
HP (m)	257.40	293.26	331.57	373.41	418.74	463.56	499.10	516.48	518.42
HPE (m)	4.76	57.00	111.68	169.90	231.60	292.80	344.72	378.47	396.79

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.157	-.129	-.099	-.072	-.048	-.029	-.014	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.079	-.065	-.050	-.036	-.024	-.015	-.007	.000
HP (m)	518.42	517.97	514.73	511.34	508.21	505.51	503.40	502.06	501.60
HPE (m)	396.79	411.55	423.51	435.32	447.40	459.90	473.00	486.85	501.60

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.084	-2.026	-1.865	-1.611	-1.287	-.918	-.555	-.274	-.136
Q (m3/seg)	-1.326	-1.289	-1.187	-1.025	-.819	-.584	-.353	-.174	-.087
HP (m)	257.16	279.86	305.76	338.25	377.85	422.51	466.49	500.61	516.26
HPE (m)	4.52	43.59	85.88	134.74	190.71	251.75	312.11	362.61	394.63

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.173	-.127	-.098	-.070	-.047	-.028	-.015	-.006	.000
Q (m3/seg)	-.087	-.064	-.049	-.035	-.024	-.014	-.008	-.003	.000
HP (m)	516.26	514.89	511.50	508.38	505.67	503.51	501.91	500.91	500.56
HPE (m)	394.63	408.47	420.28	432.36	444.86	457.90	471.50	485.70	500.56

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.201	-2.163	-2.044	-1.853	-1.588	-1.259	-.891	-.530	-.227
Q (m3/seg)	-1.401	-1.376	-1.300	-1.179	-1.010	-.801	-.567	-.337	-.144
HP (m)	257.37	269.23	285.80	309.45	341.73	381.56	426.12	468.83	497.48
HPE (m)	4.73	32.97	65.92	105.94	154.59	210.80	271.74	330.82	375.85

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.287	-.113	-.069	-.045	-.027	-.014	-.005	-.001	.000
Q (m3/seg)	-.144	-.057	-.035	-.023	-.014	-.007	-.003	-.001	.000
HP (m)	497.48	509.81	508.54	505.84	503.67	502.07	501.01	500.40	500.21
HPE (m)	375.85	403.38	417.32	429.82	442.86	456.46	470.60	485.20	500.21

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.257	-2.233	-2.163	-2.031	-1.833	-1.563	-1.228	-.829	-.434
Q (m3/seg)	-1.436	-1.420	-1.376	-1.292	-1.166	-.994	-.781	-.528	-.276
HP (m)	257.10	262.71	271.91	288.14	312.27	345.09	384.80	425.43	462.29
HPE (m)	4.46	26.44	52.03	84.63	125.14	174.33	230.42	287.42	340.66

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.549	-.228	-.061	-.026	-.012	-.004	.000	.001	.000
Q (m3/seg)	-.276	-.115	-.031	-.013	-.006	-.002	.000	.000	.000
HP (m)	462.29	491.17	504.14	503.83	502.23	501.17	500.57	500.31	500.25
HPE (m)	340.66	384.74	412.92	427.81	441.42	455.56	470.16	485.11	500.25

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.273	-2.266	-2.229	-2.153	-2.016	-1.809	-1.505	-1.127	-.712
Q (m3/seg)	-1.446	-1.442	-1.418	-1.370	-1.282	-1.151	-.957	-.717	-.453
HP (m)	257.36	259.16	264.00	273.53	290.33	314.69	344.52	379.62	417.87
HPE (m)	4.72	22.90	44.11	70.02	103.19	143.94	190.13	241.61	296.24

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.901	-.496	-.185	-.028	-.003	-.001	.002	.001	.000

Q (m3/seg)	-.453	-.250	-.093	-.014	-.001	.001	.001	.001	.000
HP (m)	417.87	456.72	486.50	500.54	501.32	500.72	500.47	500.41	500.41
HPE (m)	296.24	350.30	395.28	424.52	440.51	455.11	470.06	485.20	500.41

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.281	-2.276	-2.264	-2.224	-2.139	-1.970	-1.718	-1.390	-1.006
Q (m3/seg)	-1.451	-1.448	-1.440	-1.415	-1.361	-1.253	-1.093	-.884	-.640
HP (m)	257.09	258.15	259.91	265.07	274.76	288.88	309.09	337.05	372.05
HPE (m)	4.45	21.89	40.02	61.56	87.63	118.12	154.71	199.05	250.42

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.273	-.856	-.462	-.161	-.014	.004	.003	.001	.000
Q (m3/seg)	-.640	-.430	-.232	-.081	-.007	.002	.001	.001	.000
HP (m)	372.05	413.32	453.21	484.03	499.03	500.62	500.56	500.57	500.57
HPE (m)	250.42	306.90	361.99	408.01	438.22	455.01	470.16	485.36	500.57

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.280	-2.281	-2.275	-2.258	-2.189	-2.061	-1.865	-1.604	-1.279
Q (m3/seg)	-1.451	-1.451	-1.447	-1.436	-1.393	-1.311	-1.187	-1.020	-.814
HP (m)	257.36	257.56	258.62	260.27	262.74	268.32	280.48	300.81	330.21
HPE (m)	4.72	21.30	38.73	56.76	75.60	97.56	126.10	162.81	208.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.619	-1.238	-.832	-.448	-.155	-.013	.003	.001	.000
Q (m3/seg)	-.814	-.622	-.418	-.225	-.078	-.006	.001	.001	.000
HP (m)	330.21	368.65	410.97	451.80	483.37	498.88	500.72	500.72	500.72
HPE (m)	208.58	262.22	319.75	375.78	422.56	453.26	470.31	485.52	500.72

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.283	-2.281	-2.278	-2.248	-2.190	-2.096	-1.958	-1.764	-1.511
Q (m3/seg)	-1.452	-1.451	-1.449	-1.430	-1.393	-1.333	-1.245	-1.122	-.961
HP (m)	257.09	257.70	257.64	255.89	253.27	253.41	258.89	272.47	295.15
HPE (m)	4.45	21.44	37.75	52.38	66.13	82.65	104.50	134.47	173.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.912	-1.594	-1.223	-.824	-.445	-.155	-.014	.001	.000
Q (m3/seg)	-.961	-.801	-.615	-.414	-.224	-.078	-.007	.001	.000
HP (m)	295.15	327.93	367.33	410.42	451.74	483.51	499.04	500.88	500.88
HPE (m)	173.52	221.50	276.11	334.40	390.92	437.90	468.63	485.67	500.88

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.281	-2.280	-2.256	-2.216	-2.161	-2.095	-2.003	-1.874	-1.692
Q (m3/seg)	-1.451	-1.451	-1.435	-1.410	-1.375	-1.333	-1.274	-1.192	-1.076
HP (m)	257.36	257.15	255.06	250.64	246.13	242.96	244.21	251.90	268.17

HPE (m) 4.72 20.89 35.17 47.12 58.99 72.20 89.83 113.90 146.54

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -2.141 -1.896 -1.585 -1.219 -0.823 -0.446 -0.156 -0.015 .000
 Q (m3/seg) -1.076 -.953 -.797 -.613 -.414 -.224 -.078 -.008 .000
 HP (m) 268.17 293.88 327.46 367.37 410.67 451.99 483.71 499.20 501.03
 HPE (m) 146.54 187.46 236.23 291.36 349.86 406.38 453.30 484.00 501.03

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) -2.279 -2.258 -2.222 -2.173 -2.125 -2.074 -2.018 -1.939 -1.823
 Q (m3/seg) -1.450 -1.437 -1.413 -1.382 -1.352 -1.319 -1.284 -1.234 -1.160
 HP (m) 257.09 254.91 250.45 245.37 240.03 236.21 234.91 238.61 248.96
 HPE (m) 4.45 18.64 30.56 41.86 52.90 65.46 80.53 100.61 127.33

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -2.307 -2.132 -1.892 -1.584 -1.219 -.824 -.446 -.157 .000
 Q (m3/seg) -1.160 -1.072 -.951 -.796 -.613 -.414 -.224 -.079 .000
 HP (m) 248.96 267.71 293.97 327.78 367.73 410.98 452.25 483.90 497.53
 HPE (m) 127.33 161.29 202.75 251.77 306.92 365.37 421.84 468.70 497.53

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) -2.239 -2.223 -2.177 -2.131 -2.086 -2.050 -2.015 -1.974 -1.907
 Q (m3/seg) -1.424 -1.414 -1.385 -1.356 -1.327 -1.304 -1.282 -1.256 -1.213
 HP (m) 257.36 250.70 245.43 239.88 235.25 231.48 229.77 230.85 236.85
 HPE (m) 4.72 14.43 25.54 36.37 48.12 60.72 75.39 92.85 115.22

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -2.414 -2.303 -2.131 -1.892 -1.583 -1.218 -.824 -.430 .000
 Q (m3/seg) -1.213 -1.158 -1.071 -.951 -.796 -.612 -.414 -.216 .000
 HP (m) 236.85 249.04 268.06 294.37 328.17 368.09 411.29 450.68 466.86
 HPE (m) 115.22 142.61 176.84 218.36 267.36 322.48 380.88 435.47 466.86

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) -2.174 -2.162 -2.134 -2.091 -2.056 -2.028 -2.008 -1.987 -1.956
 Q (m3/seg) -1.383 -1.375 -1.357 -1.330 -1.308 -1.290 -1.277 -1.264 -1.244
 HP (m) 257.13 247.94 240.20 235.27 231.16 228.48 226.85 227.16 230.01
 HPE (m) 4.49 11.67 20.31 31.76 44.03 57.72 72.47 89.16 108.38

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -2.476 -2.412 -2.302 -2.130 -1.891 -1.582 -1.201 -.666 .000
 Q (m3/seg) -1.244 -1.213 -1.157 -1.071 -.950 -.795 -.604 -.335 .000
 HP (m) 230.01 237.18 249.44 268.47 294.78 328.56 366.62 394.40 404.01
 HPE (m) 108.38 130.75 158.22 192.45 233.96 282.95 336.22 379.19 404.01

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS

POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	5.448	4.848	!!	8.578	4.452
2	52.11	5.448	112.200	!!	9.716	11.672
3	104.21	5.448	206.582	!!	9.716	20.314
4	156.32	5.448	274.047	!!	9.716	31.758
5	208.43	5.732	320.431	!!	9.716	44.029
6	260.53	5.732	345.062	!!	9.716	57.720
7	312.64	6.017	363.667	!!	9.716	72.471
8	364.74	6.301	380.243	!!	9.716	89.156
9	416.85	6.586	396.789	!!	9.716	108.382

NUMERO DE TUBERIA = 2

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	396.789	!!	9.716	108.382
2	43.56	6.301	411.838	!!	9.716	130.750
3	87.13	4.309	428.416	!!	9.716	158.218
4	130.69	4.025	448.314	!!	.610	177.994
5	174.26	3.740	469.881	!!	.894	192.811
6	217.82	3.740	489.357	!!	.610	207.698
7	261.39	3.740	505.065	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.437	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.808	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNT1.FOR
 TUBERIA DE 2 TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
 CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
 COTA EN LA VALVULA = .000 m
 TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 4.000 seg
 TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
 NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
 NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
 LONGITUD = 416.850 m
 DIAMETRO = .900 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
 LONGITUD = 348.520 m
 DIAMETRO = .800 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
 Cierre no lineal de la válvula

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21
HPE	(m)	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08	85.22	101.36	117.51	133.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.532
Q	(m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.273
HP	(m)	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	252.86
HPE	(m)	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	257.86

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041

Q	(m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.42	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18
HPE	(m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.532	2.172
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.273	1.092
HP	(m)	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70	253.35	252.99	258.15	297.00
HPE	(m)	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	242.94	297.00

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.533	2.175	1.814
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.273	1.093	.912
HP	(m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	258.43	297.09	336.00
HPE	(m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	228.02	281.89	336.00

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.533	2.177	1.817	1.471
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.273	1.094	.913	.739
HP	(m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	258.71	297.19	336.07	373.52
HPE	(m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	213.10	266.78	320.87	373.52

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.534	2.179	1.819	1.473	1.152
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.274	1.095	.914	.740	.579
HP	(m)	255.09	254.73	254.38	254.02	259.07	297.28	336.14	373.58	408.26
HPE	(m)	133.46	148.31	163.16	178.00	198.25	251.67	305.73	358.38	408.26

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.534	2.181	1.822	1.475	1.155	.869
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.274	1.096	.916	.742	.580	.437
HP (m)	255.06	254.70	254.35	253.96	253.46	252.99	252.46	251.88	251.28
HPE (m)	133.43	148.28	163.12	183.34	206.64	236.68	273.65	313.24	359.28

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE (m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.535	2.183	1.824	1.478	1.158	.871	.626
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.274	1.098	.917	.743	.582	.438	.315
HP (m)	255.03	254.67	254.32	253.97	253.62	253.27	252.92	252.57	252.22
HPE (m)	133.40	148.25	168.44	221.55	275.55	328.18	378.05	424.14	465.83

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE (m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.535	2.186	1.826	1.481	1.160	.874	.629	.427
Q (m3/seg)	1.299	1.274	1.099	.918	.744	.583	.439	.316	.215
HP (m)	255.00	254.65	254.30	253.95	253.60	253.25	252.90	252.55	252.20
HPE (m)	133.37	153.53	206.45	260.43	313.04	362.92	409.09	450.79	487.67

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	2.001
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.273
HP (m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	254.91
HPE (m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	133.28

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.532	2.188	1.829	1.483	1.162	.876	.631	.430	.272
Q (m3/seg)	1.273	1.100	.919	.745	.584	.441	.317	.216	.137
HP (m)	259.91	297.78	336.54	373.93	408.61	439.58	466.09	487.85	504.86
HPE (m)	138.28	191.36	245.31	297.91	347.79	393.97	435.68	472.64	504.86

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.004	1.709
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.275	1.088
HP (m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	255.28	255.05
HPE (m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	121.77	173.42

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.164	1.828	1.486	1.165	.879	.633	.432	.274	.158
Q (m3/seg)	1.088	.919	.747	.586	.442	.318	.217	.138	.079
HP (m)	295.05	336.28	374.01	408.68	439.66	466.18	487.96	504.98	517.46
HPE (m)	173.42	229.85	282.78	332.66	378.84	420.57	457.55	489.77	517.46

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.008	1.733	1.409
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.277	1.103	.897
HP (m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	255.68	255.50	255.28
HPE (m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	105.29	154.49	209.65

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	1.784	1.462	1.164	.881	.636	.434	.276	.160	.080
Q (m3/seg)	.897	.735	.585	.443	.319	.218	.139	.080	.040
HP (m)	331.28	371.24	408.42	439.74	466.27	488.06	505.10	517.60	526.05
HPE (m)	209.65	264.82	317.19	363.72	405.46	442.45	474.69	502.39	526.05

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	2.011	1.755	1.436	1.120
Q (m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.279	1.117	.913	.713
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	255.74	255.45	255.16	254.87
HPE (m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	88.85	135.76	190.43	244.60

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	1.418	1.120	.857	.635	.436	.278	.162	.082	.033
Q (m3/seg)	.713	.563	.431	.319	.219	.140	.081	.041	.017
HP (m)	366.23	403.42	436.99	466.03	488.17	505.22	517.73	526.20	531.37
HPE (m)	244.60	296.99	345.77	390.01	427.36	459.61	487.32	511.00	531.37

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.014	1.776	1.461	1.146	.852

Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.281	1.130	.930	.729	.542
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.34	259.59	287.96	325.64	363.46	398.67
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	52.83	72.45	117.20	171.25	225.45	277.04

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	1.078	.813	.590	.412	.277	.163	.084	.035	.009
Q (m3/seg)	.542	.409	.297	.207	.139	.082	.042	.018	.005
HP (m)	398.67	432.00	461.06	485.45	505.01	517.87	526.35	531.52	534.12
HPE (m)	277.04	325.57	369.83	409.43	444.19	472.26	495.94	516.32	534.12

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.045	2.017	1.796	1.487	1.171	.876	.612
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.283	1.142	.946	.745	.557	.390
HP (m)	257.17	256.90	256.63	259.61	286.00	322.90	360.68	396.09	427.67
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	56.10	98.86	152.14	206.30	258.09	306.04

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	.775	.548	.368	.232	.139	.083	.037	.011	.001
Q (m3/seg)	.390	.276	.185	.117	.070	.042	.018	.006	.001
HP (m)	427.67	456.34	480.49	500.07	515.18	526.16	531.68	534.28	535.23
HPE (m)	306.04	349.91	389.27	424.05	454.37	480.55	501.27	519.08	535.23

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.020	1.814	1.512	1.197	.900	.634	.407
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.285	1.154	.962	.762	.573	.403	.259
HP (m)	257.17	256.90	259.62	284.17	320.25	357.96	393.52	425.38	452.56
HPE (m)	4.53	20.63	39.74	80.66	133.11	187.20	239.14	287.37	330.93

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	.515	.329	.190	.095	.038	.013	.010	.003	.000
Q (m3/seg)	.259	.166	.096	.048	.019	.006	.005	.001	.000
HP (m)	452.56	476.20	495.38	510.24	521.25	529.02	534.11	535.39	535.49
HPE (m)	330.93	369.77	404.15	434.23	460.43	483.41	503.70	520.19	535.49

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.046	2.022	1.831	1.537	1.223	.925	.656	.426	.238
Q (m3/seg)	1.301	1.287	1.165	.978	.778	.588	.417	.271	.152
HP (m)	257.17	259.66	282.47	317.64	355.22	390.96	423.10	450.63	473.04
HPE (m)	4.53	23.39	62.58	114.12	168.08	220.20	268.72	312.62	351.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	.302	.156	.056	-.005	-.032	-.035	-.022	-.002	.000
Q (m3/seg)	.152	.079	.028	-.002	-.016	-.018	-.011	-.001	.000
HP (m)	473.04	491.63	505.98	516.58	524.10	529.22	532.75	535.32	535.68
HPE (m)	351.41	385.21	414.76	440.56	463.29	483.61	502.34	520.12	535.68

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.004	1.847	1.561	1.249	.949	.678	.445	.254	.106
Q (m3/seg)	1.275	1.175	.993	.794	.604	.432	.283	.162	.068
HP (m)	257.18	280.91	315.09	352.47	388.35	420.79	448.68	471.50	489.15
HPE (m)	4.54	44.65	95.20	148.96	201.22	250.03	294.30	333.49	367.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	.134	.028	-.038	-.071	-.078	-.067	-.046	-.024	.000
Q (m3/seg)	.068	.014	-.019	-.036	-.039	-.033	-.023	-.012	.000
HP (m)	489.15	502.86	512.86	519.86	524.57	527.84	530.45	533.04	535.16
HPE (m)	367.52	396.43	421.64	443.84	463.75	482.23	500.04	517.84	535.16

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.677	1.564	1.274	.973	.701	.465	.271	.119	.009
Q (m3/seg)	1.067	.995	.810	.619	.446	.296	.172	.076	.006
HP (m)	257.27	310.29	349.74	385.73	418.43	446.69	469.91	487.97	501.02
HPE (m)	4.63	74.03	129.86	182.22	231.30	275.93	315.53	349.96	379.39

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	.012	-.060	-.099	-.112	-.105	-.089	-.069	-.045	.000
Q (m3/seg)	.006	-.030	-.050	-.056	-.053	-.045	-.035	-.022	.000
HP (m)	501.02	510.40	516.75	520.86	523.61	525.80	528.14	530.29	530.42
HPE (m)	379.39	403.97	425.53	444.84	462.79	480.19	497.73	515.09	530.42

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.168	1.128	.980	.723	.484	.287	.132	.019	-.057
Q (m3/seg)	.743	.717	.624	.460	.308	.183	.084	.012	-.036
HP (m)	257.39	326.35	380.95	416.06	444.66	468.27	486.74	500.19	509.15
HPE (m)	4.75	90.09	161.06	212.55	257.52	297.51	332.36	362.19	387.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.072	-.116	-.134	-.134	-.123	-.108	-.087	-.045	.000
Q (m3/seg)	-.036	-.058	-.067	-.067	-.062	-.054	-.044	-.023	.000
HP (m)	509.15	514.94	518.41	520.51	522.10	523.90	525.64	525.52	525.43
HPE (m)	387.52	408.51	427.19	444.49	461.28	478.29	495.24	510.32	525.43

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.604	.605	.586	.487	.303	.145	.029	-.049	-.097
Q (m3/seg)	.384	.385	.373	.310	.193	.093	.019	-.031	-.062
HP (m)	257.46	330.10	394.41	440.61	466.60	485.47	499.31	508.62	514.18
HPE (m)	4.82	93.84	174.52	237.10	279.47	314.71	344.93	370.62	392.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.123	-.145	-.150	-.145	-.136	-.121	-.084	-.043	.000
Q (m3/seg)	-.062	-.073	-.076	-.073	-.069	-.061	-.042	-.021	.000
HP (m)	514.18	517.18	518.71	519.65	520.81	521.94	521.29	520.79	520.62
HPE (m)	392.55	410.75	427.48	443.63	459.99	476.33	490.88	505.59	520.62

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.049	.071	.126	.171	.144	.040	-.042	-.092	-.117
Q (m3/seg)	.031	.045	.080	.109	.091	.025	-.027	-.058	-.075
HP (m)	257.49	327.20	392.55	446.97	482.33	498.40	508.06	513.91	516.81
HPE (m)	4.85	90.94	172.66	243.46	295.20	327.64	353.68	375.90	395.18

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.149	-.157	-.157	-.153	-.144	-.112	-.077	-.039	.000
Q (m3/seg)	-.075	-.079	-.079	-.077	-.072	-.057	-.039	-.020	.000
HP (m)	516.81	517.95	518.42	519.00	519.50	518.20	517.09	516.40	516.15
HPE (m)	395.18	411.53	427.20	442.98	458.68	472.59	486.69	501.19	516.15

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.464	-.430	-.337	-.206	-.088	-.049	-.087	-.114	-.125
Q (m3/seg)	-.295	-.274	-.214	-.131	-.056	-.031	-.055	-.073	-.079
HP (m)	257.47	320.90	381.92	437.19	480.77	505.78	513.61	516.74	517.87
HPE (m)	4.83	84.64	162.03	233.68	293.63	335.02	359.23	378.74	396.24

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.158	-.160	-.160	-.155	-.129	-.099	-.067	-.034	.000
Q (m3/seg)	-.079	-.080	-.080	-.078	-.065	-.050	-.034	-.017	.000
HP (m)	517.87	518.06	518.25	518.27	516.40	514.65	513.30	512.45	512.16
HPE (m)	396.24	411.63	427.03	442.25	455.59	469.04	482.90	497.25	512.16

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.919	-.879	-.764	-.590	-.387	-.210	-.124	-.123	-.126
Q (m3/seg)	-.584	-.559	-.486	-.375	-.246	-.134	-.079	-.078	-.080
HP (m)	257.47	312.72	366.79	418.00	463.45	497.76	515.09	517.94	518.14
HPE (m)	4.83	76.46	146.90	214.49	276.31	327.01	360.71	379.93	396.51

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.158	-.136	-.111	-.084	-.057	-.028	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.080	-.068	-.056	-.042	-.028	-.014	.000
HP (m)	518.14	518.17	517.90	515.65	513.42	511.50	510.01	509.07	508.75
HPE (m)	396.51	411.74	426.68	439.64	452.61	465.89	479.60	493.87	508.75

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.306	-1.262	-1.139	-.946	-.704	-.449	-.240	-.136	-.126

Q (m3/seg)	-.831	-.803	-.725	-.602	-.448	-.286	-.153	-.087	-.080
HP (m)	257.36	303.64	349.46	394.36	437.20	475.31	503.54	516.84	518.31
HPE (m)	4.72	67.38	129.57	190.85	250.06	304.55	349.16	378.83	396.68

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.158	-.137	-.114	-.091	-.068	-.045	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.079	-.069	-.057	-.046	-.034	-.023	-.011	.000
HP (m)	518.31	517.98	515.57	513.06	510.76	508.78	507.27	506.30	505.97
HPE (m)	396.68	411.56	424.35	437.04	449.94	463.17	476.86	491.10	505.97

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.619	-1.577	-1.453	-1.259	-1.008	-.724	-.447	-.236	-.134
Q (m3/seg)	-1.030	-1.003	-.925	-.801	-.641	-.461	-.285	-.150	-.085
HP (m)	257.42	294.23	331.51	369.26	407.41	444.97	479.25	505.02	516.74
HPE (m)	4.78	57.97	111.62	165.75	220.28	274.22	324.87	367.01	395.11

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.169	-.136	-.113	-.092	-.071	-.052	-.034	-.017	.000
Q (m3/seg)	-.085	-.068	-.057	-.046	-.036	-.026	-.017	-.008	.000
HP (m)	516.74	515.72	513.15	510.67	508.42	506.52	505.07	504.17	503.85
HPE (m)	395.11	409.30	421.93	434.66	447.60	460.91	474.67	488.96	503.85

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.863	-1.822	-1.707	-1.522	-1.282	-1.002	-.707	-.430	-.201
Q (m3/seg)	-1.185	-1.159	-1.086	-.968	-.815	-.637	-.450	-.273	-.128
HP (m)	257.22	285.29	314.08	344.71	377.46	412.35	448.20	481.09	502.72
HPE (m)	4.58	49.03	94.20	141.20	190.32	241.59	293.82	343.08	381.09

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.255	-.125	-.091	-.071	-.053	-.037	-.024	-.011	.000
Q (m3/seg)	-.128	-.063	-.046	-.036	-.027	-.019	-.012	-.006	.000
HP (m)	502.72	511.92	510.83	508.50	506.43	504.71	503.42	502.62	502.36
HPE (m)	381.09	405.49	419.60	432.48	445.62	459.10	473.01	487.42	502.36

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.038	-2.004	-1.901	-1.738	-1.521	-1.265	-.978	-.661	-.358
Q (m3/seg)	-1.296	-1.275	-1.209	-1.105	-.968	-.805	-.622	-.420	-.227
HP (m)	257.38	276.99	298.34	322.12	349.57	380.89	415.06	447.80	476.21
HPE (m)	4.74	40.72	78.45	118.61	162.43	210.13	260.68	309.79	354.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.453	-.210	-.082	-.052	-.037	-.024	-.015	-.007	.000
Q (m3/seg)	-.227	-.105	-.041	-.026	-.018	-.012	-.007	-.003	.000
HP (m)	476.21	497.86	507.27	506.58	504.79	503.33	502.25	501.60	501.38
HPE (m)	354.58	391.43	416.05	430.57	443.98	457.72	471.85	486.40	501.38

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.157	-2.127	-2.044	-1.908	-1.726	-1.500	-1.219	-.901	-.571
Q (m3/seg)	-1.372	-1.353	-1.300	-1.214	-1.098	-.954	-.776	-.573	-.363
HP (m)	257.13	270.23	284.72	302.78	325.14	352.04	380.85	411.36	442.01
HPE (m)	4.49	33.97	64.83	99.27	138.00	181.28	226.47	273.35	320.38

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.722	-.409	-.170	-.048	-.023	-.014	-.008	-.003	.000
Q (m3/seg)	-.363	-.206	-.086	-.024	-.012	-.007	-.004	-.002	.000
HP (m)	442.01	471.64	493.65	503.56	503.48	502.34	501.52	501.01	500.85
HPE (m)	320.38	365.21	402.42	427.54	442.66	456.72	471.11	485.81	500.85

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.226	-2.206	-2.142	-2.040	-1.893	-1.687	-1.428	-1.129	-.804
Q (m3/seg)	-1.416	-1.404	-1.363	-1.298	-1.204	-1.073	-.908	-.718	-.512
HP (m)	257.36	264.63	274.24	287.16	304.66	324.79	348.35	375.40	405.29
HPE (m)	4.72	28.36	54.35	83.65	117.52	154.03	193.96	237.40	283.66

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.018	-.682	-.374	-.142	-.025	-.006	-.003	-.001	.000
Q (m3/seg)	-.512	-.343	-.188	-.071	-.013	-.003	-.001	.000	.000
HP (m)	405.29	437.88	468.00	490.57	501.11	501.66	501.10	500.76	500.64
HPE (m)	283.66	331.46	376.78	414.55	440.29	456.05	470.69	485.55	500.64

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.264	-2.248	-2.209	-2.133	-2.008	-1.828	-1.602	-1.334	-1.035
Q (m3/seg)	-1.440	-1.430	-1.405	-1.357	-1.277	-1.163	-1.019	-.849	-.658
HP (m)	257.10	261.08	266.56	275.47	286.31	300.60	318.99	342.09	369.52
HPE (m)	4.46	24.82	46.68	71.96	99.17	129.84	164.61	204.09	247.89

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.310	-.983	-.653	-.351	-.125	-.014	.000	.001	.000
Q (m3/seg)	-.658	-.494	-.328	-.177	-.063	-.007	.000	.000	.000
HP (m)	369.52	401.72	434.89	465.61	488.78	499.87	500.90	500.72	500.67
HPE (m)	247.89	295.30	343.67	389.59	427.97	454.26	470.49	485.52	500.67

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.276	-2.271	-2.245	-2.184	-2.077	-1.930	-1.740	-1.512	-1.248
Q (m3/seg)	-1.448	-1.448	-1.428	-1.389	-1.321	-1.228	-1.107	-.962	-.794
HP (m)	257.36	258.75	261.81	265.24	270.97	279.98	293.77	312.61	336.72
HPE (m)	4.72	22.48	41.92	61.73	83.84	109.22	139.39	174.61	215.09

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.579	-1.279	-.959	-.635	-.339	-.117	-.011	.001	.000
Q (m3/seg)	-.794	-.643	-.482	-.319	-.170	-.059	-.005	.001	.000
HP (m)	336.72	366.59	399.41	433.18	464.44	488.05	499.50	500.81	500.80
HPE (m)	215.09	260.16	308.19	357.16	403.62	442.44	469.09	485.61	500.80

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.282	-2.276	-2.251	-2.196	-2.113	-1.996	-1.846	-1.658	-1.436
Q (m3/seg)	-1.452	-1.448	-1.432	-1.397	-1.344	-1.270	-1.174	-1.055	-.913
HP (m)	257.09	257.85	257.15	257.00	258.43	263.50	272.91	287.72	307.95
HPE (m)	4.45	21.58	37.26	53.49	71.29	92.75	118.53	149.71	186.32

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.817	-1.554	-1.261	-.946	-.627	-.335	-.116	-.011	.000
Q (m3/seg)	-.913	-.781	-.634	-.475	-.315	-.168	-.058	-.006	.000
HP (m)	307.95	334.45	364.94	398.31	432.53	464.13	487.99	499.58	500.95
HPE (m)	186.32	228.03	273.72	322.29	371.71	418.52	457.58	484.38	500.95

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.278	-2.266	-2.232	-2.186	-2.120	-2.034	-1.919	-1.775	-1.594
Q (m3/seg)	-1.449	-1.441	-1.420	-1.391	-1.349	-1.294	-1.221	-1.129	-1.014
HP (m)	257.36	255.48	252.96	250.05	249.03	250.70	256.70	267.48	283.86
HPE (m)	4.72	19.22	33.08	46.54	61.89	79.94	102.32	129.47	162.23

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-2.018	-1.798	-1.541	-1.253	-.941	-.625	-.335	-.117	.000
Q (m3/seg)	-1.014	-.904	-.775	-.630	-.473	-.314	-.168	-.059	.000
HP (m)	283.86	306.34	333.41	364.35	398.08	432.55	464.28	488.17	498.37
HPE (m)	162.23	199.91	242.18	288.33	337.26	386.94	433.88	472.96	498.37

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.252	-2.237	-2.203	-2.159	-2.111	-2.048	-1.968	-1.861	-1.723
Q (m3/seg)	-1.433	-1.423	-1.402	-1.374	-1.343	-1.303	-1.252	-1.184	-1.096
HP (m)	257.10	252.62	248.38	244.74	241.86	241.59	244.53	252.05	264.47
HPE (m)	4.46	16.36	28.49	41.22	54.72	70.83	90.14	114.04	142.84

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-2.181	-2.004	-1.789	-1.536	-1.250	-.941	-.625	-.323	.000
Q (m3/seg)	-1.096	-1.008	-.899	-.772	-.628	-.473	-.314	-.163	.000
HP (m)	264.47	282.84	305.79	333.22	364.43	398.30	432.80	463.14	475.44
HPE (m)	142.84	176.41	214.56	257.20	303.61	352.69	402.39	447.93	475.44

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.199	-2.193	-2.166	-2.130	-2.090	-2.049	-1.994	-1.922	-1.822

Q (m3/seg)	-1.399	-1.395	-1.378	-1.355	-1.330	-1.303	-1.268	-1.222	-1.159
HP (m)	257.37	250.02	244.38	240.00	236.91	235.14	236.25	240.76	249.83
HPE (m)	4.73	13.76	24.49	36.48	49.78	64.38	81.87	102.75	128.20

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-2.306	-2.172	-1.999	-1.787	-1.535	-1.250	-.928	-.508	.000
Q (m3/seg)	-1.159	-1.092	-1.005	-.898	-.772	-.628	-.467	-.255	.000
HP (m)	249.83	263.93	282.68	305.90	333.49	364.74	397.23	420.18	428.04
HPE (m)	128.20	157.51	191.46	229.88	272.68	319.13	366.82	404.97	428.04

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	5.732	4.850	!!	8.863	4.452
2	52.11	5.448	93.838	!!	9.716	13.757
3	104.21	5.448	174.518	!!	9.716	24.493
4	156.32	5.732	243.460	!!	9.716	36.484
5	208.43	5.732	295.195	!!	9.716	49.775
6	260.53	6.017	335.018	!!	9.716	64.383
7	312.64	6.301	360.709	!!	9.716	81.869
8	364.74	6.301	379.930	!!	9.716	102.754
9	416.85	6.586	396.683	!!	9.716	128.201

NUMERO DE TUBERIA = 2

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	396.683	!!	9.716	128.201
2	43.56	6.301	411.741	!!	1.748	148.248
3	87.13	5.448	427.484	!!	1.464	163.125
4	130.69	4.878	444.844	!!	.610	177.994
5	174.26	4.594	463.754	!!	.894	192.811
6	217.82	4.309	483.610	!!	.610	207.698
7	261.39	4.025	503.703	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.189	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.675	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNT1.FOR

TUBERIA DE 2 TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
COTA EN LA VALVULA = .000 m
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 5.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
LONGITUD = 416.850 m
DIAMETRO = .900 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019

ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
LONGITUD = 348.520 m
DIAMETRO = .800 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019
ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA:
Cierre no lineal de la válvula

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21
HPE (m)	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08	85.22	101.36	117.51	133.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.542
Q	(m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.278
HP	(m)	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	256.76
HPE	(m)	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	256.76

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.42	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18
HPE	(m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.542	2.255
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.278	1.133
HP	(m)	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70	253.35	252.99	257.04	288.01
HPE	(m)	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	241.84	288.01

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.543	2.257	1.967
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.278	1.134	.989
HP	(m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	257.33	288.14	319.38
HPE	(m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	226.93	272.94	319.38

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.543	2.258	1.969	1.684
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.278	1.135	.990	.847
HP	(m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	257.62	288.28	319.50	350.20
HPE	(m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	212.01	257.87	304.29	350.20

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
---	-----	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.544	2.260	1.971	1.686	1.414
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.279	1.136	.991	.848	.711
HP	(m)	255.09	254.73	254.38	254.02	257.99	288.42	319.61	350.30	379.72
HPE	(m)	133.46	148.31	163.16	178.00	197.17	242.80	289.20	335.09	379.72

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.544	2.262	1.973	1.688	1.416	1.161
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.279	1.137	.992	.849	.712	.584
HP	(m)	255.06	254.70	254.35	258.29	288.63	319.80	350.39	379.81	407.37
HPE	(m)	133.43	148.28	163.12	182.27	227.82	274.18	319.99	364.60	407.37

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE	(m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.544	2.264	1.975	1.691	1.419	1.163	.930
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.279	1.138	.993	.850	.713	.585	.468
HP	(m)	255.03	254.67	258.59	288.78	319.92	350.57	379.97	407.46	432.61
HPE	(m)	133.40	148.25	167.37	212.76	259.10	304.96	349.56	392.26	432.61

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE	(m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.545	2.266	1.977	1.693	1.421	1.166	.933	.725
Q	(m3/seg)	1.299	1.279	1.139	.994	.851	.714	.586	.469	.364
HP	(m)	255.00	258.89	288.93	320.04	350.68	380.07	407.63	432.78	455.12
HPE	(m)	133.37	152.47	197.71	244.02	289.86	334.46	377.22	417.57	455.12

TIEMPO T= 2.317 seg										
NUMERO DE TUBERIA = 1										
L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85	
V (m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	2.009	
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.278	
HP (m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	258.92	
HPE (m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	137.29	
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52	
V (m/seg)	2.543	2.267	1.979	1.695	1.423	1.168	.935	.728	.547	
Q (m3/seg)	1.278	1.140	.995	.852	.715	.587	.470	.366	.275	
HP (m)	258.92	289.08	320.17	350.79	380.17	407.72	432.88	455.30	474.76	
HPE (m)	137.29	182.66	228.95	274.77	319.36	362.11	402.47	440.09	474.76	
TIEMPO T= 2.602 seg										
NUMERO DE TUBERIA = 1										
L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85	
V (m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.012	1.777	
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.280	1.130	
HP (m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	258.87	286.97	
HPE (m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	120.86	165.34	
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52	
V (m/seg)	2.248	1.978	1.697	1.425	1.170	.937	.730	.549	.398	
Q (m3/seg)	1.130	.994	.853	.716	.588	.471	.367	.276	.200	
HP (m)	286.97	320.02	350.90	380.27	407.82	432.98	455.41	474.88	491.23	
HPE (m)	165.34	213.60	259.68	304.26	347.01	387.37	425.00	459.67	491.23	
TIEMPO T= 2.886 seg										
NUMERO DE TUBERIA = 1										
L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85	
V (m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.015	1.796	1.535	
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.282	1.142	.977	
HP (m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	258.84	284.98	316.09	
HPE (m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	104.46	146.98	194.46	
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52	
V (m/seg)	1.943	1.679	1.425	1.172	.939	.732	.551	.400	.276	
Q (m3/seg)	.977	.844	.716	.589	.472	.368	.277	.201	.139	
HP (m)	316.09	348.75	380.11	407.92	433.08	455.51	474.99	491.35	504.64	
HPE (m)	194.46	242.32	288.89	331.90	372.27	409.90	444.58	476.15	504.64	
TIEMPO T= 3.171 seg										
NUMERO DE TUBERIA = 1										
L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85	
V (m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	2.017	1.813	1.556	1.298	
Q (m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.283	1.154	.990	.826	
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	258.84	283.15	313.85	344.75	
HPE (m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	88.08	128.77	175.85	223.12	
NUMERO DE TUBERIA = 2										

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52	
V (m/seg)	1.643	1.390	1.154	.939	.734	.553	.401	.278	.181	
Q (m3/seg)	.826	.699	.580	.472	.369	.278	.202	.140	.091	
HP (m)	344.75	376.15	405.77	432.92	455.62	475.11	491.48	504.77	515.19	
HPE (m)	223.12	269.73	314.55	356.90	394.81	429.50	461.07	489.57	515.19	
TIEMPO T= 3.456 seg										
NUMERO DE TUBERIA = 1										
L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85	
V (m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.020	1.830	1.577	1.319	1.071	
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.285	1.164	1.003	.839	.681	
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.34	258.88	281.46	311.65	342.51	372.25	
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	52.83	71.74	110.71	157.27	204.51	250.62	
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52	
V (m/seg)	1.355	1.118	.904	.715	.553	.403	.280	.182	.110	
Q (m3/seg)	.681	.562	.454	.360	.278	.203	.141	.092	.055	
HP (m)	372.25	401.76	428.97	453.48	474.96	491.60	504.90	515.34	523.09	
HPE (m)	250.62	295.33	337.75	377.46	414.14	445.99	474.50	500.13	523.09	
TIEMPO T= 3.740 seg										
NUMERO DE TUBERIA = 1										
L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85	
V (m/seg)	2.045	2.045	2.045	2.023	1.846	1.598	1.340	1.091	.858	
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.287	1.174	1.017	.853	.694	.546	
HP (m)	257.17	256.90	256.63	258.96	279.96	309.51	340.29	370.10	398.04	
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	55.45	92.82	138.75	185.90	232.09	276.41	
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52	
V (m/seg)	1.086	.870	.680	.518	.385	.279	.184	.111	.060	
Q (m3/seg)	.546	.437	.342	.260	.193	.140	.093	.056	.030	
HP (m)	398.04	425.07	449.48	471.03	489.48	504.77	515.48	523.24	528.69	
HPE (m)	276.41	318.64	358.26	395.01	428.66	459.16	485.07	508.03	528.69	
TIEMPO T= 4.025 seg										
NUMERO DE TUBERIA = 1										
L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85	
V (m/seg)	2.045	2.045	2.025	1.861	1.619	1.362	1.112	.877	.663	
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.288	1.184	1.030	.866	.707	.558	.422	
HP (m)	257.17	256.90	259.03	278.56	307.43	338.11	367.97	396.03	421.63	
HPE (m)	4.53	20.63	39.14	75.04	120.30	167.35	213.59	258.03	300.00	
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52	
V (m/seg)	.839	.647	.483	.349	.244	.165	.111	.061	.028	
Q (m3/seg)	.422	.325	.243	.175	.123	.083	.056	.031	.014	
HP (m)	421.63	445.78	467.14	485.50	500.86	513.37	523.12	528.85	532.33	
HPE (m)	300.00	339.35	375.92	409.48	440.05	467.76	492.71	513.64	532.33	
TIEMPO T= 4.309 seg										
NUMERO DE TUBERIA = 1										
L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85	

V (m/seg)	2.046	2.027	1.874	1.638	1.383	1.133	.897	.681	.490
Q (m3/seg)	1.301	1.290	1.192	1.042	.880	.721	.570	.433	.312
HP (m)	257.17	259.11	277.26	305.39	335.92	365.85	394.05	419.82	442.68
HPE (m)	4.53	22.84	57.37	101.88	148.79	195.09	239.67	281.81	321.05

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	.620	.453	.316	.209	.130	.075	.043	.027	.010
Q (m3/seg)	.312	.228	.159	.105	.065	.038	.021	.014	.005
HP (m)	442.68	463.72	481.81	497.00	509.41	519.23	526.76	532.22	534.46
HPE (m)	321.05	357.29	390.59	420.98	448.60	473.62	496.36	517.02	534.46

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.012	1.887	1.658	1.404	1.153	.916	.699	.506	.339
Q (m3/seg)	1.280	1.200	1.055	.893	.734	.583	.445	.322	.216
HP (m)	257.18	276.07	303.40	333.74	363.71	392.05	418.01	441.10	461.03
HPE (m)	4.54	39.80	83.51	130.22	176.57	221.29	263.63	303.09	339.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	.429	.289	.178	.096	.040	.007	-.008	-.009	.002
Q (m3/seg)	.216	.145	.090	.048	.020	.003	-.004	-.005	.001
HP (m)	461.03	478.74	493.59	505.75	515.38	522.82	528.35	532.39	534.95
HPE (m)	339.40	372.31	402.37	429.73	454.56	477.20	497.94	517.19	534.95

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.752	1.661	1.425	1.174	.936	.717	.522	.353	.212
Q (m3/seg)	1.114	1.057	.906	.747	.595	.456	.332	.225	.135
HP (m)	257.26	299.61	331.56	361.55	390.01	416.16	439.49	459.67	476.48
HPE (m)	4.62	63.34	111.68	158.04	202.88	245.41	285.10	321.66	354.85

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	.269	.155	.069	.010	-.027	-.043	-.045	-.033	.000
Q (m3/seg)	.135	.078	.035	.005	-.013	-.022	-.023	-.017	.000
HP (m)	476.48	490.92	502.69	511.99	519.16	524.51	528.46	531.09	531.42
HPE (m)	354.85	384.49	411.46	435.97	458.35	478.90	498.05	515.89	531.42

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.344	1.308	1.180	.956	.736	.539	.368	.225	.109
Q (m3/seg)	.855	.832	.751	.608	.468	.343	.234	.143	.070
HP (m)	257.35	312.90	357.67	387.97	414.30	437.84	458.27	475.35	489.08
HPE (m)	4.71	76.64	137.78	184.46	227.16	267.08	303.89	337.35	367.45

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	.138	.049	-.014	-.054	-.074	-.078	-.069	-.036	.000
Q (m3/seg)	.070	.025	-.007	-.027	-.037	-.039	-.034	-.018	.000
HP (m)	489.08	500.44	509.33	516.12	521.14	524.81	527.26	527.49	527.46
HPE (m)	367.45	394.02	418.11	440.10	460.32	479.20	496.85	512.29	527.46

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.886	.881	.848	.741	.555	.382	.237	.120	.028
Q (m3/seg)	.564	.560	.539	.471	.353	.243	.151	.076	.018
HP (m)	257.43	316.96	370.55	410.83	436.18	456.85	474.19	488.18	499.00
HPE (m)	4.79	80.70	150.66	207.32	249.04	286.09	319.81	350.18	377.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	.036	-.031	-.075	-.098	-.106	-.099	-.070	-.035	.000
Q (m3/seg)	.018	-.016	-.037	-.049	-.053	-.050	-.035	-.018	.000
HP (m)	499.00	507.51	513.89	518.49	521.77	523.89	523.85	523.64	523.57
HPE (m)	377.37	401.08	422.66	442.47	460.96	478.28	493.45	508.43	523.57

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.426	.435	.454	.453	.385	.250	.130	.037	-.032
Q (m3/seg)	.271	.277	.289	.288	.245	.159	.083	.023	-.020
HP (m)	257.48	316.31	372.17	420.18	453.94	473.01	487.26	498.32	506.43
HPE (m)	4.84	80.05	152.28	216.67	266.80	302.25	332.88	360.31	384.80

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.040	-.088	-.115	-.127	-.124	-.097	-.066	-.033	.000
Q (m3/seg)	-.020	-.044	-.058	-.064	-.062	-.049	-.033	-.017	.000
HP (m)	506.43	512.45	516.67	519.55	521.25	520.82	520.28	519.93	519.81
HPE (m)	384.80	406.03	425.45	443.53	460.43	475.21	489.87	504.73	519.81

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.016	.001	.047	.109	.152	.129	.045	-.025	-.074
Q (m3/seg)	-.010	.001	.030	.069	.097	.082	.029	-.016	-.047
HP (m)	257.49	313.36	367.51	417.44	458.48	484.96	497.62	505.96	511.71
HPE (m)	4.85	77.10	147.62	213.93	271.34	314.20	343.24	367.96	390.08

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.094	-.125	-.140	-.140	-.118	-.090	-.061	-.031	.000
Q (m3/seg)	-.047	-.063	-.070	-.070	-.059	-.045	-.031	-.016	.000
HP (m)	511.71	515.60	518.13	519.44	518.61	517.64	516.90	516.45	516.30
HPE (m)	390.08	409.18	426.90	443.42	457.80	472.03	486.50	501.24	516.30

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.428	-.406	-.344	-.248	-.137	-.049	-.029	-.069	-.102
Q (m3/seg)	-.272	-.259	-.219	-.158	-.087	-.031	-.018	-.044	-.065
HP (m)	257.48	309.06	359.54	407.52	450.64	484.50	504.22	511.42	515.15
HPE (m)	4.84	72.79	139.65	204.01	263.50	313.74	349.84	373.41	393.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.129	-.146	-.150	-.131	-.107	-.082	-.055	-.028	.000
Q	(m3/seg)	-.065	-.074	-.075	-.066	-.054	-.041	-.028	-.014	.000
HP	(m)	515.15	517.39	518.37	517.19	515.84	514.69	513.81	513.27	513.08
HPE	(m)	393.52	410.96	427.15	441.17	455.02	469.08	483.40	498.06	513.08

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-.803	-.778	-.705	-.589	-.442	-.285	-.160	-.107	-.117
Q	(m3/seg)	-.511	-.495	-.449	-.375	-.281	-.182	-.102	-.068	-.074
HP	(m)	257.47	303.88	349.58	393.76	435.31	471.98	499.57	513.86	517.17
HPE	(m)	4.83	67.62	129.70	190.25	248.18	301.22	345.19	375.85	395.54

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.148	-.154	-.138	-.117	-.095	-.072	-.048	-.024	.000
Q	(m3/seg)	-.074	-.077	-.069	-.059	-.048	-.036	-.024	-.012	.000
HP	(m)	517.17	517.92	516.46	514.78	513.27	512.01	511.05	510.44	510.24
HPE	(m)	395.54	411.50	425.24	438.76	452.45	466.39	480.64	495.24	510.24

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-1.136	-1.108	-1.029	-.903	-.737	-.546	-.354	-.203	-.130
Q	(m3/seg)	-.723	-.705	-.655	-.574	-.469	-.347	-.225	-.129	-.083
HP	(m)	257.39	298.15	338.42	377.94	416.16	452.10	483.55	506.42	516.76
HPE	(m)	4.75	61.88	118.53	174.43	229.03	281.35	329.16	368.41	395.13

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.165	-.140	-.121	-.102	-.082	-.061	-.041	-.020	.000
Q	(m3/seg)	-.083	-.070	-.061	-.051	-.041	-.031	-.021	-.010	.000
HP	(m)	516.76	516.25	514.33	512.54	510.95	509.63	508.64	508.02	507.80
HPE	(m)	395.13	409.82	423.11	436.52	450.13	464.02	478.23	492.81	507.80

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-1.422	-1.394	-1.312	-1.182	-1.009	-.803	-.581	-.366	-.186
Q	(m3/seg)	-.904	-.887	-.835	-.752	-.642	-.511	-.369	-.233	-.118
HP	(m)	257.44	292.03	326.69	361.13	395.28	428.74	460.57	488.20	505.82
HPE	(m)	4.80	55.76	106.81	157.62	208.15	257.98	306.19	350.20	384.19

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.235	-.132	-.104	-.086	-.068	-.051	-.034	-.017	.000
Q	(m3/seg)	-.118	-.066	-.052	-.043	-.034	-.026	-.017	-.008	.000
HP	(m)	505.82	513.18	512.33	510.50	508.90	507.58	506.60	506.00	505.80
HPE	(m)	384.19	406.75	421.10	434.48	448.08	461.97	476.19	490.79	505.80

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
---	-----	-----	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

V	(m/seg)	-1.662	-1.633	-1.553	-1.424	-1.252	-1.045	-.811	-.555	-.311
Q	(m3/seg)	-1.057	-1.039	-.988	-.906	-.796	-.665	-.516	-.353	-.198
HP	(m)	257.28	286.02	314.83	344.17	373.95	404.23	434.36	461.65	484.64
HPE	(m)	4.64	49.76	94.94	140.66	186.82	233.47	279.98	323.65	363.01

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.394	-.199	-.097	-.070	-.055	-.040	-.026	-.013	.000
Q	(m3/seg)	-.198	-.100	-.049	-.035	-.028	-.020	-.013	-.007	.000
HP	(m)	484.64	501.92	509.35	508.69	507.13	505.86	504.93	504.38	504.19
HPE	(m)	363.01	395.50	418.13	432.67	446.32	460.25	474.53	489.17	504.19

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-1.854	-1.829	-1.752	-1.629	-1.464	-1.263	-1.020	-.753	-.483
Q	(m3/seg)	-1.179	-1.163	-1.114	-1.037	-.932	-.803	-.649	-.479	-.307
HP	(m)	257.40	280.07	303.48	327.66	353.15	379.73	405.86	431.86	457.05
HPE	(m)	4.76	43.80	83.60	124.14	166.02	208.97	251.47	293.86	335.42

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.611	-.358	-.166	-.066	-.042	-.031	-.020	-.010	.000
Q	(m3/seg)	-.307	-.180	-.083	-.033	-.021	-.015	-.010	-.005	.000
HP	(m)	457.05	480.86	498.31	505.98	505.65	504.48	503.64	503.12	502.95
HPE	(m)	335.42	374.44	407.08	429.96	444.83	458.87	473.23	487.92	502.95

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.005	-1.980	-1.911	-1.798	-1.646	-1.444	-1.208	-.947	-.674
Q	(m3/seg)	-1.275	-1.259	-1.216	-1.144	-1.047	-.919	-.768	-.602	-.429
HP	(m)	257.18	274.80	292.81	312.35	333.34	354.86	377.48	401.65	426.90
HPE	(m)	4.54	38.54	72.92	108.84	146.20	184.10	223.09	263.65	305.27

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.853	-.577	-.327	-.137	-.041	-.022	-.014	-.007	.000
Q	(m3/seg)	-.429	-.290	-.164	-.069	-.021	-.011	-.007	-.003	.000
HP	(m)	426.90	453.49	477.55	495.29	503.34	503.42	502.67	502.21	502.06
HPE	(m)	305.27	347.07	386.33	419.27	442.52	457.81	472.26	487.01	502.06

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.113	-2.094	-2.033	-1.934	-1.785	-1.596	-1.375	-1.130	-.868
Q	(m3/seg)	-1.345	-1.332	-1.293	-1.230	-1.135	-1.015	-.875	-.719	-.552
HP	(m)	257.38	269.84	283.51	298.31	313.96	331.06	350.58	372.52	396.68
HPE	(m)	4.74	33.58	63.62	94.80	126.83	160.31	196.19	234.52	275.05

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.098	-.821	-.548	-.302	-.117	-.025	-.009	-.004	.000
Q	(m3/seg)	-.552	-.413	-.276	-.152	-.059	-.012	-.004	-.002	.000
HP	(m)	396.68	423.64	450.54	474.96	493.09	501.53	501.99	501.60	501.47
HPE	(m)	275.05	317.22	359.32	398.94	432.28	455.92	471.59	486.40	501.47

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.192	-2.173	-2.122	-2.025	-1.890	-1.720	-1.521	-1.298	-1.054
Q (m3/seg)	-1.394	-1.382	-1.350	-1.288	-1.202	-1.094	-.968	-.825	-.670
HP (m)	257.12	265.95	275.14	284.96	295.90	309.45	325.85	345.40	367.78
HPE (m)	4.48	29.69	55.26	81.45	108.77	138.69	171.47	207.39	246.15

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.334	-1.069	-.796	-.527	-.285	-.103	-.015	-.002	.000
Q (m3/seg)	-.670	-.537	-.400	-.265	-.143	-.052	-.007	-.001	.000
HP (m)	367.78	393.78	421.11	448.40	473.20	491.69	500.46	501.25	501.15
HPE (m)	246.15	287.35	329.88	372.38	412.38	446.07	470.05	486.05	501.15

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.238	-2.225	-2.172	-2.085	-1.966	-1.820	-1.646	-1.448	-1.227
Q (m3/seg)	-1.424	-1.416	-1.382	-1.327	-1.251	-1.158	-1.047	-.921	-.781
HP (m)	257.36	262.31	267.28	272.60	280.16	290.32	303.88	320.76	341.02
HPE (m)	4.72	26.04	47.39	69.09	93.03	119.56	149.50	182.76	219.39

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.553	-1.308	-1.047	-.778	-.513	-.274	-.096	-.010	.000
Q (m3/seg)	-.781	-.657	-.526	-.391	-.258	-.138	-.048	-.005	.000
HP (m)	341.02	365.29	391.69	419.40	447.06	472.18	490.97	500.01	501.03
HPE (m)	219.39	258.86	300.46	343.38	386.24	426.57	460.56	484.80	501.03

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.264	-2.242	-2.194	-2.117	-2.019	-1.896	-1.750	-1.578	-1.384
Q (m3/seg)	-1.441	-1.426	-1.396	-1.347	-1.285	-1.206	-1.113	-1.004	-.880
HP (m)	257.10	258.66	259.70	262.24	266.65	274.16	284.79	299.08	316.87
HPE (m)	4.46	22.39	39.81	58.73	79.52	103.40	130.40	161.07	195.24

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.752	-1.531	-1.290	-1.033	-.767	-.505	-.270	-.094	.000
Q (m3/seg)	-.880	-.769	-.648	-.519	-.386	-.254	-.135	-.047	.000
HP (m)	316.87	338.97	363.62	390.39	418.44	446.40	471.78	490.77	498.87
HPE (m)	195.24	232.54	272.40	314.37	357.63	400.79	441.37	475.57	498.87

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.252	-2.238	-2.192	-2.132	-2.051	-1.953	-1.832	-1.689	-1.522
Q (m3/seg)	-1.433	-1.424	-1.395	-1.356	-1.305	-1.243	-1.165	-1.075	-.969
HP (m)	257.36	254.52	253.48	253.45	255.82	260.65	268.86	280.41	295.72
HPE (m)	4.72	18.26	33.59	49.94	68.69	89.89	114.47	142.40	174.09

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.927	-1.733	-1.516	-1.279	-1.025	-.762	-.503	-.259	.000
Q (m3/seg)	-.969	-.871	-.762	-.643	-.515	-.383	-.253	-.130	.000
HP (m)	295.72	315.24	337.71	362.70	389.78	418.09	446.26	470.70	480.56
HPE (m)	174.09	208.81	246.48	286.69	328.96	372.48	415.85	455.49	480.56

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.217	-2.206	-2.179	-2.130	-2.069	-1.991	-1.896	-1.779	-1.642
Q (m3/seg)	-1.411	-1.404	-1.386	-1.355	-1.316	-1.266	-1.206	-1.132	-1.044
HP (m)	257.11	252.07	248.09	246.75	247.05	250.06	255.78	264.98	277.59
HPE (m)	4.47	15.81	28.21	43.24	59.92	79.30	101.39	126.97	155.96

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-2.078	-1.912	-1.722	-1.508	-1.273	-1.022	-.751	-.408	.000
Q (m3/seg)	-1.044	-.961	-.865	-.758	-.640	-.514	-.377	-.205	.000
HP (m)	277.59	294.48	314.35	337.13	362.40	389.68	417.07	436.13	442.63
HPE (m)	155.96	188.06	223.13	261.11	301.58	344.07	386.66	420.92	442.63

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.017	!!	9.147	4.458
2	52.11	5.448	!!	9.716	15.810
3	104.21	5.732	!!	9.716	28.207
4	156.32	5.732	!!	9.716	43.238
5	208.43	6.017	!!	9.716	59.919
6	260.53	6.017	!!	9.716	79.297
7	312.64	6.301	!!	2.602	101.124
8	364.74	6.586	!!	2.317	117.240
9	416.85	6.586	!!	2.033	133.371

NUMERO DE TUBERIA = 2

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	!!	2.033	133.371
2	43.56	6.586	!!	1.748	148.248
3	87.13	6.301	!!	1.464	163.125
4	130.69	5.732	!!	.610	177.994
5	174.26	5.448	!!	.894	192.811
6	217.82	5.163	!!	.610	207.698
7	261.39	4.878	!!	.325	222.586
8	304.95	4.594	!!	.041	237.474
9	348.52	4.594	!!	.000	252.362

Listado 5

**Tubería de N tramos
Cierre lineal de la válvula**

PROGRAMA MCNT1.FOR
 TUBERIA DE N TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
 CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
 COTA EN LA VALVULA = .000 m
 TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 1.000 seg
 TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
 NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
 NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
 LONGITUD = 416.850 m
 DIAMETRO = .900 m
 COEFICIENTE DE FRICCIÓN = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
 LONGITUD = 348.520 m
 DIAMETRO = .800 m
 COEFICIENTE DE FRICCIÓN = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
 Variación lineal de la velocidad de cierre

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)									
	.00	52.11	1.298	257.17	4.53	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85		
	2.041	2.041	1.298	256.91	20.65	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
	1.298	1.298	1.298	256.68	36.79	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
	257.17	256.91	256.68	256.45	52.93	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21				
	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08	85.22	101.36	117.51	133.58					

NUMERO DE TUBERIA = 2

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)									
	416.85	460.42	1.299	255.21	148.40	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37		
	2.583	2.583	1.299	254.99	20.65	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583
	1.299	1.298	1.298	254.79	36.77	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
	255.21	254.99	254.79	254.44	52.91	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	252.33	251.98	251.63	251.28
	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	252.32	267.17	282.02	296.87	311.72	326.57

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)									
	.00	52.11	1.298	257.17	4.53	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85		
	2.041	2.041	1.298	256.91	20.65	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
	1.298	1.298	1.298	256.65	36.77	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
	257.17	256.91	256.65	256.42	52.91	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18				
	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55					

NUMERO DE TUBERIA = 2

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)									
	416.85	460.42	1.299	255.18	148.40	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37		
	2.583	2.583	1.299	254.99	20.65	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583
	1.299	1.298	1.298	254.79	36.77	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
	255.18	254.83	254.40	254.05	52.91	253.70	253.35	253.00	252.65	252.30	251.95	251.60	251.25	250.90
	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	237.44	252.29	267.14	282.00	296.85	311.70	326.55

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)									
	.00	52.11	1.298	257.17	4.53	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85		
	2.041	2.041	1.298	256.91	20.65	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
	1.299	1.298	1.298	256.65	36.77	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
	257.17	256.91	256.65	256.39	52.88	256.16	255.93	255.70	255.47	255.24	255.01	254.78	254.55	254.32
	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52					

NUMERO DE TUBERIA = 2

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)									
	416.85	460.42	1.299	255.15	148.37	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37		
	2.584	2.583	1.299	254.98	20.65	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583
	1.299	1.299	1.298	254.78	36.77	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
	255.15	254.80	254.44	254.01	52.88	253.66	253.31	252.96	252.61	252.26	251.91	251.56	251.21	250.86
	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	223.86	238.53	253.20	267.87	282.54	297.21	311.88	326.55

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)										
	.00	52.11	1.298	257.17	4.53	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85		
	2.042	2.041	1.298	256.91	20.65	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
	1.299	1.299	1.298	256.65	36.77	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
	257.17	256.91	256.65	256.39	52.85	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12				

HPE (m) 4.53 20.65 36.76 52.88 69.00 85.09 101.22 117.36 133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
 V (m/seg) 2.584 2.584 2.583 2.583 2.583 2.480 1.750 1.011 .273
 Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.298 1.246 .880 .137
 HP (m) 255.12 254.77 254.41 254.05 253.63 264.52 343.63 423.82 504.14
 HPE (m) 133.49 148.34 163.19 178.03 192.81 218.90 313.23 408.62 504.14

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.042 2.042 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041
 Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.298 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
 HP (m) 257.17 256.91 256.65 256.39 256.08 255.81 255.57 255.33 255.09
 HPE (m) 4.53 20.65 36.76 52.88 68.95 85.05 101.19 117.32 133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
 V (m/seg) 2.584 2.584 2.584 2.583 2.481 1.754 1.015 .276 .000
 Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.247 .882 .510 .139 .000
 HP (m) 255.09 254.73 254.38 254.02 264.84 343.54 423.73 504.09 533.98
 HPE (m) 133.46 148.31 163.16 178.00 204.02 297.93 393.32 488.88 533.98

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.042 2.042 2.041 2.042 2.042 2.041 2.041 2.041 2.041
 Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
 HP (m) 257.17 256.91 256.65 256.34 256.06 255.80 255.54 255.30 255.06
 HPE (m) 4.53 20.65 36.76 52.83 68.93 85.04 101.16 117.29 133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
 V (m/seg) 2.584 2.584 2.584 2.482 1.759 1.020 .280 .002 .000
 Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.247 .884 .513 .141 .001 .000
 HP (m) 255.06 254.70 254.35 265.10 343.52 423.71 504.03 534.06 534.18
 HPE (m) 133.43 148.28 163.12 189.08 282.71 378.10 473.62 518.86 534.18

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.041 2.041 2.041
 Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
 HP (m) 257.17 256.91 256.61 256.32 256.05 255.79 255.52 255.27 255.03
 HPE (m) 4.53 20.65 36.72 52.81 68.92 85.03 101.14 117.26 133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
 V (m/seg) 2.584 2.584 2.482 1.762 1.023 .284 .005 .001 .000
 Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.248 .886 .514 .143 .002 .001 .000
 HP (m) 255.03 254.67 265.36 343.44 423.63 504.05 534.22 534.33 534.29
 HPE (m) 133.40 148.25 174.14 267.42 362.81 458.44 503.81 519.13 534.29

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.041
 Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
 HP (m) 257.17 256.87 256.59 256.32 256.05 255.78 255.52 255.25 255.00
 HPE (m) 4.53 20.61 36.70 52.81 68.91 85.02 101.13 117.25 133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
 V (m/seg) 2.584 2.483 1.766 1.027 .287 .007 .004 .002 .000
 Q (m3/seg) 1.299 1.248 .888 .516 .144 .004 .002 .001 .000
 HP (m) 255.00 265.62 343.36 423.55 504.00 534.32 534.57 534.52 534.49
 HPE (m) 133.37 159.20 252.14 347.53 443.19 488.71 504.16 519.32 534.49

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.043 2.043 2.043 2.043 2.042 2.042 2.042 2.042 1.957
 Q (m3/seg) 1.300 1.300 1.300 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.245
 HP (m) 257.17 256.85 256.58 256.31 256.04 255.78 255.51 255.25 265.17
 HPE (m) 4.53 20.59 36.69 52.80 68.91 85.02 101.13 117.24 143.54

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
 V (m/seg) 2.477 1.770 1.031 .291 .009 .005 .004 .002 .000
 Q (m3/seg) 1.245 .890 .518 .146 .005 .003 .002 .001 .000
 HP (m) 265.17 343.29 423.47 503.96 534.41 534.74 534.69 534.73 534.75
 HPE (m) 143.54 236.86 332.24 427.94 473.60 489.12 504.29 519.52 534.75

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.044 2.043 2.043 2.043 2.043 2.042 2.042 1.964 1.359
 Q (m3/seg) 1.300 1.300 1.300 1.300 1.299 1.299 1.299 1.250 .865
 HP (m) 257.17 256.87 256.57 256.31 256.04 255.77 255.51 264.62 337.33
 HPE (m) 4.53 20.61 36.69 52.79 68.90 85.01 101.12 126.61 215.70

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
 V (m/seg) 1.720 1.028 .294 .012 .007 .005 .004 .002 .000
 Q (m3/seg) .865 .517 .148 .006 .003 .003 .002 .001 .000
 HP (m) 337.33 422.67 503.91 534.51 534.90 534.86 534.89 534.92 534.96
 HPE (m) 215.70 316.24 412.69 458.49 474.09 489.25 504.49 519.72 534.96

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.044 2.044 2.043 2.043 2.043 2.043 2.043 1.971 1.407
 Q (m3/seg) 1.300 1.300 1.300 1.300 1.300 1.299 1.254 .895 .470
 HP (m) 257.17 256.89 256.60 256.30 256.03 255.77 264.13 331.83 412.08
 HPE (m) 4.53 20.63 36.71 52.79 68.90 85.01 109.75 193.83 290.45

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
 V (m/seg) .936 .244 .007 .008 .007 .005 .003 .002 .000

Q (m3/seg)	.470	.123	.004	.004	.003	.003	.002	.001	.000
HP (m)	412.08	497.99	533.89	535.07	535.03	535.06	535.09	535.13	535.09
HPE (m)	290.45	391.56	442.66	459.05	474.21	489.45	504.68	519.93	535.09

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	1.977	1.452	.792	.118
Q (m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.258	.924	.504	.075
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	263.71	326.73	406.00	487.19
HPE (m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	92.95	172.35	267.99	365.56

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.149	-.087	-.044	.002	.007	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	.075	-.044	-.022	.001	.003	.002	.002	.001	.000
HP (m)	487.19	523.48	529.38	534.48	535.23	535.26	535.30	535.26	535.30
HPE (m)	365.56	417.06	438.16	458.47	474.41	489.65	504.89	520.06	535.30

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	1.983	1.494	.845	.171	-.121
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.261	.950	.537	.109	-.077
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.34	263.37	321.99	400.00	481.07	516.10
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	52.83	76.23	151.23	245.61	343.06	394.47

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.153	-.141	-.093	-.045	.000	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.077	-.071	-.047	-.023	.000	.002	.002	.001	.000
HP (m)	516.10	518.80	524.17	529.55	534.72	535.47	535.43	535.47	535.43
HPE (m)	394.47	412.37	432.94	453.53	473.90	489.85	505.02	520.26	535.43

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.045	1.988	1.533	.897	.224	-.097	-.126
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.265	.975	.570	.143	-.062	-.080
HP (m)	257.17	256.90	256.63	263.09	317.65	394.11	474.95	513.55	516.82
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	59.57	130.51	223.35	320.57	375.55	395.19

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.159	-.160	-.142	-.095	-.047	-.002	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.080	-.072	-.048	-.024	-.001	.002	.001	.000
HP (m)	516.82	516.85	518.97	524.41	529.80	534.89	535.63	535.60	535.63
HPE (m)	395.19	410.43	427.75	448.39	468.99	489.28	505.23	520.39	535.63

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	1.993	1.570	.947	.278	-.071	-.122	-.126
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.268	.999	.603	.177	-.045	-.078	-.080
HP (m)	257.17	256.90	262.83	313.60	388.36	468.90	510.75	516.72	516.96

HPE (m)	4.53	20.63	42.94	110.09	201.23	298.14	356.36	378.71	395.33
---------	------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.159	-.161	-.162	-.144	-.096	-.049	-.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.081	-.073	-.048	-.025	-.002	.001	.000
HP (m)	516.96	516.99	517.09	519.22	524.59	529.98	535.06	535.80	535.76
HPE (m)	395.33	410.56	425.87	443.20	463.78	484.37	504.65	520.60	535.76

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.046	1.998	1.604	.997	.331	-.043	-.117	-.124	-.126
Q (m3/seg)	1.301	1.271	1.020	.634	.210	-.027	-.074	-.079	-.080
HP (m)	257.17	262.61	309.83	382.72	462.84	507.71	516.45	517.10	517.13
HPE (m)	4.53	26.34	89.95	179.21	275.71	336.95	362.06	379.10	395.50

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.159	-.161	-.163	-.164	-.146	-.098	-.050	-.005	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.082	-.073	-.049	-.025	-.002	.000
HP (m)	517.13	517.19	517.22	517.27	519.41	524.78	530.16	535.23	535.97
HPE (m)	395.50	410.76	426.00	441.25	458.59	479.17	499.75	520.02	535.97

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.959	1.636	1.045	.384	-.013	-.110	-.122	-.124	-.126
Q (m3/seg)	1.246	1.041	.665	.244	-.008	-.070	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.20	306.35	377.22	456.80	504.41	515.95	517.24	517.32	517.35
HPE (m)	4.56	70.08	157.34	253.29	317.28	345.19	362.86	379.31	395.72

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.165	-.147	-.099	-.052	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.074	-.050	-.026	.000
HP (m)	517.35	517.37	517.36	517.39	517.44	519.59	524.96	530.34	534.69
HPE (m)	395.72	410.94	426.13	441.37	456.63	473.98	494.55	515.14	534.69

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.286	1.052	.436	.019	-.101	-.120	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	.818	.670	.278	.012	-.064	-.076	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.36	367.05	450.80	500.90	515.22	517.30	517.48	517.53	517.55
HPE (m)	4.72	130.79	230.91	297.39	328.08	346.54	363.10	379.52	395.92

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.166	-.167	-.149	-.094	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.084	-.075	-.047	.000
HP (m)	517.55	517.52	517.54	517.53	517.56	517.62	519.77	524.44	524.74
HPE (m)	395.92	411.09	426.32	441.51	456.75	472.01	489.37	509.24	524.74

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.233	.135	.016	-.090	-.117	-.121	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	.148	.086	.010	-.058	-.074	-.077	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.49	402.23	492.73	514.27	517.30	517.63	517.69	517.72	517.71
HPE (m)	4.85	165.97	272.85	310.76	330.16	346.87	363.31	379.72	396.08

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.166	-.167	-.162	-.097	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.084	-.081	-.049	.000
HP (m)	517.71	517.72	517.69	517.71	517.70	517.73	517.09	514.19	514.21
HPE (m)	396.08	411.29	426.47	441.69	456.88	472.12	486.68	498.98	514.21

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.966	-.775	-.407	-.148	-.119	-.122	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-.614	-.493	-.259	-.094	-.076	-.077	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.42	389.25	473.44	513.11	517.76	517.84	517.88	517.87	517.89
HPE (m)	4.78	152.99	253.55	309.60	330.62	347.08	363.50	379.87	396.26

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.166	-.161	-.116	-.068	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.081	-.058	-.034	.000
HP (m)	517.89	517.88	517.89	517.86	517.88	517.17	512.15	506.87	503.64
HPE (m)	396.26	411.45	426.67	441.84	457.06	471.56	481.74	491.66	503.64

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.800	-1.519	-.931	-.424	-.152	-.122	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.145	-.967	-.592	-.270	-.096	-.077	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.41	336.27	418.02	480.96	514.20	518.03	518.03	518.05	518.04
HPE (m)	4.77	100.00	198.13	277.45	327.06	347.27	363.65	380.05	396.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.159	-.115	-.067	-.019	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.080	-.058	-.034	-.010	.000
HP (m)	518.04	518.06	518.05	518.06	517.33	512.30	506.95	501.58	499.51
HPE (m)	396.41	411.64	426.82	442.04	456.51	466.69	476.54	486.38	499.51

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.146	-1.990	-1.521	-.900	-.405	-.151	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.365	-1.266	-.968	-.572	-.258	-.096	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.14	289.42	348.53	423.96	483.84	514.68	518.21	518.20	518.22
HPE (m)	4.50	53.16	128.64	220.45	296.71	343.92	363.83	380.19	396.59

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.158	-.113	-.066	-.018	.001	.000

Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.079	-.057	-.033	-.009	.000	.000
HP (m)	518.22	518.21	518.23	517.52	512.50	507.12	501.74	499.58	499.50
HPE (m)	396.59	411.78	427.01	441.50	451.68	461.51	471.33	484.38	499.50

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.246	-2.194	-1.964	-1.475	-.863	-.387	-.150	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.429	-1.396	-1.249	-.938	-.549	-.246	-.095	-.079	-.080
HP (m)	257.36	267.12	295.55	354.85	428.83	486.41	515.12	518.38	518.37
HPE (m)	4.72	30.85	75.67	151.34	241.70	315.65	360.74	380.37	396.74

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.160	-.161	-.156	-.112	-.064	-.016	.002	.001	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.079	-.056	-.032	-.008	.001	.001	.000
HP (m)	518.37	518.39	517.69	512.68	507.32	501.94	499.74	499.65	499.64
HPE (m)	396.74	411.97	426.46	436.66	446.51	456.32	469.34	484.44	499.64

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.273	-2.256	-2.178	-1.926	-1.428	-.827	-.370	-.150	-.126
Q (m3/seg)	-1.446	-1.435	-1.386	-1.225	-.908	-.526	-.235	-.095	-.080
HP (m)	257.10	260.10	269.93	300.53	360.87	433.50	488.80	515.54	518.55
HPE (m)	4.46	23.84	50.04	97.02	173.74	262.74	334.42	377.54	396.92

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.160	-.155	-.110	-.063	-.015	.004	.003	.001	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.078	-.056	-.032	-.007	.002	.002	.001	.000
HP (m)	518.55	517.84	512.85	507.50	502.12	499.94	499.83	499.80	499.79
HPE (m)	396.92	411.42	421.63	431.48	441.31	454.33	469.42	484.59	499.79

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.276	-2.275	-2.251	-2.159	-1.888	-1.382	-.793	-.354	-.142
Q (m3/seg)	-1.448	-1.447	-1.432	-1.373	-1.201	-.879	-.504	-.225	-.090
HP (m)	257.36	258.02	261.25	272.65	305.54	366.78	437.98	491.05	515.11
HPE (m)	4.72	21.76	41.36	69.14	118.41	196.02	283.60	353.04	393.48

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.180	-.109	-.061	-.014	.005	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.090	-.055	-.031	-.007	.003	.002	.002	.001	.000
HP (m)	515.11	513.02	507.67	502.29	500.11	500.00	499.98	499.97	499.96
HPE (m)	393.48	406.59	416.45	426.27	439.29	454.39	469.58	484.77	499.96

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.280	-2.277	-2.273	-2.243	-2.138	-1.849	-1.337	-.753	-.281
Q (m3/seg)	-1.451	-1.449	-1.446	-1.427	-1.360	-1.176	-.850	-.479	-.179
HP (m)	257.09	257.81	258.60	262.46	275.54	310.62	372.56	441.52	486.12

HPE	(m)	4.45	21.55	38.72	58.95	88.41	139.86	218.18	303.52	364.49
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-0.356	-0.087	-0.012	0.006	0.006	0.005	0.003	0.002	0.000
Q	(m3/seg)	-0.179	-0.044	-0.006	0.003	0.003	0.002	0.002	0.001	0.000
HP	(m)	486.12	504.95	502.46	500.27	500.16	500.15	500.15	500.14	500.15
HPE	(m)	364.49	398.53	411.24	424.25	439.35	454.54	469.74	484.94	500.15

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.278	-2.280	-2.277	-2.271	-2.235	-2.115	-1.803	-1.238	-0.603
Q	(m3/seg)	-1.449	-1.451	-1.448	-1.445	-1.422	-1.346	-1.147	-0.788	-0.383
HP	(m)	257.36	257.49	258.19	259.23	263.80	278.60	315.03	371.68	431.28
HPE	(m)	4.72	21.22	38.30	55.72	76.67	107.85	160.65	233.67	309.65

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-0.763	-0.259	-0.019	0.007	0.006	0.005	0.003	0.002	0.000
Q	(m3/seg)	-0.383	-0.130	-0.009	0.004	0.003	0.002	0.002	0.001	0.000
HP	(m)	431.28	475.63	497.55	500.32	500.30	500.30	500.31	500.33	500.33
HPE	(m)	309.65	369.20	406.33	424.30	439.49	454.69	469.90	485.12	500.33

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.281	-2.279	-2.280	-2.276	-2.268	-2.221	-2.041	-1.649	-1.047
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.450	-1.451	-1.448	-1.443	-1.413	-1.298	-1.049	-0.666
HP	(m)	257.09	257.69	257.86	258.59	259.90	264.62	275.72	306.42	359.37
HPE	(m)	4.45	21.42	37.97	55.08	72.77	93.87	121.34	168.41	237.74

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-1.326	-0.693	-0.238	-0.019	0.006	0.005	0.003	0.002	0.000
Q	(m3/seg)	-0.666	-0.348	-0.120	-0.009	0.003	0.002	0.002	0.001	0.000
HP	(m)	359.37	424.03	473.54	497.59	500.46	500.46	500.49	500.50	500.50
HPE	(m)	237.74	317.61	382.32	421.57	439.64	454.85	470.08	485.29	500.50

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.279	-2.281	-2.279	-2.280	-2.271	-2.218	-2.101	-1.871	-1.478
Q	(m3/seg)	-1.450	-1.451	-1.450	-1.450	-1.445	-1.411	-1.337	-1.190	-0.940
HP	(m)	257.36	257.46	258.02	258.24	258.40	254.96	253.05	261.56	295.76
HPE	(m)	4.72	21.19	38.13	54.72	71.27	84.20	98.67	123.56	174.13

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-1.870	-1.303	-0.692	-0.239	-0.020	0.004	0.003	0.001	0.000
Q	(m3/seg)	-0.940	-0.655	-0.348	-0.120	-0.010	0.002	0.001	0.001	0.000
HP	(m)	295.76	357.51	424.23	473.75	497.76	500.64	500.65	500.66	500.66
HPE	(m)	174.13	251.08	333.01	397.73	436.94	455.03	470.24	485.46	500.66

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.282	-2.280	-2.281	-2.275	-2.236	-2.166	-2.072	-1.957	-1.767
Q	(m3/seg)	-1.452	-1.450	-1.451	-1.447	-1.422	-1.378	-1.318	-1.245	-1.124
HP	(m)	257.09	257.68	257.82	257.79	253.32	246.24	238.59	238.84	255.70
HPE	(m)	4.45	21.42	37.93	54.28	66.18	75.48	84.20	100.83	134.07

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.237	-1.867	-1.302	-0.692	-0.240	-0.022	0.003	0.001	0.000
Q	(m3/seg)	-1.124	-0.939	-0.654	-0.348	-0.121	-0.011	0.001	0.001	0.000
HP	(m)	255.70	296.14	357.94	424.56	474.00	497.95	500.81	500.82	500.82
HPE	(m)	134.07	189.72	266.72	348.54	413.18	452.34	470.41	485.61	500.82

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.280	-2.282	-2.276	-2.240	-2.175	-2.096	-2.032	-1.986	-1.908
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.452	-1.448	-1.425	-1.384	-1.334	-1.293	-1.264	-1.214
HP	(m)	257.36	257.46	257.49	253.24	246.08	236.88	230.68	229.61	236.28
HPE	(m)	4.72	21.19	37.61	49.73	58.95	66.12	76.29	91.60	114.65

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.415	-2.235	-1.865	-1.301	-0.692	-0.241	-0.023	0.001	0.000
Q	(m3/seg)	-1.214	-1.123	-0.938	-0.654	-0.348	-0.121	-0.012	0.001	0.000
HP	(m)	236.28	256.17	296.66	358.42	424.91	474.24	498.12	500.97	500.97
HPE	(m)	114.65	149.75	205.44	282.40	364.10	428.63	467.72	485.77	500.97

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.283	-2.277	-2.244	-2.181	-2.104	-2.042	-2.011	-1.991	-1.965
Q	(m3/seg)	-1.452	-1.448	-1.427	-1.387	-1.339	-1.299	-1.279	-1.267	-1.250
HP	(m)	257.09	257.21	253.22	246.32	237.16	230.34	226.96	226.33	228.51
HPE	(m)	4.45	20.94	33.33	42.81	50.02	59.58	72.57	88.32	106.88

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.487	-2.414	-2.234	-1.864	-1.300	-0.692	-0.242	-0.025	0.000
Q	(m3/seg)	-1.250	-1.214	-1.123	-0.937	-0.653	-0.348	-0.122	-0.012	0.000
HP	(m)	228.51	236.70	256.68	297.21	358.89	425.25	474.46	498.29	501.13
HPE	(m)	106.88	130.27	165.46	221.19	298.07	379.64	444.05	483.08	501.13

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.274	-2.247	-2.186	-2.111	-2.048	-2.015	-1.999	-1.992	-1.983
Q	(m3/seg)	-1.446	-1.430	-1.391	-1.343	-1.303	-1.282	-1.272	-1.267	-1.262
HP	(m)	257.36	253.17	246.56	237.52	230.56	226.77	225.43	225.09	226.01
HPE	(m)	4.72	16.91	26.67	34.01	43.43	56.01	71.05	87.08	104.38

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-2.510	-2.486	-2.414	-2.232	-1.862	-1.298	-0.692	-0.243	0.000

Q (m3/seg)	-1.262	-1.250	-1.213	-1.122	-.936	-.653	-.348	-.122	.000
HP (m)	226.01	228.91	237.15	257.19	297.74	359.34	425.57	474.68	495.62
HPE (m)	104.38	122.48	145.93	181.17	236.92	313.73	395.16	459.48	495.62

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.217	-2.188	-2.117	-2.053	-2.019	-2.001	-1.995	-1.992	-1.990
Q (m3/seg)	-1.411	-1.392	-1.347	-1.306	-1.284	-1.273	-1.269	-1.267	-1.266
HP (m)	257.11	247.19	237.87	230.81	226.74	225.23	224.64	224.81	225.16
HPE (m)	4.47	10.93	17.99	27.30	39.61	54.47	70.26	86.81	103.53

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-2.518	-2.510	-2.486	-2.413	-2.231	-1.860	-1.297	-.666	.000
Q (m3/seg)	-1.266	-1.262	-1.250	-1.213	-1.121	-.935	-.652	-.335	.000
HP (m)	225.16	226.39	229.30	237.58	257.67	298.25	359.79	423.07	448.37
HPE (m)	103.53	119.97	138.08	161.56	196.86	252.64	329.38	407.86	448.37

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.110	-2.093	-2.055	-2.023	-2.003	-1.997	-1.993	-1.993	-1.991
Q (m3/seg)	-1.342	-1.332	-1.308	-1.287	-1.274	-1.270	-1.268	-1.268	-1.267
HP (m)	257.38	241.94	231.45	226.73	225.07	224.37	224.48	224.60	225.00
HPE (m)	4.74	5.67	11.57	23.22	37.94	53.61	70.10	86.60	103.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-2.520	-2.518	-2.509	-2.485	-2.412	-2.229	-1.832	-1.053	.000
Q (m3/seg)	-1.267	-1.266	-1.261	-1.249	-1.212	-1.120	-.921	-.529	.000
HP (m)	225.00	225.52	226.76	229.68	237.99	258.15	295.94	333.76	350.83
HPE (m)	103.37	119.09	135.53	153.66	177.18	212.54	265.54	318.55	350.83

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	5.163	!!	8.863	4.452
2	52.11	5.163	!!	9.716	5.673
3	104.21	5.163	!!	9.716	11.567
4	156.32	5.163	!!	9.716	23.223
5	208.43	5.448	!!	9.716	37.936
6	260.53	5.732	!!	9.716	53.610
7	312.64	6.017	!!	9.716	70.100
8	364.74	6.301	!!	9.716	86.596
9	416.85	6.586	!!	9.716	103.374

NUMERO DE TUBERIA = 2

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	!!	9.716	103.374

2	43.56	3.171	417.055	!!	9.716	119.095
3	87.13	2.886	442.663	!!	9.716	135.533
4	130.69	2.886	459.051	!!	9.716	153.662
5	174.26	3.171	474.415	!!	9.716	177.180
6	217.82	3.456	489.854	!!	.610	207.698
7	261.39	3.740	505.226	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.598	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.969	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNT1.FOR
TUBERIA DE N TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	2.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
NUMERO DE TUBERIAS	=	2

TUBERIA = 1

LONGITUD	=	416.850 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.	=	252.640 m

TUBERIA = 2

LONGITUD	=	348.520 m
DIAMETRO	=	.800 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1069.020 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.	=	121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :

Variación lineal de la velocidad de cierre

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0=	2.041 m/seg
CAUDAL Q0=	1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES. EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0=	2.583 m/seg
CAUDAL Q0=	1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
HP (m)	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21
HPE (m)	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08	85.22	101.36	117.51	133.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.530
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.272
HP (m)	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	258.05
HPE (m)	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	258.05

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.42	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18
HPE (m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.531	2.163
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.272	1.087
HP (m)	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70	253.35	252.99	258.33	298.06
HPE (m)	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	243.13	298.06

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.531	2.165	1.795

Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.272	1.088	.902
HP (m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	258.61	298.15	338.08
HPE (m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	228.20	282.94	338.08

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.531	2.167	1.798	1.428
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.272	1.089	.904	.718
HP (m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	258.89	298.24	338.15	378.19
HPE (m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	213.28	267.83	322.95	378.19

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.532	2.169	1.800	1.430	1.060
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.273	1.090	.905	.719	.533
HP (m)	255.09	254.73	254.38	254.02	259.25	298.33	338.22	378.24	418.30
HPE (m)	133.46	148.31	163.16	178.00	198.43	252.72	307.81	363.04	418.30

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.533	2.172	1.803	1.433	1.063	.693
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.273	1.092	.906	.720	.534	.348
HP (m)	255.06	254.70	254.35	259.54	298.50	338.36	378.29	418.34	458.47
HPE (m)	133.43	148.28	163.12	183.52	237.68	292.75	347.89	403.14	458.47

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03

HPE (m) 4.53 20.65 36.72 52.81 68.92 85.03 101.14 117.26 133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.584 2.533 2.533 2.174 1.805 1.436 1.066 .695 .325
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.273 1.093 .907 .722 .536 .349 .163
HP (m) 255.03 254.67 259.84 298.60 338.43 378.42 418.46 458.51 498.63
HPE (m) 133.40 148.25 168.61 222.58 277.62 332.81 388.05 443.31 498.63

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.041
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
HP (m) 257.17 256.87 256.59 256.32 256.05 255.78 255.52 255.25 255.00
HPE (m) 4.53 20.61 36.70 52.81 68.91 85.02 101.13 117.25 133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.584 2.533 2.176 1.808 1.438 1.069 .698 .328 .000
Q (m3/seg) 1.299 1.273 1.094 .909 .723 .537 .351 .165 .000
HP (m) 255.00 260.13 298.71 338.51 378.48 418.51 458.63 498.75 534.24
HPE (m) 133.37 153.70 207.49 262.49 317.67 372.90 428.23 483.55 534.24

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.043 2.043 2.043 2.043 2.042 2.042 2.042 2.042 1.999
Q (m3/seg) 1.300 1.300 1.300 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.272
HP (m) 257.17 256.85 256.58 256.31 256.04 255.78 255.51 255.25 260.07
HPE (m) 4.53 20.59 36.69 52.80 68.91 85.02 101.13 117.24 138.44

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.531 2.178 1.810 1.441 1.071 .701 .331 .003 .000
Q (m3/seg) 1.272 1.095 .910 .724 .538 .352 .166 .001 .000
HP (m) 260.07 298.81 338.59 378.55 418.57 458.69 498.81 534.39 534.53
HPE (m) 138.44 192.39 247.37 302.53 357.75 413.08 468.41 519.19 534.53

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.044 2.043 2.043 2.043 2.043 2.042 2.042 2.003 1.702
Q (m3/seg) 1.300 1.300 1.300 1.300 1.299 1.299 1.299 1.274 1.082
HP (m) 257.17 256.87 256.57 256.31 256.04 255.77 255.51 259.93 296.01
HPE (m) 4.53 20.61 36.69 52.79 68.90 85.01 101.12 121.92 174.38

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.154 1.809 1.443 1.074 .704 .333 .005 .002 .000
Q (m3/seg) 1.082 .909 .725 .540 .354 .168 .003 .001 .000
HP (m) 296.01 338.32 378.61 418.62 458.74 498.87 534.48 534.70 534.71
HPE (m) 174.38 231.89 287.39 342.60 397.93 453.26 504.07 519.49 534.71

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.044 2.044 2.043 2.043 2.043 2.043 2.007 1.726 1.394
Q (m3/seg) 1.300 1.300 1.300 1.300 1.300 1.299 1.277 1.098 .887
HP (m) 257.17 256.89 256.60 256.30 256.03 255.77 259.82 293.39 333.19
HPE (m) 4.53 20.63 36.71 52.79 68.90 85.01 105.43 155.38 211.56

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 1.764 1.419 1.073 .706 .336 .008 .003 .002 .000
Q (m3/seg) .887 .713 .539 .355 .169 .004 .002 .001 .000
HP (m) 333.19 375.76 418.32 458.79 498.93 534.56 534.86 534.88 534.86
HPE (m) 211.56 269.34 327.10 382.78 438.12 488.95 504.46 519.68 534.86

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.044 2.044 2.044 2.043 2.043 2.010 1.749 1.420 1.085
Q (m3/seg) 1.301 1.300 1.300 1.300 1.300 1.279 1.112 .904 .690
HP (m) 257.17 256.90 256.62 256.32 256.03 259.73 290.97 330.27 370.51
HPE (m) 4.53 20.63 36.73 52.81 68.89 88.98 136.59 192.26 248.88

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 1.373 1.028 .682 .335 .010 .005 .003 .002 .000
Q (m3/seg) .690 .517 .343 .169 .005 .002 .002 .001 .000
HP (m) 370.51 413.18 455.94 498.64 534.64 535.03 535.05 535.03 535.05
HPE (m) 248.88 306.75 364.72 422.62 473.82 489.42 504.64 519.83 535.05

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.045 2.045 2.044 2.044 2.013 1.770 1.447 1.112 .776
Q (m3/seg) 1.301 1.301 1.300 1.300 1.281 1.126 .920 .707 .493
HP (m) 257.17 256.90 256.62 256.34 259.71 288.74 327.38 367.54 407.89
HPE (m) 4.53 20.63 36.74 52.83 72.57 117.98 173.00 229.54 286.26

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) .982 .636 .290 -.014 .003 .005 .003 .002 .000
Q (m3/seg) .493 .320 .146 -.007 .002 .002 .002 .001 .000
HP (m) 407.89 450.68 493.51 531.82 534.85 535.22 535.22 535.22 535.20
HPE (m) 286.26 344.26 402.29 455.81 474.03 489.61 504.79 520.01 535.20

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.045 2.045 2.045 2.016 1.790 1.473 1.139 .803 .466
Q (m3/seg) 1.301 1.301 1.301 1.283 1.139 .937 .725 .511 .296
HP (m) 257.17 256.90 256.63 259.72 286.72 324.58 364.58 404.91 445.37
HPE (m) 4.53 20.63 36.74 56.21 99.59 153.82 210.20 266.90 323.74

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) .589 .244 -.061 -.043 -.020 .001 .003 .002 .000

Q (m3/seg) .296 .123 -.031 -.022 -.010 .001 .002 .001 .000
HP (m) 445.37 488.23 526.59 529.83 532.50 535.02 535.39 535.37 535.39
HPE (m) 323.74 381.80 435.37 453.81 471.68 489.41 504.98 520.16 535.39

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.045 2.045 2.019 1.808 1.499 1.166 .830 .493 .156
Q (m3/seg) 1.301 1.301 1.285 1.150 .954 .742 .528 .314 .099
HP (m) 257.17 256.90 259.72 284.84 321.85 361.68 401.96 442.38 482.90
HPE (m) 4.53 20.63 39.84 81.33 134.71 190.92 247.57 304.38 361.27

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) .197 -.108 -.090 -.068 -.045 -.022 .000 .002 .000
Q (m3/seg) .099 -.054 -.045 -.034 -.022 -.011 .000 .001 .000
HP (m) 482.90 521.31 524.65 527.35 530.01 532.67 535.19 535.55 535.54
HPE (m) 361.27 414.89 433.43 451.33 469.19 487.06 504.78 520.35 535.54

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.046 2.022 1.826 1.524 1.194 .858 .521 .183 -.120
Q (m3/seg) 1.301 1.286 1.161 .970 .759 .546 .331 .116 -.076
HP (m) 257.17 259.75 283.10 319.16 358.77 399.02 439.44 479.94 516.30
HPE (m) 4.53 23.49 63.21 115.65 171.64 228.26 285.06 341.93 394.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.152 -.138 -.115 -.092 -.069 -.046 -.023 -.002 .000
Q (m3/seg) -.076 -.070 -.058 -.046 -.035 -.023 -.012 -.001 .000
HP (m) 516.30 519.44 522.16 524.84 527.53 530.18 532.84 535.36 535.72
HPE (m) 394.67 413.01 430.93 448.82 466.71 484.57 502.44 520.15 535.72

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.002 1.842 1.549 1.220 .885 .548 .211 -.095 -.126
Q (m3/seg) 1.274 1.172 .985 .776 .563 .349 .134 -.061 -.080
HP (m) 257.18 281.50 316.55 355.87 396.07 436.49 477.00 513.69 517.15
HPE (m) 4.54 45.24 96.66 152.36 208.93 265.73 322.61 375.68 395.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.160 -.140 -.117 -.093 -.070 -.048 -.025 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.070 -.059 -.047 -.035 -.024 -.012 .000
HP (m) 517.15 517.22 519.62 522.33 525.01 527.70 530.36 533.02 535.18
HPE (m) 395.52 410.80 428.40 446.31 464.20 482.09 499.95 517.82 535.18

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 1.668 1.552 1.247 .912 .576 .238 -.070 -.122 -.126
Q (m3/seg) 1.061 .988 .793 .580 .366 .151 -.045 -.078 -.080
HP (m) 257.28 311.60 352.99 393.11 433.52 474.03 511.03 517.07 517.35

HPE (m) 4.64 75.33 133.10 189.60 246.38 303.27 356.65 379.07 395.72

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.161 -.162 -.141 -.118 -.095 -.072 -.046 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.081 -.071 -.059 -.048 -.036 -.023 .000
HP (m) 517.35 517.33 517.40 519.80 522.51 525.19 527.88 530.19 530.33
HPE (m) 395.72 410.91 426.18 443.78 461.69 479.58 497.47 514.98 530.33

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 1.146 1.098 .921 .603 .265 -.045 -.117 -.124 -.126
Q (m3/seg) .729 .698 .586 .384 .169 -.029 -.074 -.079 -.080
HP (m) 257.39 328.94 387.93 430.54 471.05 508.34 516.77 517.51 517.52
HPE (m) 4.75 92.68 168.05 227.03 283.92 337.58 362.39 379.50 395.89

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.161 -.162 -.163 -.143 -.120 -.093 -.047 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.082 -.082 -.072 -.060 -.047 -.024 .000
HP (m) 517.52 517.52 517.50 517.58 519.97 522.68 525.02 525.19 525.20
HPE (m) 395.89 411.10 426.28 441.56 459.16 477.07 494.61 509.99 525.20

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) .555 .538 .467 .276 -.020 -.110 -.122 -.124 -.126
Q (m3/seg) .353 .343 .297 .175 -.013 -.070 -.078 -.079 -.080
HP (m) 257.47 335.60 407.84 466.02 505.62 516.28 517.61 517.68 517.70
HPE (m) 4.83 99.33 187.95 262.51 318.49 345.52 363.23 379.68 396.07

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.161 -.162 -.164 -.165 -.141 -.095 -.047 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.082 -.082 -.083 -.071 -.048 -.024 .000
HP (m) 517.70 517.69 517.69 517.67 517.75 519.81 520.01 520.04 520.06
HPE (m) 396.07 411.26 426.47 441.65 456.94 474.19 489.60 504.84 520.06

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) -.058 -.063 -.088 -.147 -.117 -.120 -.123 -.124 -.126
Q (m3/seg) -.037 -.040 -.056 -.094 -.075 -.076 -.078 -.079 -.080
HP (m) 257.49 337.73 415.94 484.51 513.72 517.66 517.83 517.86 517.85
HPE (m) 4.85 101.47 196.05 281.00 326.58 346.90 363.45 379.85 396.22

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.159 -.161 -.162 -.164 -.162 -.140 -.095 -.048 .000
Q (m3/seg) -.080 -.081 -.082 -.082 -.082 -.071 -.048 -.024 .000
HP (m) 517.85 517.87 517.86 517.86 517.50 515.08 514.83 514.88 514.88
HPE (m) 396.22 411.44 426.64 441.84 456.69 469.47 484.43 499.67 514.88

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.677	-.678	-.665	-.480	-.259	-.136	-.123	-.124	-.126
Q (m3/seg)	-.431	-.432	-.423	-.305	-.165	-.086	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.48	338.45	416.18	468.01	500.56	516.22	518.01	518.01	518.03
HPE (m)	4.84	102.19	196.29	264.50	313.42	345.47	363.63	380.00	396.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.159	-.161	-.162	-.161	-.139	-.117	-.093	-.048	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.081	-.070	-.059	-.047	-.024	.000
HP (m)	518.03	518.02	518.04	517.69	515.19	512.53	509.95	509.67	509.69
HPE (m)	396.40	411.60	426.81	441.67	454.38	466.92	479.54	494.47	509.69

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.299	-1.279	-1.081	-.786	-.489	-.254	-.136	-.124	-.126
Q (m3/seg)	-.827	-.814	-.688	-.500	-.311	-.161	-.087	-.079	-.080
HP (m)	257.36	336.37	393.24	436.54	473.63	502.25	516.55	518.18	518.18
HPE (m)	4.72	100.10	173.35	233.03	286.50	331.49	362.17	380.17	396.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.159	-.161	-.159	-.138	-.115	-.092	-.069	-.045	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.080	-.069	-.058	-.046	-.035	-.023	.000
HP (m)	518.18	518.20	517.85	515.37	512.72	510.06	507.36	504.76	504.47
HPE (m)	396.55	411.77	426.63	439.35	451.91	464.44	476.96	489.56	504.47

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.885	-1.716	-1.419	-1.092	-.769	-.472	-.246	-.137	-.126
Q (m3/seg)	-1.199	-1.092	-.903	-.695	-.489	-.300	-.156	-.087	-.080
HP (m)	257.40	314.11	359.65	400.75	440.12	476.07	503.53	516.84	518.35
HPE (m)	4.76	77.85	139.76	197.24	252.99	305.31	349.15	378.84	396.72

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.159	-.158	-.136	-.114	-.091	-.068	-.045	-.021	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.079	-.069	-.057	-.046	-.034	-.022	-.011	.000
HP (m)	518.35	518.01	515.53	512.89	510.24	507.55	504.86	502.15	499.84
HPE (m)	396.72	411.58	424.31	436.87	449.42	461.94	474.46	486.95	499.84

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.165	-2.046	-1.736	-1.401	-1.069	-.747	-.456	-.239	-.134
Q (m3/seg)	-1.377	-1.302	-1.104	-.891	-.680	-.475	-.290	-.152	-.085
HP (m)	257.13	283.15	322.99	363.86	404.10	443.11	478.37	504.73	516.72
HPE (m)	4.49	46.88	103.10	160.35	216.96	272.35	323.98	366.72	395.09

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.170	-.135	-.112	-.089	-.066	-.043	-.020	.001	.000

Q (m3/seg)	-.085	-.068	-.056	-.045	-.033	-.022	-.010	.000	.000
HP (m)	516.72	515.70	513.05	510.40	507.72	505.04	502.34	499.93	499.82
HPE (m)	395.09	409.27	421.83	434.38	446.91	459.43	471.93	484.73	499.82

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.251	-2.208	-2.032	-1.711	-1.376	-1.045	-.725	-.437	-.203
Q (m3/seg)	-1.432	-1.404	-1.292	-1.089	-.875	-.665	-.462	-.278	-.129
HP (m)	257.36	265.74	287.66	326.58	367.24	407.34	446.03	480.20	502.37
HPE (m)	4.72	29.48	67.77	123.07	180.11	236.58	291.65	342.20	380.74

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.257	-.124	-.088	-.065	-.042	-.018	.002	.002	.000
Q (m3/seg)	-.129	-.062	-.044	-.033	-.021	-.009	.001	.001	.000
HP (m)	502.37	511.77	510.56	507.89	505.21	502.51	500.11	500.01	500.01
HPE (m)	380.74	405.35	419.34	431.87	444.39	456.90	469.70	484.80	500.01

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.276	-2.260	-2.196	-2.007	-1.685	-1.351	-1.018	-.678	-.363
Q (m3/seg)	-1.448	-1.438	-1.397	-1.277	-1.072	-.859	-.648	-.431	-.231
HP (m)	257.09	259.82	267.98	291.03	330.02	370.60	410.20	445.65	475.20
HPE (m)	4.45	23.56	48.09	87.52	142.88	199.84	255.82	307.64	353.57

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.460	-.210	-.077	-.040	-.017	.004	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.231	-.106	-.039	-.020	-.009	.002	.002	.001	.000
HP (m)	475.20	497.27	506.61	505.37	502.67	500.27	500.17	500.18	500.19
HPE (m)	353.57	390.84	415.39	429.35	441.86	454.66	469.76	484.98	500.19

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.278	-2.277	-2.256	-2.181	-1.982	-1.657	-1.301	-.938	-.584
Q (m3/seg)	-1.449	-1.449	-1.435	-1.388	-1.261	-1.054	-.828	-.597	-.372
HP (m)	257.36	257.92	260.81	270.10	294.37	333.13	370.91	406.55	439.62
HPE (m)	4.72	21.66	40.92	66.59	107.24	162.37	216.53	268.55	317.99

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.739	-.412	-.162	-.029	.005	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.372	-.207	-.081	-.014	.003	.002	.002	.001	.000
HP (m)	439.62	470.11	492.11	501.40	500.43	500.32	500.34	500.35	500.36
HPE (m)	317.99	363.69	400.89	425.38	439.62	454.71	469.93	485.15	500.36

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.282	-2.279	-2.276	-2.250	-2.163	-1.934	-1.578	-1.204	-.834
Q (m3/seg)	-1.452	-1.450	-1.448	-1.431	-1.376	-1.230	-1.004	-.766	-.531
HP (m)	257.09	257.77	258.47	261.86	272.02	294.91	330.00	365.56	399.96

HPE (m)	4.45	21.51	38.59	58.34	84.88	124.15	175.62	227.55	278.33
NUMERO DE TUBERIA = 2									
L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.055	-.690	-.363	-.116	-.007	.004	.003	.001	.000
Q (m3/seg)	-.531	-.347	-.183	-.059	-.004	.002	.001	.001	.000
HP (m)	399.96	434.55	464.98	487.20	499.05	500.50	500.51	500.52	500.52
HPE (m)	278.33	328.12	373.75	411.18	438.23	454.88	470.10	485.31	500.52

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.280	-2.282	-2.279	-2.271	-2.222	-2.095	-1.838	-1.472	-1.095
Q (m3/seg)	-1.451	-1.452	-1.450	-1.445	-1.413	-1.333	-1.170	-.937	-.697
HP (m)	257.36	257.47	258.15	258.78	260.37	268.06	289.74	323.75	358.69
HPE (m)	4.72	21.21	38.26	55.27	73.23	97.30	135.36	185.75	237.06

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.386	-1.006	-.644	-.341	-.117	-.009	.003	.001	.000
Q (m3/seg)	-.697	-.506	-.324	-.171	-.059	-.004	.001	.001	.000
HP (m)	358.69	394.91	429.73	462.69	487.29	499.24	500.67	500.67	500.67
HPE (m)	237.06	288.49	338.51	386.67	426.48	453.62	470.26	485.47	500.67

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.283	-2.280	-2.280	-2.258	-2.220	-2.146	-1.999	-1.730	-1.361
Q (m3/seg)	-1.452	-1.451	-1.450	-1.437	-1.412	-1.365	-1.272	-1.100	-.866
HP (m)	257.09	257.68	257.59	256.09	253.43	253.25	260.88	282.96	316.78
HPE (m)	4.45	21.42	37.70	52.58	66.29	82.50	106.49	144.95	195.15

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.723	-1.339	-.983	-.643	-.342	-.118	-.010	.001	.000
Q (m3/seg)	-.866	-.673	-.494	-.323	-.172	-.059	-.005	.001	.000
HP (m)	316.78	353.96	392.71	429.90	462.94	487.50	499.40	500.83	500.83
HPE (m)	195.15	247.54	301.48	353.88	402.13	441.89	468.99	485.62	500.83

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.281	-2.281	-2.262	-2.232	-2.190	-2.139	-2.054	-1.896	-1.621
Q (m3/seg)	-1.451	-1.451	-1.439	-1.420	-1.393	-1.361	-1.307	-1.206	-1.031
HP (m)	257.36	257.22	255.73	252.25	248.34	244.64	244.49	252.98	276.21
HPE (m)	4.72	20.96	35.85	48.74	61.21	73.88	90.11	114.98	154.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-2.052	-1.699	-1.338	-.983	-.644	-.343	-.119	-.012	.000
Q (m3/seg)	-1.031	-.854	-.672	-.494	-.324	-.172	-.060	-.006	.000
HP (m)	276.21	314.66	354.21	393.04	430.18	463.18	487.69	499.56	500.98
HPE (m)	154.58	208.23	262.99	317.03	369.37	417.57	457.28	484.36	500.98

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.280	-2.264	-2.236	-2.196	-2.154	-2.107	-2.050	-1.962	-1.821
Q (m3/seg)	-1.450	-1.440	-1.422	-1.397	-1.371	-1.340	-1.304	-1.248	-1.158
HP (m)	257.09	255.56	252.14	248.11	243.27	238.74	235.04	235.78	248.52
HPE (m)	4.45	19.29	32.25	44.59	56.13	67.98	80.66	97.77	126.89

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-2.305	-2.050	-1.698	-1.338	-.983	-.644	-.343	-.120	.000
Q (m3/seg)	-1.158	-1.030	-.854	-.672	-.494	-.324	-.173	-.060	.000
HP (m)	248.52	276.55	315.09	354.58	393.36	430.46	463.41	487.87	498.30
HPE (m)	126.89	170.12	223.87	278.56	332.55	384.85	433.00	472.67	498.30

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.249	-2.237	-2.199	-2.159	-2.114	-2.069	-2.022	-1.988	-1.926
Q (m3/seg)	-1.431	-1.423	-1.399	-1.373	-1.345	-1.316	-1.287	-1.264	-1.226
HP (m)	257.36	252.25	248.12	243.25	238.47	233.36	229.07	228.60	234.05
HPE (m)	4.72	15.99	28.23	39.74	51.34	62.60	74.69	90.60	112.42

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-2.438	-2.304	-2.049	-1.697	-1.337	-.983	-.645	-.331	.000
Q (m3/seg)	-1.226	-1.158	-1.030	-.853	-.672	-.494	-.324	-.166	.000
HP (m)	234.05	248.99	277.01	315.50	354.94	393.67	430.73	462.22	474.82
HPE (m)	112.42	142.56	185.79	239.48	294.12	348.06	400.32	447.02	474.82

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.199	-2.188	-2.161	-2.118	-2.074	-2.030	-2.008	-1.993	-1.971
Q (m3/seg)	-1.399	-1.392	-1.375	-1.347	-1.320	-1.292	-1.277	-1.268	-1.254
HP (m)	257.12	249.98	243.47	238.55	233.36	228.69	226.31	226.03	227.89
HPE (m)	4.48	13.72	23.58	35.03	46.22	57.93	71.93	88.02	106.26

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-2.495	-2.437	-2.303	-2.048	-1.697	-1.337	-.970	-.524	.000
Q (m3/seg)	-1.254	-1.225	-1.157	-1.029	-.853	-.672	-.488	-.263	.000
HP (m)	227.89	234.46	249.43	277.46	315.90	355.29	392.57	417.79	426.27
HPE (m)	106.26	128.04	158.21	201.44	255.08	309.68	362.17	402.59	426.27

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	5.732	4.850	!!	8.578	4.452
2	52.11	6.017	102.189	!!	9.716	13.717

3	104.21	6.017	196.295	!!	9.716	23.583
4	156.32	5.732	280.999	!!	9.716	35.035
5	208.43	5.732	326.581	!!	9.716	46.221
6	260.53	5.732	346.903	!!	9.716	57.927
7	312.64	6.017	363.628	!!	9.716	71.932
8	364.74	6.301	380.174	!!	9.716	88.019
9	416.85	6.586	396.720	!!	9.716	106.259

NUMERO DE TUBERIA = 2

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	396.720	!!	9.716	106.259
2	43.56	4.025	414.886	!!	9.716	128.037
3	87.13	3.740	435.372	!!	9.716	158.212
4	130.69	3.456	455.806	!!	.610	177.994
5	174.26	3.456	474.034	!!	.894	192.811
6	217.82	3.456	489.607	!!	.610	207.698
7	261.39	3.740	504.979	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.350	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.722	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNT1.FOR
TUBERIA DE N TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
COTA EN LA VALVULA = .000 m
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 3.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
LONGITUD = 416.850 m
DIAMETRO = .900 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019
ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
LONGITUD = 348.520 m
DIAMETRO = .800 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019
ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
Variación lineal de la velocidad de cierre

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
--	-----------------	------------------	------------------	-------------------	----------------------

1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21
HPE	(m)	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08	85.22	101.36	117.51	133.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.548
Q	(m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.281
HP	(m)	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	256.14
HPE	(m)	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	256.14

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.42	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18
HPE	(m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.548	2.303
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.281	1.157
HP	(m)	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70	253.35	252.99	256.43	282.80
HPE	(m)	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	241.23	282.80

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.548	2.304	2.058
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.281	1.158	1.034
HP (m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	256.73	282.96	309.47
HPE (m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	226.32	267.76	309.47

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.548	2.306	2.059	1.813
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.281	1.159	1.035	.911
HP (m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	257.02	283.12	309.61	336.20
HPE (m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	211.41	252.72	294.41	336.20

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.549	2.307	2.061	1.815	1.568
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.281	1.160	1.036	.912	.788
HP (m)	255.09	254.73	254.38	254.02	257.39	283.28	309.75	336.32	362.93
HPE (m)	133.46	148.31	163.16	178.00	196.57	237.67	279.35	321.12	362.93

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.550	2.309	2.063	1.816	1.570	1.323
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.282	1.161	1.037	.913	.789	.665
HP (m)	255.06	254.70	254.35	257.69	283.53	309.97	336.45	363.04	389.71
HPE (m)	133.43	148.28	163.12	181.67	222.71	264.35	306.04	347.84	389.71

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE (m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.584	2.550	2.311	2.065	1.819	1.572	1.325	1.078
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.282	1.161	1.038	.914	.790	.666	.542
HP (m)	255.03	254.67	258.00	283.70	310.12	336.65	363.22	389.81	416.49
HPE (m)	133.40	148.25	166.77	207.68	249.30	291.04	332.81	374.61	416.49

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE (m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.584	2.550	2.312	2.067	1.821	1.574	1.327	1.081	.833
Q (m3/seg)	1.299	1.282	1.162	1.039	.915	.791	.667	.543	.419
HP (m)	255.00	258.30	283.87	310.27	336.78	363.34	389.99	416.65	443.31
HPE (m)	133.37	151.88	192.65	234.25	275.96	317.73	359.58	401.45	443.31

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	2.013
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.281
HP (m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	258.38
HPE (m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	136.75

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.548	2.314	2.068	1.823	1.576	1.330	1.083	.836	.588
Q (m3/seg)	1.281	1.163	1.040	.916	.792	.668	.544	.420	.295
HP (m)	258.38	284.05	310.42	336.91	363.46	390.09	416.75	443.48	470.27
HPE (m)	136.75	177.62	219.20	260.89	302.65	344.48	386.35	428.27	470.27

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.016	1.815

Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.283	1.155
HP (m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	258.36	282.30
HPE (m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	120.36	160.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.297	2.068	1.824	1.578	1.332	1.085	.838	.590	.343
Q (m3/seg)	1.155	1.039	.917	.793	.669	.545	.421	.297	.172
HP (m)	282.30	310.34	337.05	363.58	390.20	416.85	443.57	470.37	497.13
HPE (m)	160.67	203.91	245.82	287.56	329.39	371.24	413.16	455.16	497.13

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.019	1.832	1.610
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.284	1.165	1.024
HP (m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	258.38	280.64	307.04
HPE (m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	104.00	142.63	185.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.038	1.809	1.578	1.334	1.087	.840	.592	.345	.098
Q (m3/seg)	1.024	.909	.793	.670	.546	.422	.298	.173	.049
HP (m)	307.04	335.26	363.47	390.31	416.95	443.67	470.46	497.23	523.98
HPE (m)	185.41	228.83	272.25	314.29	356.14	398.06	440.05	482.02	523.98

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	2.021	1.847	1.628	1.405
Q (m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.286	1.175	1.036	.894
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	258.41	279.12	305.18	331.87
HPE (m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	87.65	124.73	167.17	210.24

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.778	1.549	1.318	1.087	.842	.594	.347	.100	.000
Q (m3/seg)	.894	.778	.663	.546	.423	.299	.175	.050	.000
HP (m)	331.87	360.14	388.50	416.83	443.76	470.55	497.32	524.08	534.81
HPE (m)	210.24	253.72	297.28	340.81	382.95	424.94	466.92	508.88	534.81

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.023	1.861	1.646	1.423	1.199
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.287	1.184	1.047	.905	.763
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.34	258.49	277.71	303.34	329.97	356.73
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	52.83	71.35	106.95	148.96	191.96	235.10

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.518	1.288	1.058	.827	.595	.349	.102	.002	.000
Q (m3/seg)	.763	.647	.532	.416	.299	.176	.051	.001	.000
HP (m)	356.73	385.09	413.49	441.94	470.42	497.42	524.18	534.95	534.97
HPE (m)	235.10	278.66	322.26	365.92	409.60	451.81	493.77	519.75	534.97

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.045	2.026	1.875	1.664	1.442	1.218	.994
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.289	1.193	1.059	.917	.775	.632
HP (m)	257.17	256.90	256.63	258.59	276.47	301.56	328.08	354.81	381.64
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	55.08	89.34	130.80	173.70	216.81	260.01

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.258	1.027	.797	.565	.334	.102	.004	.002	.000
Q (m3/seg)	.632	.516	.401	.284	.168	.051	.002	.001	.000
HP (m)	381.64	410.05	438.52	467.08	495.60	524.05	535.09	535.13	535.15
HPE (m)	260.01	303.62	347.30	391.06	434.79	478.44	504.69	519.93	535.15

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.028	1.887	1.681	1.460	1.236	1.012	.788
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.290	1.201	1.070	.929	.787	.644	.501
HP (m)	257.17	256.90	258.69	275.32	299.84	326.24	352.93	379.72	406.58
HPE (m)	4.53	20.63	38.80	71.81	112.71	155.48	198.54	241.71	284.95

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.997	.766	.535	.304	.073	-.012	.001	.002	.000
Q (m3/seg)	.501	.385	.269	.153	.037	-.006	.001	.001	.000
HP (m)	406.58	435.06	463.64	492.18	520.72	533.33	535.08	535.31	535.30
HPE (m)	284.95	328.64	372.42	416.16	459.91	487.71	504.67	520.11	535.30

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.046	2.030	1.899	1.698	1.478	1.255	1.031	.806	.581
Q (m3/seg)	1.301	1.291	1.208	1.080	.941	.799	.656	.513	.370
HP (m)	257.17	258.80	274.25	298.14	324.39	351.06	377.84	404.67	431.58
HPE (m)	4.53	22.54	54.36	94.63	137.26	180.30	223.46	266.67	309.95

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.736	.505	.274	.043	-.043	-.029	-.014	-.001	.000
Q (m3/seg)	.370	.254	.138	.021	-.021	-.015	-.007	.000	.000
HP (m)	431.58	460.17	488.73	517.29	529.96	531.81	533.58	535.24	535.48
HPE (m)	309.95	353.74	397.51	441.27	469.14	486.20	503.17	520.04	535.48

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.017	1.910	1.715	1.497	1.274	1.050	.825	.600	.375
Q (m3/seg)	1.283	1.215	1.091	.952	.810	.668	.525	.382	.238
HP (m)	257.18	273.27	296.49	322.54	349.17	375.95	402.78	429.69	456.69
HPE (m)	4.54	37.01	76.60	119.03	162.04	205.19	248.40	291.68	335.06

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.474	.243	.012	-.073	-.060	-.045	-.030	-.016	.000
Q (m3/seg)	.238	.122	.006	-.037	-.030	-.023	-.015	-.008	.000
HP (m)	456.69	485.25	513.83	526.55	528.45	530.23	531.99	533.75	535.19
HPE (m)	335.06	378.82	422.61	450.53	467.64	484.62	501.58	518.54	535.19

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.794	1.718	1.515	1.292	1.068	.844	.619	.394	.168
Q (m3/seg)	1.142	1.093	.964	.822	.680	.537	.394	.250	.107
HP (m)	257.24	293.28	320.71	347.28	374.04	400.87	427.78	454.78	481.79
HPE (m)	4.60	57.02	100.82	143.77	186.91	230.11	273.40	316.78	360.16

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.213	-.019	-.104	-.091	-.076	-.061	-.047	-.030	.000
Q (m3/seg)	-.107	-.009	-.053	-.046	-.038	-.031	-.023	-.015	.000
HP (m)	481.79	510.36	523.12	525.06	526.85	528.63	530.40	531.93	532.02
HPE (m)	360.16	403.93	431.89	449.04	466.04	483.01	500.00	516.73	532.02

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.448	1.415	1.298	1.087	.863	.638	.412	.187	-.039
Q (m3/seg)	.921	.900	.826	.691	.549	.406	.262	.119	-.025
HP (m)	257.33	304.79	343.91	372.13	398.96	425.85	452.86	479.87	506.90
HPE (m)	4.69	68.53	124.03	168.62	211.82	255.10	298.47	341.87	385.27

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.049	-.135	-.122	-.107	-.092	-.078	-.061	-.031	.000
Q (m3/seg)	-.025	-.068	-.061	-.054	-.046	-.039	-.031	-.015	.000
HP (m)	506.90	519.70	521.65	523.44	525.23	527.03	528.57	528.68	528.69
HPE (m)	385.27	413.27	430.43	447.43	464.42	481.41	498.17	513.48	528.69

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.055	1.044	.996	.870	.657	.431	.206	-.020	-.124
Q (m3/seg)	.671	.664	.634	.553	.418	.274	.131	-.013	-.079
HP (m)	257.40	309.19	357.10	395.67	423.93	450.93	477.94	504.98	517.31
HPE (m)	4.76	72.93	137.21	192.16	236.79	280.17	323.56	366.97	395.68

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.157	-.153	-.138	-.124	-.109	-.092	-.062	-.031	.000
Q (m3/seg)	-.079	-.077	-.070	-.062	-.055	-.046	-.031	-.016	.000
HP (m)	517.31	518.25	520.05	521.83	523.62	525.18	525.31	525.33	525.35
HPE (m)	395.68	411.83	428.83	445.81	462.80	479.57	494.90	510.13	525.35

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.649	.645	.629	.574	.439	.224	-.001	-.115	-.125

Q (m3/seg)	.413	.410	.400	.365	.279	.143	-.001	-.073	-.080
HP (m)	257.46	310.60	362.43	409.77	447.73	476.01	503.05	516.52	517.66
HPE (m)	4.82	74.34	142.54	206.26	260.59	305.25	348.67	378.52	396.03

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.159	-.160	-.155	-.140	-.123	-.093	-.062	-.031	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.078	-.070	-.062	-.047	-.031	-.016	.000
HP (m)	517.66	517.69	518.43	520.23	521.78	521.91	521.94	521.97	521.98
HPE (m)	396.03	411.27	427.21	444.21	460.96	476.30	491.54	506.77	521.98

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.239	.237	.231	.210	.148	.008	-.105	-.123	-.126
Q (m3/seg)	.152	.151	.147	.134	.094	.005	-.067	-.078	-.080
HP (m)	257.49	311.09	364.30	415.95	462.69	499.95	515.64	517.73	517.83
HPE (m)	4.85	74.83	144.41	212.44	275.56	329.19	361.26	379.73	396.20

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.159	-.160	-.162	-.154	-.124	-.093	-.062	-.031	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.081	-.078	-.062	-.047	-.031	-.016	.000
HP (m)	517.83	517.84	517.86	518.38	518.52	518.54	518.57	518.59	518.60
HPE (m)	396.20	411.41	426.64	442.36	457.70	472.93	488.16	503.38	518.60

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.173	-.174	-.177	-.185	-.209	-.182	-.130	-.124	-.126
Q (m3/seg)	-.110	-.110	-.112	-.118	-.133	-.116	-.082	-.079	-.080
HP (m)	257.49	311.33	365.06	418.28	469.60	504.08	516.65	517.98	517.99
HPE (m)	4.85	75.06	145.18	214.77	282.47	333.32	362.27	379.98	396.36

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.159	-.160	-.160	-.146	-.125	-.093	-.062	-.031	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.080	-.073	-.063	-.047	-.031	-.016	.000
HP (m)	517.99	518.00	517.78	516.16	515.15	515.18	515.19	515.20	515.20
HPE (m)	396.36	411.58	426.56	440.14	454.34	469.57	484.78	499.99	515.20

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.586	-.586	-.588	-.593	-.514	-.350	-.204	-.132	-.126
Q (m3/seg)	-.373	-.373	-.374	-.377	-.327	-.223	-.130	-.084	-.080
HP (m)	257.48	311.52	365.48	419.23	461.65	489.53	508.25	517.15	518.16
HPE (m)	4.84	75.26	145.59	215.72	274.52	318.77	353.87	379.14	396.53

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.159	-.158	-.145	-.130	-.115	-.094	-.062	-.031	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.080	-.073	-.065	-.058	-.047	-.031	-.016	.000
HP (m)	518.16	517.94	516.30	514.55	512.82	511.80	511.81	511.80	511.79
HPE (m)	396.53	411.51	425.08	438.53	452.00	466.19	481.40	496.60	511.79

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.001	-1.000	-1.001	-.922	-.744	-.537	-.344	-.200	-.131
Q (m3/seg)	-.637	-.636	-.637	-.587	-.473	-.341	-.219	-.127	-.083
HP (m)	257.41	311.67	365.76	409.88	441.49	468.10	491.59	509.13	517.13
HPE (m)	4.77	75.40	145.88	206.37	254.36	297.34	337.21	371.13	395.50

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.166	-.143	-.129	-.114	-.099	-.084	-.062	-.031	.000
Q (m3/seg)	-.083	-.072	-.065	-.057	-.050	-.042	-.031	-.016	.000
HP (m)	517.13	516.46	514.71	512.96	511.19	509.44	508.41	508.41	508.40
HPE (m)	395.50	410.03	423.49	436.94	450.38	463.83	478.00	493.20	508.40

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.415	-1.415	-1.340	-1.166	-.953	-.735	-.523	-.332	-.177
Q (m3/seg)	-.900	-.900	-.852	-.742	-.606	-.467	-.333	-.211	-.113
HP (m)	257.44	311.70	356.87	389.81	417.77	444.47	470.16	492.88	507.63
HPE (m)	4.80	75.43	136.98	186.30	230.63	273.71	315.77	354.87	386.00

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.224	-.136	-.113	-.098	-.083	-.068	-.053	-.031	.000
Q (m3/seg)	-.113	-.068	-.057	-.049	-.042	-.034	-.027	-.016	.000
HP (m)	507.63	513.91	513.12	511.35	509.58	507.80	506.04	505.01	505.02
HPE (m)	386.00	407.48	421.90	435.33	448.77	462.19	475.63	489.81	505.02

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.832	-1.760	-1.592	-1.380	-1.159	-.938	-.718	-.492	-.284
Q (m3/seg)	-1.165	-1.120	-1.013	-.878	-.737	-.597	-.457	-.313	-.181
HP (m)	257.23	303.37	337.41	366.06	393.27	420.15	446.43	469.96	489.61
HPE (m)	4.59	67.11	117.52	162.54	206.13	249.39	292.05	331.95	367.98

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.359	-.194	-.105	-.082	-.067	-.052	-.037	-.022	.000
Q (m3/seg)	-.181	-.097	-.053	-.041	-.034	-.026	-.019	-.011	.000
HP (m)	489.61	504.31	510.55	509.74	507.96	506.18	504.40	502.65	501.62
HPE (m)	367.98	397.89	419.33	433.72	447.15	460.57	473.99	487.45	501.62

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.117	-2.021	-1.810	-1.589	-1.365	-1.141	-.906	-.665	-.431
Q (m3/seg)	-1.347	-1.286	-1.152	-1.011	-.868	-.726	-.576	-.423	-.274
HP (m)	257.38	284.53	313.86	341.37	368.59	395.37	420.40	444.05	466.02
HPE (m)	4.74	48.27	93.98	137.86	181.45	224.62	266.02	306.05	344.39

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.545	-.328	-.162	-.074	-.050	-.036	-.021	-.006	.000
Q (m3/seg)	-.274	-.165	-.082	-.037	-.025	-.018	-.010	-.003	.000
HP (m)	466.02	486.30	500.96	507.16	506.34	504.56	502.79	501.00	500.28
HPE (m)	344.39	379.88	409.73	431.14	445.52	458.95	472.38	485.80	500.28

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.237	-2.182	-2.021	-1.796	-1.570	-1.333	-1.089	-.842	-.597
Q (m3/seg)	-1.423	-1.388	-1.286	-1.142	-.999	-.848	-.693	-.536	-.380
HP (m)	257.11	268.57	289.06	316.56	343.57	369.05	393.33	416.89	439.74
HPE (m)	4.47	32.31	69.17	113.05	156.44	198.29	238.95	278.89	318.11

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.755	-.513	-.296	-.131	-.043	-.019	-.004	.001	.000
Q (m3/seg)	-.380	-.258	-.149	-.066	-.022	-.010	-.002	.001	.000
HP (m)	439.74	462.72	482.96	497.57	503.76	502.94	501.16	500.41	500.38
HPE (m)	318.11	356.29	391.74	421.55	442.95	457.33	470.76	485.20	500.38

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.270	-2.253	-2.173	-2.003	-1.764	-1.519	-1.270	-1.020	-.771
Q (m3/seg)	-1.444	-1.434	-1.382	-1.274	-1.122	-.967	-.808	-.649	-.490
HP (m)	257.36	260.77	270.89	291.37	317.22	341.79	365.73	389.22	412.39
HPE (m)	4.72	24.51	51.00	87.86	130.09	171.03	211.35	251.22	290.76

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.975	-.723	-.481	-.265	-.100	-.012	.003	.001	.000
Q (m3/seg)	-.490	-.364	-.242	-.133	-.050	-.006	.001	.001	.000
HP (m)	412.39	436.44	459.38	479.61	494.20	500.37	500.56	500.53	500.53
HPE (m)	290.76	330.02	368.16	403.59	433.39	454.76	470.16	485.33	500.53

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.281	-2.274	-2.246	-2.147	-1.952	-1.702	-1.450	-1.198	-.947
Q (m3/seg)	-1.451	-1.446	-1.429	-1.366	-1.242	-1.083	-.923	-.762	-.602
HP (m)	257.09	258.50	261.79	271.20	289.84	314.08	337.80	361.34	384.64
HPE (m)	4.45	22.24	41.90	67.69	102.71	143.32	183.42	223.33	263.01

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.199	-.943	-.691	-.450	-.233	-.078	-.006	.001	.000
Q (m3/seg)	-.602	-.474	-.347	-.226	-.117	-.039	-.003	.001	.000
HP (m)	384.64	409.10	433.13	456.07	476.26	491.84	499.74	500.69	500.69
HPE (m)	263.01	302.68	341.91	380.05	415.44	446.23	469.33	485.48	500.69

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.281	-2.280	-2.259	-2.208	-2.088	-1.883	-1.629	-1.377	-1.124

Q (m3/seg)	-1.451	-1.451	-1.437	-1.405	-1.329	-1.198	-1.037	-.876	-.715
HP (m)	257.36	257.48	257.59	259.17	267.76	286.00	309.78	333.30	356.73
HPE (m)	4.72	21.21	37.70	55.66	80.63	115.24	155.40	195.30	235.10

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.423	-1.166	-.911	-.659	-.427	-.227	-.078	-.007	.000
Q (m3/seg)	-.715	-.586	-.458	-.331	-.215	-.114	-.039	-.004	.000
HP (m)	356.73	381.38	405.83	429.83	453.75	475.67	491.98	499.89	500.84
HPE (m)	235.10	274.95	314.60	353.81	392.93	430.05	461.58	484.69	500.84

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.281	-2.270	-2.250	-2.213	-2.150	-2.020	-1.809	-1.555	-1.303
Q (m3/seg)	-1.451	-1.444	-1.431	-1.408	-1.368	-1.285	-1.151	-.990	-.829
HP (m)	257.09	256.31	254.30	252.94	254.19	263.11	281.58	305.24	328.70
HPE (m)	4.45	20.04	34.41	49.43	67.06	92.35	127.20	167.24	207.07

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.649	-1.391	-1.134	-.888	-.652	-.428	-.228	-.080	.000
Q (m3/seg)	-.829	-.699	-.570	-.446	-.328	-.215	-.114	-.040	.000
HP (m)	328.70	353.50	378.12	403.55	429.28	453.94	475.87	492.16	499.10
HPE (m)	207.07	247.08	286.90	327.53	368.46	408.33	445.46	476.95	499.10

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.260	-2.253	-2.227	-2.198	-2.156	-2.086	-1.949	-1.735	-1.481
Q (m3/seg)	-1.438	-1.433	-1.417	-1.398	-1.372	-1.327	-1.240	-1.104	-.942
HP (m)	257.36	254.01	251.50	248.61	247.01	248.66	258.23	277.05	300.66
HPE (m)	4.72	17.74	31.61	45.10	59.87	77.90	103.85	139.05	179.03

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.875	-1.616	-1.367	-1.127	-.888	-.653	-.428	-.220	.000
Q (m3/seg)	-.942	-.812	-.687	-.566	-.446	-.328	-.215	-.111	.000
HP (m)	300.66	325.50	351.27	377.61	403.78	429.52	454.16	475.12	483.51
HPE (m)	179.03	219.07	260.05	301.59	342.96	383.91	423.76	459.92	483.51

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.228	-2.220	-2.203	-2.173	-2.141	-2.096	-2.020	-1.877	-1.660
Q (m3/seg)	-1.417	-1.412	-1.401	-1.382	-1.362	-1.333	-1.285	-1.194	-1.056
HP (m)	257.11	252.57	248.31	245.28	242.28	240.83	243.07	253.34	272.49
HPE (m)	4.47	16.31	28.42	41.77	55.15	70.08	88.68	115.33	150.86

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-2.102	-1.851	-1.608	-1.367	-1.127	-.888	-.645	-.348	.000
Q (m3/seg)	-1.056	-.930	-.808	-.687	-.566	-.446	-.324	-.175	.000
HP (m)	272.49	298.49	325.04	351.55	377.89	404.04	428.83	445.59	451.23
HPE (m)	150.86	192.06	233.81	275.53	317.08	358.43	398.42	430.38	451.23

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)	
1	.00	6.301	4.848	!!	9.147	4.452
2	52.11	7.155	75.435	!!	9.716	16.309
3	104.21	6.871	145.876	!!	9.716	28.421
4	156.32	6.586	215.722	!!	9.716	41.772
5	208.43	6.301	282.466	!!	9.716	55.146
6	260.53	6.301	333.321	!!	9.716	70.076
7	312.64	6.301	362.266	!!	9.716	88.685
8	364.74	6.301	379.975	!!	9.716	115.334
9	416.85	6.586	396.528	!!	2.033	133.371

NUMERO DE TUBERIA = 2

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)	
1	.00	6.586	396.528	!!	2.033	133.371
2	43.56	5.163	413.272	!!	1.748	148.248
3	87.13	4.878	431.893	!!	1.464	163.125
4	130.69	4.594	450.531	!!	.610	177.994
5	174.26	4.309	469.140	!!	.894	192.811
6	217.82	4.025	487.715	!!	.610	207.698
7	261.39	3.740	504.686	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.109	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.481	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNT1.FOR
TUBERIA DE N TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	4.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
NUMERO DE TUBERIAS	=	2

TUBERIA = 1

LONGITUD	=	416.850 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.	=	252.640 m

TUBERIA = 2

LONGITUD	=	348.520 m
DIAMETRO	=	.800 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1069.020 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.	=	121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
Variación lineal de la velocidad de cierre

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.041	1.298	257.17	4.53	52.11	2.041	1.298	256.91	20.65
104.21	2.041	1.298	256.94	20.65	104.21	2.041	1.298	256.70	36.77
156.32	2.041	1.298	256.47	36.77	156.32	2.041	1.298	256.42	52.91
208.43	2.041	1.298	256.24	52.91	208.43	2.041	1.298	256.19	69.05
260.53	2.041	1.298	256.00	69.05	260.53	2.041	1.298	255.95	85.19
312.64	2.041	1.298	255.77	85.19	312.64	2.041	1.298	255.72	101.34
364.74	2.041	1.298	255.54	101.34	364.74	2.041	1.298	255.43	117.42
416.85	2.041	1.298	255.30	117.42	416.85	2.041	1.298	255.18	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
416.85	2.583	1.298	255.18	133.55	460.42	2.583	1.299	254.82	148.40
460.42	2.583	1.298	254.82	148.40	503.98	2.583	1.299	254.47	163.25
503.98	2.583	1.298	254.47	163.25	547.54	2.583	1.299	254.12	178.10
547.54	2.583	1.298	254.12	178.10	591.11	2.583	1.299	253.77	192.95
591.11	2.583	1.298	253.77	192.95	634.67	2.583	1.299	253.42	207.81
634.67	2.583	1.298	253.42	207.81	678.24	2.583	1.299	253.07	222.66
678.24	2.583	1.298	253.07	222.66	721.80	2.583	1.299	252.71	237.51
721.80	2.583	1.298	252.71	237.51	765.37	2.583	1.299	252.36	252.36

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.041	1.298	257.17	4.53	52.11	2.041	1.298	256.91	20.65
52.11	2.041	1.298	256.94	20.67	104.21	2.041	1.298	256.65	36.77
104.21	2.041	1.298	256.70	36.82	156.32	2.041	1.298	256.42	52.91
156.32	2.041	1.298	256.47	52.96	208.43	2.041	1.298	256.19	69.05
208.43	2.041	1.298	256.24	69.10	260.53	2.041	1.298	255.95	85.19
260.53	2.041	1.298	256.00	85.25	312.64	2.041	1.298	255.72	101.34
312.64	2.041	1.298	255.77	101.39	364.74	2.041	1.298	255.43	117.42
364.74	2.041	1.298	255.54	117.53	416.85	2.041	1.298	255.18	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
416.85	2.583	1.299	255.18	133.55	460.42	2.583	1.299	254.82	148.40
460.42	2.583	1.299	254.82	148.40	503.98	2.583	1.299	254.47	163.18
503.98	2.583	1.299	254.47	163.18	547.54	2.583	1.299	254.12	178.03
547.54	2.583	1.299	254.12	178.03	591.11	2.583	1.299	253.77	192.88
591.11	2.583	1.299	253.77	192.88	634.67	2.583	1.299	253.42	207.73
634.67	2.583	1.299	253.42	207.73	678.24	2.583	1.299	253.07	222.59
678.24	2.583	1.299	253.07	222.59	721.80	2.583	1.299	252.71	240.28
721.80	2.583	1.299	252.71	240.28	765.37	2.583	1.299	252.36	275.17

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.041	1.299	257.17	4.53	52.11	2.041	1.298	256.91	20.65
52.11	2.041	1.298	256.94	20.67	104.21	2.041	1.298	256.65	36.76
104.21	2.041	1.298	256.70	36.82	156.32	2.041	1.298	256.42	52.88
156.32	2.041	1.298	256.47	52.96	208.43	2.041	1.298	256.19	69.03
208.43	2.041	1.298	256.24	69.10	260.53	2.041	1.298	255.93	85.17
260.53	2.041	1.298	256.00	85.25	312.64	2.041	1.299	255.64	101.26
312.64	2.041	1.299	255.77	101.39	364.74	2.041	1.299	255.39	117.39
364.74	2.041	1.299	255.54	117.53	416.85	2.041	1.299	255.15	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
416.85	2.584	1.299	255.15	133.52	460.42	2.583	1.299	254.80	148.37
460.42	2.583	1.299	254.80	148.37	503.98	2.583	1.299	254.44	163.22
503.98	2.583	1.299	254.44	163.22	547.54	2.583	1.298	254.01	177.99
547.54	2.583	1.298	254.01	177.99	591.11	2.583	1.298	253.66	192.85
591.11	2.583	1.298	253.66	192.85	634.67	2.583	1.298	253.31	207.70
634.67	2.583	1.298	253.31	207.70	678.24	2.583	1.298	252.96	225.38
678.24	2.583	1.298	252.96	225.38	721.80	2.583	1.298	252.61	240.17
721.80	2.583	1.298	252.61	240.17	765.37	2.583	1.298	252.26	259.17

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.042	1.299	257.17	4.53	52.11	2.041	1.298	256.91	20.65
52.11	2.041	1.298	256.94	20.67	104.21	2.041	1.298	256.65	36.76
104.21	2.041	1.298	256.70	36.82	156.32	2.041	1.298	256.42	52.88
156.32	2.041	1.298	256.47	52.96	208.43	2.041	1.298	256.19	69.00
208.43	2.041	1.298	256.24	69.10	260.53	2.041	1.298	255.95	85.09
260.53	2.041	1.298	256.00	85.25	312.64	2.041	1.299	255.60	101.22
312.64	2.041	1.299	255.77	101.39	364.74	2.041	1.299	255.35	117.36
364.74	2.041	1.299	255.54	117.53	416.85	2.041	1.299	255.10	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
416.85	2.584	1.299	255.12	133.49	460.42	2.583	1.299	254.77	148.34
460.42	2.583	1.299	254.77	148.34	503.98	2.583	1.299	254.41	163.19
503.98	2.583	1.299	254.41	163.19	547.54	2.583	1.299	254.05	178.03
547.54	2.583	1.299	254.05	178.03	591.11	2.583	1.298	253.63	192.81
591.11	2.583	1.298	253.63	192.81	634.67	2.583	1.298	253.28	210.47
634.67	2.583	1.298	253.28	210.47	678.24	2.583	1.298	252.93	225.15
678.24	2.583	1.298	252.93	225.15	721.80	2.583	1.298	252.58	240.01
721.80	2.583	1.298	252.58	240.01	765.37	2.583	1.298	252.23	255.15

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
.00	2.042	1.299	257.17	4.53	52.11	2.042	1.299	256.91	20.65
52.11	2.042	1.299	256.94	20.67	104.21	2.041	1.299	256.65	36.76
104.21	2.041	1.299	256.70	36.82	156.32	2.041	1.298	256.42	52.88
156.32	2.041	1.298	256.47	52.96	208.43	2.041	1.298	256.19	68.95
208.43	2.041	1.298	256.24	68.95	260.53	2.041	1.299	255.95	85.05
260.53	2.041	1.299	256.00	85.05	312.64	2.041	1.299	255.72	101.19
312.64	2.041	1.299	255.77	101.19	364.74	2.041	1.299	255.52	117.32
364.74	2.041	1.299	255.52	117.32	416.85	2.041	1.299	255.27	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)
416.85	2.584	1.299	255.09	133.46	460.42	2.584	1.299	254.73	148.34
460.42	2.584	1.299	254.73	148.34	503.98	2.584	1.299	254.38	163.19
503.98	2.584	1.299	254.38	163.19	547.54	2.584	1.299	254.02	178.03
547.54	2.584	1.299	254.02	178.03					

HPE (m) 133.46 148.31 163.16 178.00 195.64 230.16 265.12 300.17 335.25

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.042 2.042 2.041 2.042 2.042 2.041 2.041 2.041 2.041
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
HP (m) 257.17 256.91 256.65 256.34 256.06 255.80 255.54 255.30 255.06
HPE (m) 4.53 20.65 36.76 52.83 68.93 85.04 101.16 117.29 133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.584 2.584 2.584 2.558 2.378 2.193 2.008 1.823 1.638
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.286 1.195 1.103 1.009 .916 .823
HP (m) 255.06 254.70 254.35 256.77 276.05 295.78 315.53 335.40 355.33
HPE (m) 133.43 148.28 163.12 180.75 215.23 250.17 285.13 320.19 355.33

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.041 2.041 2.041
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
HP (m) 257.17 256.91 256.61 256.32 256.05 255.79 255.52 255.27 255.03
HPE (m) 4.53 20.65 36.72 52.81 68.92 85.03 101.14 117.26 133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.584 2.584 2.558 2.379 2.195 2.010 1.825 1.639 1.454
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.286 1.196 1.103 1.010 .917 .824 .731
HP (m) 255.03 254.67 257.08 276.26 295.97 315.78 335.62 355.47 375.41
HPE (m) 133.40 148.25 165.85 200.24 235.16 270.17 305.21 340.26 375.41

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.041
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
HP (m) 257.17 256.87 256.59 256.32 256.05 255.78 255.52 255.25 255.00
HPE (m) 4.53 20.61 36.70 52.81 68.91 85.02 101.13 117.25 133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.584 2.559 2.380 2.196 2.012 1.827 1.642 1.456 1.270
Q (m3/seg) 1.299 1.286 1.196 1.104 1.011 .918 .825 .732 .638
HP (m) 255.00 257.39 276.47 296.16 315.95 335.78 355.62 375.61 395.53
HPE (m) 133.37 150.96 185.25 220.15 255.14 290.17 325.28 360.41 395.53

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.043 2.043 2.043 2.043 2.042 2.042 2.042 2.042 2.021
Q (m3/seg) 1.300 1.300 1.300 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.285
HP (m) 257.17 256.85 256.58 256.31 256.04 255.78 255.51 255.25 257.53
HPE (m) 4.53 20.59 36.69 52.80 68.91 85.02 101.13 117.24 135.90

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.557 2.381 2.197 2.013 1.828 1.643 1.458 1.273 1.087
Q (m3/seg) 1.285 1.197 1.105 1.012 .919 .826 .733 .640 .546
HP (m) 257.53 276.68 296.36 316.13 335.94 355.83 375.75 395.72 415.79
HPE (m) 135.90 170.25 205.13 240.11 275.13 310.22 345.34 380.52 415.79

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.044 2.043 2.043 2.043 2.043 2.042 2.042 2.023 1.872
Q (m3/seg) 1.300 1.300 1.300 1.300 1.299 1.299 1.299 1.287 1.191
HP (m) 257.17 256.87 256.57 256.31 256.04 255.77 255.51 257.58 275.46
HPE (m) 4.53 20.61 36.69 52.79 68.90 85.01 101.12 119.58 153.83

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.369 2.197 2.015 1.830 1.645 1.460 1.275 1.088 .903
Q (m3/seg) 1.191 1.104 1.013 .920 .827 .734 .641 .547 .454
HP (m) 275.46 296.38 316.30 336.11 355.98 375.89 395.85 415.91 435.94
HPE (m) 153.83 189.95 225.08 260.09 295.17 330.28 365.45 400.70 435.94

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.044 2.044 2.043 2.043 2.043 2.043 2.025 1.884 1.718
Q (m3/seg) 1.300 1.300 1.300 1.300 1.300 1.299 1.288 1.199 1.093
HP (m) 257.17 256.89 256.60 256.30 256.03 255.77 257.66 274.28 294.00
HPE (m) 4.53 20.63 36.71 52.79 68.90 85.01 103.28 136.27 172.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.175 2.003 1.830 1.647 1.462 1.277 1.090 .905 .719
Q (m3/seg) 1.093 1.007 .920 .828 .735 .642 .548 .455 .361
HP (m) 294.00 315.05 336.10 356.13 376.03 395.98 416.03 436.06 456.09
HPE (m) 172.37 208.62 244.88 280.11 315.21 350.37 385.62 420.86 456.09

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.044 2.044 2.044 2.043 2.043 2.026 1.896 1.732 1.565
Q (m3/seg) 1.301 1.300 1.300 1.300 1.300 1.289 1.206 1.102 .995
HP (m) 257.17 256.90 256.62 256.32 256.03 257.75 273.20 292.66 312.60
HPE (m) 4.53 20.63 36.73 52.81 68.89 86.99 118.82 154.66 190.97

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 1.980 1.808 1.636 1.462 1.278 1.092 .907 .721 .535
Q (m3/seg) .995 .909 .822 .735 .643 .549 .456 .362 .269
HP (m) 312.60 333.69 354.85 376.00 396.11 416.15 436.18 456.21 476.27
HPE (m) 190.97 227.27 263.63 299.98 335.30 370.54 405.77 441.00 476.27

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.028	1.907	1.746	1.579	1.411
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.290	1.213	1.111	1.004	.898
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.34	257.88	272.21	291.35	311.24	331.21
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	52.83	70.74	101.45	136.97	173.23	209.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.786	1.613	1.440	1.267	1.093	.909	.723	.537	.352
Q (m3/seg)	.898	.811	.724	.637	.549	.457	.363	.270	.177
HP (m)	331.21	352.38	373.57	394.82	416.11	436.29	456.32	476.38	496.44
HPE (m)	209.58	245.95	282.35	318.80	355.29	390.68	425.91	461.18	496.44

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.045	2.030	1.917	1.759	1.592	1.425	1.257
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.292	1.220	1.119	1.013	.906	.800
HP (m)	257.17	256.90	256.63	258.03	271.36	290.09	309.88	329.84	349.87
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	54.52	84.23	119.33	155.50	191.84	228.24

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.591	1.418	1.245	1.071	.898	.724	.539	.354	.168
Q (m3/seg)	.800	.713	.626	.538	.451	.364	.271	.178	.084
HP (m)	349.87	371.07	392.32	413.67	434.99	456.27	476.49	496.55	516.63
HPE (m)	228.24	264.65	301.10	337.65	374.17	410.66	446.09	481.35	516.63

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.032	1.927	1.772	1.607	1.439	1.271	1.103
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.293	1.226	1.128	1.022	.915	.808	.701
HP (m)	257.17	256.90	258.18	270.57	288.87	308.58	328.49	348.49	368.55
HPE (m)	4.53	20.63	38.29	67.05	101.74	137.82	174.11	210.48	246.92

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.396	1.223	1.049	.876	.702	.528	.354	.170	.000
Q (m3/seg)	.701	.615	.527	.440	.353	.266	.178	.085	.000
HP (m)	368.55	389.81	411.16	432.49	453.82	475.19	496.50	516.74	535.07
HPE (m)	246.92	283.38	319.94	356.47	393.01	429.57	466.09	501.54	535.07

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.046	2.034	1.936	1.785	1.620	1.453	1.285	1.117	.948
Q (m3/seg)	1.301	1.294	1.231	1.136	1.031	.924	.818	.711	.603
HP (m)	257.17	258.32	269.83	287.67	307.26	327.16	347.15	367.18	387.27
HPE (m)	4.53	22.06	49.95	84.15	120.12	156.41	192.77	229.17	265.64

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.200	1.027	.853	.680	.506	.333	.159	.000	.000
Q (m3/seg)	.603	.516	.429	.342	.255	.167	.080	.000	.000
HP (m)	387.27	408.62	429.96	451.31	472.68	494.05	515.44	535.02	535.24

HPE (m)	265.64	302.20	338.74	375.29	411.87	448.44	485.03	519.82	535.24
---------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.024	1.944	1.798	1.634	1.467	1.299	1.131	.963	.793
Q (m3/seg)	1.288	1.237	1.144	1.040	.933	.827	.720	.613	.505
HP (m)	257.18	269.17	286.49	305.94	325.81	345.80	365.83	385.91	406.08
HPE (m)	4.54	32.91	66.61	102.43	138.68	175.04	211.45	247.90	284.45

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.004	.831	.658	.484	.311	.137	-.021	-.011	.000
Q (m3/seg)	.505	.418	.331	.243	.156	.069	-.011	-.006	.000
HP (m)	406.08	427.41	448.77	470.15	491.54	512.94	532.59	533.99	535.07
HPE (m)	284.45	320.98	357.54	394.13	430.72	467.33	502.19	518.79	535.07

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.858	1.800	1.648	1.481	1.314	1.146	.977	.808	.639
Q (m3/seg)	1.182	1.145	1.048	.942	.836	.729	.622	.514	.406
HP (m)	257.23	284.16	304.63	324.46	344.43	364.45	384.53	404.71	424.88
HPE (m)	4.59	47.89	84.74	120.95	157.29	193.69	230.15	266.71	303.25

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.809	.635	.462	.288	.115	-.043	-.034	-.022	.000
Q (m3/seg)	.406	.319	.232	.145	.058	-.022	-.017	-.011	.000
HP (m)	424.88	446.22	467.60	489.00	510.41	530.09	531.55	532.69	532.75
HPE (m)	303.25	339.79	376.38	412.98	449.60	484.48	501.14	517.48	532.75

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.598	1.574	1.486	1.328	1.160	.991	.822	.653	.484
Q (m3/seg)	1.017	1.001	.945	.845	.738	.631	.523	.416	.308
HP (m)	257.29	292.77	322.00	343.06	363.07	383.15	403.32	423.49	443.68
HPE (m)	4.65	56.50	102.11	139.55	175.94	212.39	248.94	285.49	322.05

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.613	.440	.266	.092	-.066	-.057	-.044	-.022	.000
Q (m3/seg)	.308	.221	.134	.046	-.033	-.028	-.022	-.011	.000
HP (m)	443.68	465.07	486.45	507.87	527.56	529.07	530.23	530.31	530.31
HPE (m)	322.05	358.64	395.23	431.85	466.75	483.46	499.82	515.10	530.31

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.304	1.296	1.260	1.165	1.006	.837	.668	.499	.330
Q (m3/seg)	.830	.824	.802	.741	.640	.532	.425	.317	.210
HP (m)	257.36	296.06	331.85	360.67	381.76	401.92	422.09	442.28	462.51
HPE (m)	4.72	59.79	111.96	157.16	194.62	231.16	267.71	304.28	340.88

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.417	.244	.070	-.088	-.080	-.067	-.045	-.023	.000
Q (m3/seg)	.210	-.122	.035	-.044	-.040	-.034	-.023	-.011	.000
HP (m)	462.51	483.92	505.34	525.03	526.58	527.74	527.84	527.85	527.86
HPE (m)	340.88	377.49	414.12	449.01	465.76	482.13	497.43	512.65	527.86

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.000	.997	.985	.944	.843	.682	.513	.344	.175
Q (m3/seg)	.636	.634	.627	.600	.536	.434	.326	.219	.111
HP (m)	257.41	297.11	335.83	371.21	399.57	420.69	440.88	461.10	481.35
HPE (m)	4.77	60.85	115.94	167.69	212.44	249.93	286.50	323.10	359.72

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.221	.047	-.110	-.102	-.090	-.068	-.045	-.023	.000
Q (m3/seg)	.111	.024	-.056	-.051	-.045	-.034	-.023	-.011	.000
HP (m)	481.35	502.79	522.50	524.10	525.25	525.34	525.37	525.39	525.40
HPE (m)	359.72	396.36	431.28	448.08	464.44	479.73	494.96	510.19	525.40

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.694	.692	.688	.672	.626	.520	.358	.189	.019
Q (m3/seg)	.442	.441	.438	.428	.398	.331	.228	.120	.012
HP (m)	257.45	297.48	337.22	375.81	410.75	438.60	459.70	479.94	500.21
HPE (m)	4.81	61.21	117.33	172.30	223.62	267.84	305.31	341.93	378.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.025	-.133	-.125	-.113	-.091	-.068	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	.012	-.067	-.063	-.057	-.046	-.034	-.023	-.011	.000
HP (m)	500.21	519.94	521.60	522.77	522.87	522.88	522.90	522.92	522.92
HPE (m)	378.58	413.52	430.37	446.75	462.05	477.27	492.49	507.71	522.92

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.387	.386	.383	.376	.358	.307	.197	.034	-.123
Q (m3/seg)	.246	.245	.243	.239	.228	.195	.125	.022	-.078
HP (m)	257.48	297.66	337.80	377.55	415.90	450.34	477.72	498.80	517.48
HPE (m)	4.84	61.40	117.91	174.04	228.76	279.58	323.34	360.79	395.85

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.155	-.148	-.136	-.114	-.091	-.068	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.078	-.075	-.068	-.057	-.046	-.034	-.023	-.012	.000
HP (m)	517.48	519.07	520.26	520.37	520.41	520.43	520.43	520.43	520.44
HPE (m)	395.85	412.64	429.03	444.35	459.59	474.82	490.02	505.23	520.44

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.078	.077	.075	.072	.064	.043	-.013	-.115	-.125
Q (m3/seg)	.050	.049	.048	.046	.041	.027	-.008	-.073	-.080
HP (m)	257.49	297.83	338.12	378.26	417.95	456.05	489.99	515.45	517.96
HPE (m)	4.85	61.57	118.23	174.75	230.81	285.29	335.61	377.44	396.33

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.159	-.158	-.137	-.114	-.091	-.068	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.080	-.069	-.057	-.046	-.034	-.023	-.012	.000
HP (m)	517.96	517.83	517.85	517.89	517.93	517.95	517.96	517.95	517.94
HPE (m)	396.33	411.41	426.62	441.87	457.11	472.34	487.55	502.74	517.94

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.231	-.232	-.233	-.236	-.240	-.249	-.262	-.180	-.129
Q (m3/seg)	-.147	-.147	-.148	-.150	-.153	-.158	-.167	-.114	-.082
HP (m)	257.49	297.97	338.35	378.67	418.82	458.43	494.89	511.10	517.24
HPE (m)	4.85	61.70	118.46	175.16	231.69	287.68	340.51	373.09	395.61

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.164	-.147	-.136	-.115	-.092	-.069	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.082	-.074	-.069	-.058	-.046	-.035	-.023	-.011	.000
HP (m)	517.24	516.74	515.48	515.40	515.44	515.46	515.47	515.47	515.46
HPE (m)	395.61	410.32	424.25	439.39	454.62	469.85	485.06	500.26	515.46

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.542	-.542	-.542	-.544	-.547	-.542	-.420	-.280	-.164
Q (m3/seg)	-.345	-.345	-.345	-.346	-.348	-.345	-.267	-.178	-.104
HP (m)	257.48	298.03	338.54	378.97	419.32	458.21	481.71	499.09	510.16
HPE (m)	4.84	61.76	118.66	175.46	232.19	287.45	327.33	361.08	388.53

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.208	-.142	-.125	-.114	-.092	-.069	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.104	-.071	-.063	-.057	-.046	-.035	-.023	-.011	.000
HP (m)	510.16	514.88	514.30	513.02	512.94	512.96	512.97	512.98	512.99
HPE (m)	388.53	408.45	423.08	437.00	452.12	467.35	482.56	497.78	512.99

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.853	-.852	-.853	-.854	-.846	-.727	-.568	-.400	-.244
Q (m3/seg)	-.542	-.542	-.542	-.543	-.539	-.462	-.361	-.254	-.155
HP (m)	257.43	298.08	338.67	379.23	418.52	444.02	464.33	481.98	496.71
HPE (m)	4.79	61.82	118.78	175.72	231.39	273.26	309.95	343.97	375.08

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.309	-.185	-.119	-.102	-.091	-.069	-.046	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.155	-.093	-.060	-.051	-.046	-.035	-.023	-.012	.000
HP (m)	496.71	507.73	512.42	511.83	510.54	510.44	510.47	510.50	510.51

HPE (m) 375.08 401.31 421.20 435.81 449.72 464.83 480.06 495.29 510.51

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) -1.163 -1.163 -1.163 -1.155 -1.042 -.884 -.708 -.529 -.354
Q (m3/seg) -.740 -.740 -.740 -.735 -.663 -.562 -.451 -.337 -.225
HP (m) 257.46 298.10 338.79 378.34 405.10 426.15 444.94 462.64 479.08
HPE (m) 4.82 61.84 118.90 174.83 217.96 255.39 290.56 324.63 357.45

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.448 -.286 -.162 -.097 -.079 -.068 -.046 -.023 -.000
Q (m3/seg) -.225 -.144 -.082 -.049 -.040 -.034 -.023 -.012 -.000
HP (m) 479.08 494.29 505.28 509.94 509.33 508.05 507.97 507.99 508.00
HPE (m) 357.45 387.86 414.05 433.92 448.52 462.44 477.56 492.79 508.00

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) -1.475 -1.474 -1.466 -1.360 -1.203 -1.028 -.846 -.662 -.478
Q (m3/seg) -.938 -.938 -.933 -.865 -.766 -.654 -.538 -.421 -.304
HP (m) 257.32 298.18 337.87 365.74 387.40 406.58 424.75 442.36 459.46
HPE (m) 4.68 61.91 117.99 162.23 200.26 235.82 270.36 304.36 337.83

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.606 -.425 -.263 -.139 -.074 -.056 -.045 -.023 -.000
Q (m3/seg) -.304 -.214 -.132 -.070 -.037 -.028 -.023 -.012 -.000
HP (m) 459.46 476.67 491.84 502.80 507.45 506.86 505.58 505.48 505.48
HPE (m) 337.83 370.24 400.62 426.78 446.64 461.25 475.17 490.27 505.48

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) -1.786 -1.778 -1.678 -1.525 -1.350 -1.167 -.981 -.795 -.609
Q (m3/seg) -1.136 -1.131 -1.068 -.970 -.859 -.743 -.624 -.505 -.387
HP (m) 257.41 297.20 326.13 348.33 367.84 386.26 404.15 421.71 439.04
HPE (m) 4.77 60.93 106.24 144.81 180.71 215.50 249.76 283.71 317.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.770 -.582 -.402 -.240 -.116 -.051 -.034 -.022 -.000
Q (m3/seg) -.387 -.293 -.202 -.120 -.058 -.026 -.017 -.011 -.000
HP (m) 439.04 457.04 474.22 489.38 500.34 504.98 504.36 503.06 502.95
HPE (m) 317.41 350.62 383.00 413.37 439.52 459.37 473.95 487.86 502.95

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) -2.085 -1.997 -1.848 -1.673 -1.491 -1.304 -1.116 -.928 -.741
Q (m3/seg) -1.326 -1.270 -1.176 -1.065 -.948 -.830 -.710 -.590 -.471
HP (m) 257.16 286.28 309.02 328.90 347.47 365.55 383.31 400.90 418.33
HPE (m) 4.52 50.02 89.13 125.39 160.34 194.79 228.93 262.90 296.70

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -.937 -.747 -.559 -.378 -.217 -.093 -.028 -.010 -.000
Q (m3/seg) -.471 -.375 -.281 -.190 -.109 -.047 -.014 -.005 -.000
HP (m) 418.33 436.63 454.62 471.80 486.94 497.85 502.46 501.83 500.65
HPE (m) 296.70 330.20 363.40 395.78 426.12 452.24 472.05 486.63 500.65

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) -2.224 -2.165 -1.998 -1.815 -1.628 -1.440 -1.250 -1.062 -.873
Q (m3/seg) -1.415 -1.377 -1.271 -1.155 -1.036 -.916 -.796 -.675 -.556
HP (m) 257.36 270.25 289.78 308.49 326.75 344.62 362.37 379.98 397.50
HPE (m) 4.72 33.99 69.89 104.98 139.62 173.86 207.98 241.98 275.87

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -1.105 -.914 -.723 -.535 -.355 -.193 -.070 -.006 -.000
Q (m3/seg) -.556 -.459 -.363 -.269 -.178 -.097 -.035 -.003 -.000
HP (m) 397.50 415.94 434.23 452.21 469.35 484.46 495.34 500.04 500.71
HPE (m) 275.87 309.51 343.01 376.19 408.54 438.85 464.94 484.84 500.71

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) -2.269 -2.237 -2.135 -1.953 -1.764 -1.574 -1.385 -1.196 -1.007
Q (m3/seg) -1.443 -1.423 -1.358 -1.242 -1.122 -1.002 -.881 -.761 -.641
HP (m) 257.10 260.80 270.02 287.80 305.74 323.63 341.34 359.01 376.58
HPE (m) 4.46 24.53 50.13 84.28 118.60 152.88 186.96 221.00 254.95

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -1.274 -1.082 -.890 -.699 -.512 -.331 -.171 -.059 -.000
Q (m3/seg) -.641 -.544 -.447 -.352 -.257 -.166 -.086 -.030 -.000
HP (m) 376.58 395.13 413.55 431.81 449.76 466.88 482.07 494.23 499.44
HPE (m) 254.95 288.70 322.33 355.79 388.94 421.27 451.66 479.02 499.44

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) -2.263 -2.252 -2.199 -2.085 -1.899 -1.710 -1.519 -1.330 -1.141
Q (m3/seg) -1.440 -1.433 -1.399 -1.326 -1.208 -1.088 -.967 -.846 -.726
HP (m) 257.36 255.95 258.23 267.33 284.75 302.52 320.32 337.99 355.63
HPE (m) 4.72 19.69 38.34 63.82 97.61 131.76 165.94 199.98 234.00

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) -1.444 -1.251 -1.058 -.866 -.676 -.489 -.320 -.165 -.000
Q (m3/seg) -.726 -.629 -.532 -.435 -.340 -.246 -.161 -.083 -.000
HP (m) 355.63 374.23 392.74 411.12 429.36 447.40 465.79 481.50 487.78
HPE (m) 234.00 267.80 301.51 335.11 368.55 401.79 435.39 466.29 487.78

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.242	-2.234	-2.212	-2.151	-2.030	-1.844	-1.654	-1.464	-1.275
Q (m3/seg)	-1.426	-1.421	-1.407	-1.369	-1.291	-1.173	-1.052	-.931	-.811
HP (m)	257.11	254.10	252.12	254.55	264.12	281.48	299.21	316.98	334.61
HPE (m)	4.47	17.83	32.23	51.03	76.99	110.72	144.83	178.97	212.98

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.614	-1.420	-1.226	-1.034	-.843	-.664	-.483	-.261	.000
Q (m3/seg)	-.811	-.714	-.616	-.520	-.424	-.334	-.243	-.131	.000
HP (m)	334.61	353.27	371.84	390.31	408.79	428.30	446.85	459.39	463.62
HPE (m)	212.98	246.84	280.61	314.30	347.98	382.69	416.44	444.19	463.62

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	!!	9.147	4.456
2	52.11	8.009	!!	9.716	17.835
3	104.21	7.724	!!	9.716	32.228
4	156.32	7.440	!!	9.716	51.034
5	208.43	7.155	!!	3.171	68.895
6	260.53	6.871	!!	2.886	85.010
7	312.64	6.871	!!	2.602	101.124
8	364.74	6.586	!!	2.317	117.240
9	416.85	6.586	!!	2.033	133.371

NUMERO DE TUBERIA = 2

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	!!	2.033	133.371
2	43.56	6.017	!!	1.748	148.248
3	87.13	5.732	!!	1.464	163.125
4	130.69	5.448	!!	.610	177.994
5	174.26	5.163	!!	.894	192.811
6	217.82	4.878	!!	.610	207.698
7	261.39	4.594	!!	.325	222.586
8	304.95	4.309	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNT1.FOR
TUBERIA DE N TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	5.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
NUMERO DE TUBERIAS	=	2

TUBERIA	=	1
LONGITUD	=	416.850 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.	=	252.640 m

TUBERIA	=	2
LONGITUD	=	348.520 m
DIAMETRO	=	.800 m
COEFICIENTE DE FRICCION	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1069.020 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.	=	121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
Variación lineal de la velocidad de cierre

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)	
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)	
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21

HPE (m) 4.53 20.65 36.79 52.93 69.08 85.22 101.36 117.51 133.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.583 2.583 2.583 2.583 2.583 2.583 2.583 2.562 2.562
Q (m3/seg) 1.299 1.298 1.298 1.298 1.298 1.298 1.298 1.298 1.288
HP (m) 255.21 254.79 254.44 254.08 253.73 253.38 253.03 252.68 254.61
HPE (m) 133.58 148.36 163.21 178.07 192.92 207.77 222.62 237.47 254.61

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041
Q (m3/seg) 1.298 1.298 1.298 1.298 1.298 1.298 1.298 1.299 1.299
HP (m) 257.17 256.91 256.65 256.42 256.19 255.95 255.72 255.43 255.18
HPE (m) 4.53 20.65 36.77 52.91 69.05 85.19 101.34 117.42 133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.583 2.583 2.583 2.583 2.583 2.583 2.583 2.562 2.415
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.298 1.298 1.298 1.298 1.298 1.288 1.214
HP (m) 255.18 254.83 254.40 254.05 253.70 253.35 252.99 254.92 270.60
HPE (m) 133.55 148.40 163.18 178.03 192.88 207.73 222.59 239.71 270.60

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041
Q (m3/seg) 1.299 1.298 1.298 1.298 1.298 1.298 1.298 1.299 1.299
HP (m) 257.17 256.91 256.65 256.39 256.16 255.93 255.64 255.39 255.15
HPE (m) 4.53 20.65 36.76 52.88 69.03 85.17 101.26 117.39 133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.584 2.583 2.583 2.583 2.583 2.583 2.562 2.416 2.268
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.298 1.298 1.298 1.288 1.214 1.140
HP (m) 255.15 254.80 254.44 254.01 253.66 253.31 252.92 270.82 286.59
HPE (m) 133.52 148.37 163.22 177.99 192.85 207.70 224.81 255.61 286.59

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.042 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.298 1.298 1.298 1.298 1.298 1.299 1.299
HP (m) 257.17 256.91 256.65 256.39 256.13 255.85 255.60 255.36 255.12
HPE (m) 4.53 20.65 36.76 52.88 69.00 85.09 101.22 117.36 133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.584 2.584 2.583 2.583 2.583 2.562 2.416 2.269 2.121
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.298 1.288 1.215 1.140 1.066
HP (m) 255.12 254.77 254.41 254.05 253.63 255.52 271.04 286.79 302.61
HPE (m) 133.49 148.34 163.19 178.03 192.81 209.91 240.63 271.59 302.61

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.042 2.042 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041 2.041
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.298 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
HP (m) 257.17 256.91 256.65 256.39 256.08 255.81 255.57 255.33 255.09
HPE (m) 4.53 20.65 36.76 52.88 68.95 85.05 101.19 117.32 133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.584 2.584 2.584 2.583 2.563 2.417 2.270 2.122 1.974
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.288 1.215 1.141 1.067 .992
HP (m) 255.09 254.73 254.38 254.02 255.90 271.26 287.00 302.80 318.64
HPE (m) 133.46 148.31 163.16 178.00 195.08 225.65 256.59 287.60 318.64

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.042 2.042 2.041 2.042 2.042 2.041 2.041 2.041 2.041
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
HP (m) 257.17 256.91 256.65 256.34 256.06 255.80 255.54 255.30 255.06
HPE (m) 4.53 20.65 36.76 52.83 68.93 85.04 101.16 117.29 133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.584 2.584 2.584 2.563 2.419 2.271 2.123 1.975 1.827
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.288 1.216 1.142 1.067 .993 .918
HP (m) 255.06 254.70 254.35 256.21 271.56 287.28 302.99 318.82 334.70
HPE (m) 133.43 148.28 163.12 180.19 210.75 241.66 272.58 303.61 334.70

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.041 2.041 2.041
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
HP (m) 257.17 256.91 256.61 256.32 256.05 255.79 255.52 255.27 255.03
HPE (m) 4.53 20.65 36.72 52.81 68.92 85.03 101.14 117.26 133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.584 2.584 2.563 2.420 2.273 2.125 1.977 1.828 1.680
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.288 1.216 1.142 1.068 .994 .919 .844
HP (m) 255.03 254.67 256.52 271.79 287.49 303.26 319.07 334.86 350.76
HPE (m) 133.40 148.25 165.30 195.77 226.68 257.65 288.66 319.66 350.76

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
V (m/seg) 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.042 2.041
Q (m3/seg) 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299 1.299
HP (m) 257.17 256.87 256.59 256.32 256.05 255.78 255.52 255.25 255.00
HPE (m) 4.53 20.61 36.70 52.81 68.91 85.02 101.13 117.25 133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) 416.85 460.42 503.98 547.54 591.11 634.67 678.24 721.80 765.37
V (m/seg) 2.584 2.564 2.421 2.274 2.126 1.978 1.830 1.682 1.533

Q (m3/seg)	1.299	1.289	1.217	1.143	1.069	.994	.920	.845	.770
HP (m)	255.00	256.84	272.03	287.71	303.46	319.26	335.11	350.99	366.85
HPE (m)	133.37	150.41	180.80	211.69	242.65	273.64	304.70	335.78	366.85

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	2.025
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.288
HP (m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	257.02
HPE (m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	135.39

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.563	2.422	2.275	2.127	1.980	1.832	1.683	1.535	1.386
Q (m3/seg)	1.288	1.217	1.143	1.069	.995	.921	.846	.772	.697
HP (m)	257.02	272.26	287.92	303.67	319.45	335.29	351.15	367.07	383.08
HPE (m)	135.39	165.83	196.70	227.65	258.63	289.67	320.75	351.87	383.08

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.026	1.906
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.289	1.213
HP (m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	257.12	271.36
HPE (m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	119.11	149.73

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.412	2.275	2.129	1.981	1.833	1.685	1.537	1.387	1.239
Q (m3/seg)	1.213	1.143	1.070	.996	.921	.847	.772	.697	.623
HP (m)	271.36	288.01	303.87	319.64	335.46	351.32	367.23	383.23	399.21
HPE (m)	149.73	181.58	212.65	243.62	274.65	305.71	336.82	368.03	399.21

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.028	1.916	1.783
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.290	1.219	1.134
HP (m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	257.23	270.46	286.18
HPE (m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	102.85	132.46	164.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.257	2.119	1.981	1.835	1.687	1.538	1.389	1.241	1.092
Q (m3/seg)	1.134	1.065	.996	.922	.848	.773	.698	.624	.549
HP (m)	286.18	302.93	319.69	335.64	351.49	367.39	383.38	399.35	415.34
HPE (m)	164.55	196.51	228.47	259.62	290.67	321.78	352.97	384.15	415.34

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	2.030	1.925	1.794	1.660
Q (m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.291	1.225	1.142	1.056
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	257.35	269.65	285.16	301.05

HPE (m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	86.59	115.27	147.16	179.42
---------	------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------	--------

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	2.101	1.964	1.826	1.687	1.540	1.391	1.242	1.094	.945
Q (m3/seg)	1.056	.987	.918	.848	.774	.699	.624	.550	.475
HP (m)	301.05	317.84	334.68	351.52	367.55	383.53	399.50	415.47	431.49
HPE (m)	179.42	211.41	243.46	275.51	306.73	337.92	369.09	400.27	431.49

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.031	1.934	1.805	1.672	1.537
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.292	1.230	1.148	1.063	.978
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.34	257.51	268.92	284.17	300.01	315.93
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	52.83	70.38	98.16	129.78	162.00	194.30

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.946	1.808	1.670	1.531	1.391	1.244	1.095	.947	.798
Q (m3/seg)	.978	.909	.839	.770	.699	.625	.551	.476	.401
HP (m)	315.93	332.78	349.65	366.57	383.55	399.64	415.61	431.62	447.63
HPE (m)	194.30	226.35	258.43	290.55	322.73	354.03	385.20	416.41	447.63

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.045	2.033	1.943	1.816	1.683	1.549	1.414
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.293	1.236	1.155	1.071	.985	.900
HP (m)	257.17	256.90	256.63	257.70	268.30	283.21	298.98	314.88	330.85
HPE (m)	4.53	20.63	36.74	54.19	81.16	112.45	144.59	176.88	209.22

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.790	1.652	1.514	1.374	1.235	1.096	.949	.800	.651
Q (m3/seg)	.900	.830	.761	.691	.621	.551	.477	.402	.327
HP (m)	330.85	347.72	364.64	381.66	398.65	415.61	431.75	447.76	463.80
HPE (m)	209.22	241.30	273.42	305.64	337.83	370.00	401.34	432.56	463.80

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.035	1.950	1.827	1.694	1.560	1.426	1.291
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.294	1.241	1.162	1.078	.993	.907	.821
HP (m)	257.17	256.90	257.87	267.72	282.30	297.99	313.86	329.79	345.77
HPE (m)	4.53	20.63	37.98	64.21	95.16	127.24	159.47	191.78	224.14

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.634	1.496	1.357	1.218	1.079	.940	.800	.653	.504
Q (m3/seg)	.821	.752	.682	.612	.542	.473	.402	.328	.253
HP (m)	345.77	362.70	379.72	396.71	413.71	430.75	447.76	463.92	479.96
HPE (m)	224.14	256.27	288.49	320.69	352.90	385.14	417.35	448.72	479.96

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.046	2.036	1.958	1.837	1.706	1.572	1.437	1.303	1.168
Q (m3/seg)	1.301	1.295	1.245	1.169	1.085	1.000	.914	.829	.743
HP (m)	257.17	258.04	267.19	281.39	297.00	312.85	328.77	344.72	360.73
HPE (m)	4.53	21.78	47.30	77.88	109.86	142.09	174.39	206.72	239.10

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.478	1.339	1.201	1.062	.923	.784	.644	.505	.357
Q (m3/seg)	.743	.673	.604	.534	.464	.394	.324	.254	.179
HP (m)	360.73	377.75	394.75	411.76	428.80	445.85	462.92	479.95	496.14
HPE (m)	239.10	271.32	303.52	335.74	367.99	400.24	432.51	464.75	496.14

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.029	1.964	1.847	1.717	1.583	1.449	1.315	1.180	1.044
Q (m3/seg)	1.290	1.250	1.175	1.092	1.007	.922	.836	.751	.664
HP (m)	257.18	266.71	280.51	296.00	311.83	327.74	343.70	359.70	375.78
HPE (m)	4.54	30.45	60.62	92.48	124.69	156.99	189.32	221.69	254.15

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.322	1.183	1.044	.905	.766	.627	.488	.348	.210
Q (m3/seg)	.664	.595	.525	.455	.385	.315	.245	.175	.105
HP (m)	375.78	392.77	409.78	426.83	443.89	460.97	478.05	495.14	512.05
HPE (m)	254.15	286.34	318.56	350.81	383.07	415.36	447.64	479.93	512.05

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.895	1.849	1.728	1.594	1.460	1.326	1.191	1.056	.921
Q (m3/seg)	1.206	1.176	1.099	1.014	.929	.844	.758	.672	.586
HP (m)	257.22	278.69	295.00	310.80	326.70	342.65	358.65	374.74	390.81
HPE (m)	4.58	42.43	75.11	107.29	139.57	171.89	204.27	236.73	269.18

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.166	1.027	.888	.749	.610	.471	.331	.193	.063
Q (m3/seg)	.586	.516	.446	.376	.307	.237	.166	.097	.032
HP (m)	390.81	407.80	424.84	441.91	458.99	476.08	493.18	510.15	526.25
HPE (m)	269.18	301.38	333.62	365.89	398.18	430.47	462.78	494.94	526.25

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.688	1.668	1.598	1.472	1.338	1.203	1.068	.933	.797
Q (m3/seg)	1.074	1.061	1.017	.936	.851	.765	.679	.593	.507
HP (m)	257.27	285.57	308.88	325.66	341.60	357.59	373.67	389.75	405.84
HPE (m)	4.63	49.31	88.99	122.15	154.46	186.83	219.28	251.74	284.21

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	1.009	.870	.731	.592	.453	.314	.176	.046	.000

Q (m3/seg)	.507	.438	.368	.298	.228	.158	.088	.023	.000
HP (m)	405.84	422.88	439.92	457.00	474.10	491.21	508.19	524.31	531.19
HPE (m)	284.21	316.45	348.70	380.98	413.28	445.60	477.78	509.10	531.19

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.453	1.446	1.418	1.342	1.215	1.079	.944	.809	.674
Q (m3/seg)	.924	.920	.902	.854	.773	.687	.601	.515	.429
HP (m)	257.33	288.19	316.75	339.72	356.53	372.59	388.67	404.76	420.88
HPE (m)	4.69	51.93	96.86	136.21	169.39	201.83	234.29	266.76	299.25

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.853	.714	.575	.436	.296	.158	.028	-.017	.000
Q (m3/seg)	.429	.359	.289	.219	.149	.080	.014	-.009	.000
HP (m)	420.88	437.95	455.03	472.11	489.22	506.20	522.34	529.25	529.28
HPE (m)	299.25	331.52	363.81	396.09	428.40	460.59	491.93	514.05	529.28

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.211	1.208	1.198	1.165	1.085	.956	.821	.686	.550
Q (m3/seg)	.770	.769	.762	.741	.690	.608	.522	.436	.350
HP (m)	257.38	289.04	319.92	348.13	370.76	387.59	403.68	419.80	435.94
HPE (m)	4.74	52.77	100.03	144.62	183.63	216.83	249.30	281.79	314.31

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.696	.557	.418	.279	.141	.011	-.035	-.018	.000
Q (m3/seg)	.350	.280	.210	.140	.071	.005	-.018	-.009	.000
HP (m)	435.94	453.03	470.13	487.24	504.22	520.35	527.30	527.35	527.35
HPE (m)	314.31	346.61	378.91	411.23	443.40	474.74	496.89	512.14	527.35

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.966	.965	.961	.948	.911	.827	.697	.562	.426
Q (m3/seg)	.615	.614	.611	.603	.580	.526	.444	.358	.271
HP (m)	257.42	289.33	321.02	351.81	379.69	401.89	418.71	434.85	451.01
HPE (m)	4.78	53.07	101.13	148.30	192.55	231.14	264.33	296.84	329.38

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	.540	.401	.262	.124	-.007	-.053	-.036	-.018	.000
Q (m3/seg)	.271	.201	.131	.062	-.003	-.027	-.018	-.009	.000
HP (m)	451.01	468.12	485.25	502.25	518.39	525.34	525.40	525.41	525.42
HPE (m)	329.38	361.70	394.03	426.23	457.57	479.73	494.99	510.21	525.42

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.721	.720	.717	.712	.697	.656	.568	.438	.303
Q (m3/seg)	.458	.458	.456	.453	.444	.418	.362	.279	.192
HP (m)	257.45	289.49	321.49	353.20	383.79	411.27	433.11	449.92	466.09

HPE	(m)	4.81	53.22	101.60	149.69	196.66	240.51	278.73	311.91	344.46
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	.383	.244	.106	-.024	-.070	-.053	-.036	-.018	.000
Q	(m3/seg)	.192	.123	.053	-.012	-.035	-.027	-.018	-.009	.000
HP	(m)	466.09	483.23	500.24	516.40	523.40	523.48	523.47	523.47	523.48
HPE	(m)	344.46	376.80	409.02	440.38	462.58	477.86	493.07	508.27	523.48

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	.475	.474	.472	.469	.463	.446	.401	.309	.179
Q	(m3/seg)	.302	.301	.300	.298	.294	.284	.255	.197	.114
HP	(m)	257.47	289.64	321.75	353.77	385.42	415.82	442.91	464.40	481.20
HPE	(m)	4.83	53.37	101.87	150.25	198.29	245.06	288.52	326.39	359.57

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	.226	.088	-.042	-.088	-.071	-.053	-.036	-.018	.000
Q	(m3/seg)	.114	.044	-.021	-.044	-.036	-.027	-.018	-.009	.000
HP	(m)	481.20	498.21	514.38	521.42	521.53	521.54	521.55	521.54	521.53
HPE	(m)	359.57	391.79	423.16	445.40	460.71	475.93	491.14	506.33	521.53

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	.228	.227	.226	.224	.220	.213	.193	.145	.051
Q	(m3/seg)	.145	.145	.144	.142	.140	.135	.123	.092	.033
HP	(m)	257.49	289.76	321.95	354.09	386.12	417.72	447.90	474.59	495.60
HPE	(m)	4.85	53.49	102.06	150.58	198.98	246.96	293.52	336.59	373.97

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	.065	-.060	-.106	-.089	-.071	-.054	-.036	-.018	.000
Q	(m3/seg)	.033	-.030	-.054	-.045	-.036	-.027	-.018	-.009	.000
HP	(m)	495.60	512.36	519.42	519.55	519.58	519.60	519.61	519.60	519.60
HPE	(m)	373.97	405.93	428.19	443.53	458.77	473.99	489.20	504.40	519.60

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-.020	-.020	-.021	-.022	-.025	-.029	-.038	-.059	-.101
Q	(m3/seg)	-.012	-.013	-.013	-.014	-.016	-.019	-.024	-.037	-.064
HP	(m)	257.49	289.82	322.12	354.35	386.52	418.55	450.07	479.87	504.93
HPE	(m)	4.85	53.55	102.23	150.83	199.39	247.79	295.69	341.86	383.30

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.128	-.130	-.108	-.090	-.072	-.054	-.036	-.018	.000
Q	(m3/seg)	-.064	-.065	-.054	-.045	-.036	-.027	-.018	-.009	.000
HP	(m)	504.93	516.83	517.56	517.60	517.63	517.64	517.65	517.67	517.68
HPE	(m)	383.30	410.40	426.34	441.58	456.81	472.03	487.25	502.46	517.68

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-.267	-.267	-.268	-.269	-.271	-.275	-.278	-.278	-.219
Q	(m3/seg)	-.170	-.170	-.171	-.171	-.173	-.175	-.177	-.177	-.139
HP	(m)	257.49	289.87	322.23	354.57	386.83	419.03	450.91	481.19	500.76
HPE	(m)	4.85	53.60	102.35	151.06	199.69	248.27	296.53	343.18	379.13

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.277	-.175	-.113	-.090	-.072	-.054	-.036	-.018	.000
Q	(m3/seg)	-.139	-.088	-.057	-.045	-.036	-.027	-.018	-.009	.000
HP	(m)	500.76	510.19	515.03	515.64	515.66	515.68	515.70	515.73	515.74
HPE	(m)	379.13	403.76	423.81	439.62	454.85	470.07	485.30	500.53	515.74

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-.515	-.515	-.516	-.517	-.519	-.520	-.514	-.442	-.308
Q	(m3/seg)	-.328	-.328	-.328	-.329	-.330	-.331	-.327	-.281	-.196
HP	(m)	257.47	289.91	322.33	354.73	387.10	419.26	450.40	472.97	486.83
HPE	(m)	4.83	53.65	102.45	151.22	199.96	248.50	296.01	334.96	365.20

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.390	-.260	-.158	-.096	-.072	-.054	-.036	-.018	.000
Q	(m3/seg)	-.196	-.131	-.079	-.048	-.036	-.027	-.018	-.009	.000
HP	(m)	486.83	499.00	508.27	513.09	513.69	513.72	513.75	513.78	513.78
HPE	(m)	365.20	392.58	417.05	437.08	452.88	468.11	483.35	498.57	513.78

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-.764	-.764	-.764	-.765	-.765	-.759	-.689	-.553	-.407
Q	(m3/seg)	-.486	-.486	-.486	-.487	-.487	-.483	-.438	-.352	-.259
HP	(m)	257.48	289.95	322.43	354.88	387.19	418.58	442.10	457.48	471.19
HPE	(m)	4.84	53.69	102.54	151.37	200.06	247.82	287.72	319.47	349.56

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.516	-.372	-.242	-.140	-.078	-.054	-.036	-.018	.000
Q	(m3/seg)	-.259	-.187	-.122	-.070	-.039	-.027	-.018	-.009	.000
HP	(m)	471.19	484.95	497.09	506.34	511.16	511.77	511.79	511.81	511.81
HPE	(m)	349.56	378.52	405.87	430.32	450.34	466.16	481.39	496.60	511.81

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-1.013	-1.012	-1.013	-1.012	-1.006	-.939	-.807	-.660	-.511
Q	(m3/seg)	-.644	-.644	-.644	-.644	-.640	-.598	-.513	-.420	-.325
HP	(m)	257.41	290.00	322.51	354.91	386.46	410.72	426.90	441.08	454.92
HPE	(m)	4.77	53.74	102.62	151.40	199.32	239.96	272.52	303.07	333.29

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V	(m/seg)	-.647	-.497	-.353	-.224	-.122	-.060	-.036	-.018	.000

Q (m3/seg)	-0.325	-0.250	-0.178	-0.113	-0.061	-0.030	-0.018	-0.009	.000
HP (m)	454.92	469.31	483.04	495.18	504.43	509.23	509.82	509.83	509.83
HPE (m)	333.29	362.88	391.82	419.16	443.62	463.62	479.41	494.63	509.83

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.261	-1.261	-1.260	-1.254	-1.191	-1.063	-.916	-.766	-.617
Q (m3/seg)	-.802	-.802	-.802	-.798	-.758	-.676	-.583	-.487	-.392
HP (m)	257.45	289.99	322.50	354.17	379.07	395.97	410.44	424.50	438.42
HPE (m)	4.81	53.72	102.62	150.66	191.93	225.21	256.06	286.50	316.79

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.781	-.629	-.479	-.335	-.206	-.104	-.042	-.018	.000
Q (m3/seg)	-.392	-.316	-.241	-.169	-.104	-.052	-.021	-.009	.000
HP (m)	438.42	453.04	467.42	481.15	493.28	502.50	507.27	507.85	507.85
HPE (m)	316.79	346.61	376.19	405.14	432.46	456.89	476.86	492.64	507.85

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.511	-1.509	-1.503	-1.444	-1.320	-1.174	-1.023	-.873	-.723
Q (m3/seg)	-.961	-.960	-.956	-.918	-.840	-.747	-.651	-.555	-.460
HP (m)	257.32	289.97	321.73	347.25	364.82	379.57	393.76	407.84	421.83
HPE (m)	4.68	53.71	101.84	143.74	177.69	208.81	239.38	269.83	300.20

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-.915	-.762	-.611	-.461	-.317	-.188	-.085	-.024	.000
Q (m3/seg)	-.460	-.383	-.307	-.232	-.159	-.094	-.043	-.012	.000
HP (m)	421.83	436.55	451.17	465.54	479.25	491.34	500.54	505.29	505.86
HPE (m)	300.20	330.12	359.95	389.52	418.43	445.73	470.13	490.09	505.86

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.758	-1.753	-1.697	-1.578	-1.432	-1.282	-1.131	-.980	-.830
Q (m3/seg)	-1.118	-1.115	-1.079	-1.004	-.911	-.816	-.719	-.624	-.528
HP (m)	257.41	289.14	315.26	333.48	348.55	362.85	377.02	391.12	405.16
HPE (m)	4.77	52.87	95.37	129.97	161.41	192.09	222.64	253.11	283.53

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.050	-.897	-.744	-.592	-.442	-.299	-.170	-.067	.000
Q (m3/seg)	-.528	-.451	-.374	-.298	-.222	-.150	-.085	-.034	.000
HP (m)	405.16	419.98	434.69	449.28	463.62	477.31	489.39	498.56	502.73
HPE (m)	283.53	313.55	343.47	373.26	402.81	431.70	458.98	483.36	502.73

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.997	-1.949	-1.836	-1.692	-1.541	-1.390	-1.239	-1.088	-.937
Q (m3/seg)	-1.270	-1.240	-1.168	-1.076	-.981	-.884	-.788	-.692	-.596
HP (m)	257.19	283.20	301.94	317.38	331.79	346.07	360.24	374.37	388.46

HPE (m)	4.55	46.94	82.06	113.87	144.65	175.31	205.86	236.37	266.83
---------	------	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.186	-1.032	-.878	-.725	-.573	-.424	-.280	-.146	-.000
Q (m3/seg)	-.596	-.519	-.441	-.365	-.288	-.213	-.141	-.073	.000
HP (m)	388.46	403.32	418.11	432.79	447.36	461.69	475.36	486.85	491.29
HPE (m)	266.83	296.90	326.88	356.77	386.55	416.08	444.95	471.65	491.29

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.149	-2.089	-1.951	-1.802	-1.649	-1.498	-1.346	-1.195	-1.044
Q (m3/seg)	-1.367	-1.329	-1.241	-1.146	-1.049	-.953	-.856	-.760	-.664
HP (m)	257.37	270.95	286.15	300.58	314.99	329.22	343.45	357.61	371.72
HPE (m)	4.73	34.69	66.27	97.07	127.86	158.46	189.07	219.60	250.09

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	416.85	460.42	503.98	547.54	591.11	634.67	678.24	721.80	765.37
V (m/seg)	-1.321	-1.167	-1.013	-.859	-.706	-.555	-.400	-.213	.000
Q (m3/seg)	-.664	-.587	-.509	-.432	-.355	-.279	-.201	-.107	.000
HP (m)	371.72	386.61	401.45	416.21	430.88	445.43	459.18	468.12	471.02
HPE (m)	250.09	280.18	310.22	340.19	370.06	399.82	428.77	452.92	471.02

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)	
1	.00	7.155	4.850	!!	4.309	4.530
2	52.11	8.293	53.737	!!	2.317	20.587
3	104.21	8.293	102.622	!!	2.602	36.685
4	156.32	8.293	151.401	!!	2.886	52.790
5	208.43	8.009	200.060	!!	3.171	68.895
6	260.53	7.724	248.501	!!	2.886	85.010
7	312.64	7.440	296.529	!!	2.602	101.124
8	364.74	7.440	343.183	!!	2.317	117.240
9	416.85	7.155	383.300	!!	2.033	133.371

NUMERO DE TUBERIA = 2

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)	
1	.00	7.155	383.300	!!	2.033	133.371
2	43.56	7.155	410.403	!!	1.748	148.248
3	87.13	6.871	428.194	!!	1.464	163.125
4	130.69	6.586	445.396	!!	.610	177.994
5	174.26	6.301	462.581	!!	.894	192.811
6	217.82	6.017	479.729	!!	.610	207.698
7	261.39	5.732	496.891	!!	.325	222.586
8	304.95	5.448	514.048	!!	.041	237.474
9	348.52	5.163	531.187	!!	.000	252.362

Listado 6

**Tubería de N tramos
Cierre no lineal de la válvula**

PROGRAMA MCNT1.FOR
 TUBERIA DE N TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
 CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
 COTA EN LA VALVULA = .000 m
 TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 1.000 seg
 TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
 NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
 NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
 LONGITUD = 416.850 m
 DIAMETRO = .900 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
 LONGITUD = 348.520 m
 DIAMETRO = .800 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
 Cierre no lineal de la válvula

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51

9 348.52 765.370 1.298 252.36 252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21
HPE (m)	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08	85.22	101.36	117.51	133.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.379
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.196
HP (m)	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	274.57
HPE (m)	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	274.57

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.42	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18
HPE (m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.380	1.026
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.196	.516
HP (m)	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70	253.35	252.99	274.76	421.93
HPE (m)	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	259.56	421.93

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.381	1.032	.218
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.197	.519	.110
HP (m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	274.95	421.61	509.99
HPE (m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	244.54	406.41	509.99

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12

HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.382	1.038	.222	.004
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.197	.522	.111	.002
HP	(m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	275.14	421.30	509.92	533.50
HPE	(m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	229.53	390.89	494.71	533.50

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.384	1.043	.225	.006	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.198	.524	.113	.003	.000
HP	(m)	255.09	254.73	254.38	254.02	275.40	420.98	509.84	533.60	534.07
HPE	(m)	133.46	148.31	163.16	178.00	214.59	375.37	479.43	518.40	534.07

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE	(m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.385	1.050	.230	.008	.001	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.199	.528	.115	.004	.001	.000
HP	(m)	255.06	254.70	254.35	275.60	420.74	509.84	533.70	534.22	534.30
HPE	(m)	133.43	148.28	163.12	199.58	359.93	464.23	503.29	519.02	534.30

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE	(m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.386	1.056	.233	.011	.004	.001	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.200	.531	.117	.006	.002	.001	.000
HP	(m)	255.03	254.67	275.80	420.44	509.77	533.88	534.45	534.45	534.38
HPE	(m)	133.40	148.25	184.58	344.42	448.96	488.27	504.05	519.25	534.38

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE	(m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.388	1.062	.237	.013	.005	.004	.002	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.200	.534	.119	.007	.003	.002	.001	.000
HP	(m)	255.00	276.01	420.14	509.71	533.99	534.62	534.69	534.61	534.61
HPE	(m)	133.37	169.58	328.92	433.69	473.17	489.01	504.28	519.41	534.61

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	1.877
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.194
HP	(m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	274.80
HPE	(m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	153.17

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.376	1.068	.241	.015	.007	.005	.004	.002	.000
Q	(m3/seg)	1.194	.537	.121	.008	.003	.003	.002	.001	.000
HP	(m)	274.80	419.84	509.64	534.10	534.79	534.86	534.78	534.85	534.84
HPE	(m)	153.17	313.41	418.42	458.08	473.97	489.25	504.37	519.64	534.84

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	1.891	.768
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.203	.489
HP	(m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	273.49	408.54
HPE	(m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	135.48	286.91

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.972	.231	.017	.008	.007	.005	.004	.002	.000
Q	(m3/seg)	.489	.116	.009	.004	.003	.003	.002	.001	.000
HP	(m)	408.54	508.16	534.21	534.95	535.03	534.95	535.02	535.01	535.08
HPE	(m)	286.91	401.73	442.99	458.93	474.21	489.34	504.61	519.81	535.08

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.043	1.903	.857
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.211	.545	.046
HP	(m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	272.30	398.20	492.49
HPE	(m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	117.92	260.19	370.86

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.092	-.081	-.003	.008	.007	.005	.003	.002	.000

Q (m3/seg) .046 -.041 -.002 .004 .003 .003 .002 .001 .000
 HP (m) 492.49 523.34 533.72 535.19 535.12 535.18 535.18 535.25 535.18
 HPE (m) 370.86 416.91 442.49 459.18 474.30 489.57 504.77 520.05 535.18

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.044 2.044 2.044 2.043 2.043 1.915 .939 .134 -.119
 Q (m3/seg) 1.301 1.300 1.300 1.300 1.300 1.218 .597 .086 -.075
 HP (m) 257.17 256.90 256.62 256.32 256.03 271.23 388.57 485.36 515.74
 HPE (m) 4.53 20.63 36.73 52.81 68.89 100.47 234.19 347.36 394.11

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -.150 -.144 -.091 -.005 .007 .005 .003 .002 .000
 Q (m3/seg) -.075 -.073 -.046 -.002 .003 .002 .002 .001 .000
 HP (m) 515.74 518.30 524.41 533.89 535.35 535.35 535.42 535.35 535.42
 HPE (m) 394.11 411.87 433.19 457.87 474.54 489.74 505.01 520.15 535.42

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.045 2.045 2.044 2.044 1.925 1.016 .198 -.098 -.126
 Q (m3/seg) 1.301 1.301 1.300 1.300 1.225 .646 .126 -.062 -.080
 HP (m) 257.17 256.90 256.62 256.34 270.29 379.60 478.03 513.54 516.71
 HPE (m) 4.53 20.63 36.74 52.83 83.15 208.84 323.65 375.54 395.08

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -.159 -.160 -.146 -.092 -.007 .005 .003 .002 .000
 Q (m3/seg) -.080 -.080 -.073 -.046 -.003 .002 .002 .001 .000
 HP (m) 516.71 516.85 518.48 524.59 534.12 535.59 535.52 535.59 535.52
 HPE (m) 395.08 410.42 427.26 448.57 473.30 489.98 505.11 520.38 535.52

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.045 2.045 2.045 1.936 1.088 .262 -.074 -.122 -.126
 Q (m3/seg) 1.301 1.301 1.301 1.231 .692 .167 -.047 -.078 -.080
 HP (m) 257.17 256.90 256.63 269.46 371.30 470.59 510.96 516.61 516.92
 HPE (m) 4.53 20.63 36.74 65.95 184.16 299.84 356.58 378.61 395.29

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -.159 -.161 -.162 -.148 -.094 -.008 .003 .002 .000
 Q (m3/seg) -.080 -.081 -.081 -.074 -.047 -.004 .002 .001 .000
 HP (m) 516.92 516.88 517.01 518.73 524.85 534.29 535.76 535.69 535.76
 HPE (m) 395.29 410.46 425.79 442.71 464.04 488.68 505.35 520.48 535.76

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.045 2.045 1.945 1.156 .328 -.046 -.117 -.124 -.126
 Q (m3/seg) 1.301 1.301 1.237 .735 .209 -.029 -.075 -.079 -.080
 HP (m) 257.17 256.90 268.70 363.55 463.10 508.04 516.35 517.05 517.03

HPE (m) 4.53 20.63 48.81 160.04 275.97 337.28 361.96 379.04 395.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -.159 -.161 -.163 -.164 -.149 -.095 -.010 .002 .000
 Q (m3/seg) -.080 -.081 -.082 -.082 -.075 -.048 -.005 .001 .000
 HP (m) 517.03 517.08 517.12 517.25 518.92 525.04 534.46 535.92 535.85
 HPE (m) 395.40 410.66 425.89 441.23 458.10 479.43 504.06 520.72 535.85

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.046 1.953 1.218 .393 -.016 -.110 -.122 -.124 -.126
 Q (m3/seg) 1.301 1.243 .775 .250 -.010 -.070 -.078 -.079 -.080
 HP (m) 257.17 268.01 356.34 455.56 504.75 515.89 517.18 517.20 517.23
 HPE (m) 4.53 31.75 136.45 252.05 317.61 345.14 362.80 379.19 395.60

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -.160 -.161 -.163 -.164 -.165 -.151 -.097 -.011 .000
 Q (m3/seg) -.080 -.081 -.082 -.083 -.083 -.076 -.049 -.006 .000
 HP (m) 517.23 517.26 517.32 517.29 517.43 519.10 525.24 534.64 536.09
 HPE (m) 395.60 410.84 426.10 441.27 456.61 473.49 494.83 519.43 536.09

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 1.877 1.277 .458 .017 -.102 -.120 -.123 -.124 -.126
 Q (m3/seg) 1.194 .812 .292 .011 -.065 -.076 -.078 -.079 -.080
 HP (m) 257.22 349.63 448.04 501.11 515.20 517.26 517.38 517.41 517.42
 HPE (m) 4.58 113.37 228.15 297.60 328.06 346.50 363.00 379.41 395.79

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -.160 -.162 -.163 -.165 -.166 -.167 -.152 -.098 .000
 Q (m3/seg) -.080 -.081 -.082 -.083 -.083 -.084 -.076 -.049 .000
 HP (m) 517.42 517.46 517.43 517.49 517.46 517.60 519.29 525.43 533.42
 HPE (m) 395.79 411.04 426.21 441.47 456.64 471.99 488.88 510.23 533.42

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) .618 .445 .052 -.091 -.117 -.121 -.123 -.125 -.126
 Q (m3/seg) .393 .283 .033 -.058 -.075 -.077 -.078 -.079 -.080
 HP (m) 257.46 431.17 497.18 514.27 517.26 517.54 517.58 517.61 517.65
 HPE (m) 4.82 194.90 277.29 310.76 330.12 346.78 363.20 379.60 396.02

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -.160 -.161 -.163 -.164 -.166 -.167 -.168 -.141 .000
 Q (m3/seg) -.080 -.081 -.082 -.083 -.083 -.084 -.084 -.071 .000
 HP (m) 517.65 517.60 517.63 517.60 517.66 517.63 517.78 518.09 514.82
 HPE (m) 396.02 411.17 426.41 441.59 456.84 472.02 487.37 502.89 514.82

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.871	-.574	-.151	-.114	-.119	-.121	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-.554	-.365	-.096	-.072	-.076	-.077	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.43	412.93	504.43	517.18	517.67	517.74	517.77	517.82	517.78
HPE (m)	4.79	176.66	284.55	313.67	330.54	346.98	363.39	379.81	396.15

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.162	-.163	-.165	-.166	-.168	-.156	-.071	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.084	-.078	-.035	.000
HP (m)	517.78	517.82	517.77	517.80	517.77	517.83	516.42	507.17	502.79
HPE (m)	396.15	411.39	426.54	441.79	456.96	472.22	486.01	491.96	502.79

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.788	-1.460	-.728	-.184	-.120	-.122	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.137	-.929	-.463	-.117	-.076	-.077	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.41	343.42	442.53	509.78	517.89	517.93	517.97	517.95	517.99
HPE (m)	4.77	107.16	222.64	306.27	330.76	347.17	363.59	379.95	396.36

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.166	-.155	-.070	-.016	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.084	-.078	-.035	-.008	.000
HP (m)	517.99	517.96	517.99	517.94	517.97	516.57	507.24	501.11	499.48
HPE (m)	396.36	411.53	426.76	441.92	457.16	470.96	476.83	485.91	499.48

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.146	-1.980	-1.450	-.693	-.182	-.122	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.365	-1.260	-.923	-.441	-.115	-.078	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.14	290.66	356.98	448.72	510.69	518.13	518.11	518.15	518.12
HPE (m)	4.50	54.39	137.10	245.20	323.56	347.37	363.73	380.14	396.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.165	-.153	-.069	-.014	.000	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.077	-.035	-.007	.000	.000
HP (m)	518.12	518.16	518.13	518.16	516.74	507.40	501.27	499.53	499.41
HPE (m)	396.49	411.73	426.90	442.14	455.92	461.79	470.86	484.33	499.41

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.246	-2.192	-1.949	-1.393	-.655	-.178	-.124	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.429	-1.395	-1.240	-.886	-.417	-.114	-.079	-.079	-.080
HP (m)	257.36	267.23	297.30	364.54	453.78	511.45	518.30	518.28	518.32
HPE (m)	4.72	30.96	77.41	161.03	266.64	340.69	363.92	380.27	396.69

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.152	-.068	-.013	.002	.001	.000

Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.076	-.034	-.007	.001	.001	.000
HP (m)	518.32	518.29	518.33	516.93	507.61	501.45	499.68	499.55	499.57
HPE (m)	396.69	411.86	427.11	440.91	446.79	455.84	469.27	484.35	499.57

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.272	-2.256	-2.175	-1.906	-1.337	-.620	-.176	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.446	-1.435	-1.384	-1.213	-.850	-.394	-.112	-.080	-.080
HP (m)	257.10	260.05	270.14	302.93	371.76	458.44	512.15	518.47	518.45
HPE (m)	4.46	23.79	50.25	99.42	184.62	287.68	357.77	380.47	396.82

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.162	-.150	-.066	-.011	.003	.003	.001	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.076	-.033	-.006	.002	.001	.001	.000
HP (m)	518.45	518.49	517.10	507.81	501.65	499.86	499.72	499.72	499.70
HPE (m)	396.82	412.06	425.87	431.79	440.84	454.25	469.31	484.51	499.70

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.275	-2.274	-2.250	-2.155	-1.862	-1.282	-.587	-.173	-.127
Q (m3/seg)	-1.448	-1.447	-1.432	-1.371	-1.185	-.815	-.373	-.110	-.080
HP (m)	257.36	257.99	261.25	273.05	308.61	378.74	462.78	512.80	518.64
HPE (m)	4.72	21.72	41.36	69.54	121.48	207.98	308.40	374.80	397.01

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.149	-.065	-.010	.005	.005	.003	.001	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.075	-.033	-.005	.002	.002	.002	.001	.000
HP (m)	518.64	517.26	507.99	501.83	500.04	499.90	499.90	499.86	499.86
HPE (m)	397.01	410.83	416.76	425.81	439.23	454.29	469.49	484.66	499.86

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.279	-2.276	-2.273	-2.243	-2.132	-1.817	-1.229	-.556	-.157
Q (m3/seg)	-1.450	-1.448	-1.446	-1.427	-1.356	-1.156	-.782	-.354	-.100
HP (m)	257.09	257.83	258.59	262.50	276.15	314.38	385.51	466.84	511.79
HPE (m)	4.45	21.57	38.70	58.99	89.01	143.63	231.13	328.84	390.16

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.199	-.064	-.009	.006	.006	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.100	-.032	-.004	.003	.003	.002	.002	.001	.000
HP (m)	511.79	508.16	502.00	500.20	500.07	500.07	500.05	500.04	500.02
HPE (m)	390.16	401.74	410.78	424.19	439.25	454.46	469.64	484.84	500.02

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.278	-2.279	-2.276	-2.270	-2.234	-2.107	-1.772	-1.165	-.418
Q (m3/seg)	-1.449	-1.450	-1.448	-1.444	-1.421	-1.341	-1.127	-.741	-.266
HP (m)	257.36	257.50	258.22	259.21	263.89	279.45	320.23	390.56	457.48

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.152	-.068	-.013	.002	.001	.000

HPE	(m)	4.72	21.24	38.33	55.70	76.76	108.69	165.85	252.55	335.85
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-0.529	-0.059	.008	.007	.006	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-0.266	-0.030	.004	.004	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	457.48	496.56	500.36	500.23	500.23	500.21	500.22	500.21	500.22
HPE	(m)	335.85	390.14	409.14	424.21	439.41	454.60	469.81	485.01	500.22

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.281	-2.278	-2.279	-2.276	-2.268	-2.225	-2.070	-1.624	-.931
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.449	-1.450	-1.448	-1.443	-1.415	-1.317	-1.033	-.592
HP	(m)	257.09	257.70	257.88	258.62	259.90	265.43	281.56	313.86	374.66
HPE	(m)	4.45	21.44	37.99	55.11	72.76	94.67	127.18	175.85	253.03

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.178	-.456	-.042	.007	.006	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.592	-.229	-.021	.004	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	374.66	449.80	494.79	500.38	500.37	500.37	500.37	500.40	500.40
HPE	(m)	253.03	343.38	403.57	424.36	439.55	454.76	469.97	485.19	500.40

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.279	-2.281	-2.279	-2.279	-2.276	-2.254	-2.119	-1.864	-1.432
Q	(m3/seg)	-1.450	-1.451	-1.450	-1.450	-1.448	-1.434	-1.348	-1.186	-.911
HP	(m)	257.36	257.46	258.03	258.25	259.04	259.36	255.69	263.78	302.10
HPE	(m)	4.72	21.20	38.15	54.74	71.90	88.61	101.31	125.78	180.47

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.812	-1.159	-.455	-.044	.006	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	-.911	-.582	-.229	-.022	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	302.10	373.17	449.95	494.95	500.53	500.53	500.55	500.56	500.57
HPE	(m)	180.47	266.74	358.73	418.93	439.71	454.92	470.15	485.36	500.57

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.282	-2.279	-2.281	-2.279	-2.269	-2.187	-2.079	-1.958	-1.753
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.450	-1.451	-1.450	-1.444	-1.391	-1.322	-1.246	-1.115
HP	(m)	257.09	257.69	257.82	258.37	257.45	248.83	239.50	239.60	257.63
HPE	(m)	4.45	21.42	37.93	54.86	70.31	78.07	85.12	101.59	136.00

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.218	-1.808	-1.157	-.455	-.045	.004	.003	.001	.000
Q	(m3/seg)	-1.115	-.909	-.582	-.229	-.023	.002	.001	.001	.000
HP	(m)	257.63	302.51	373.62	450.23	495.12	500.71	500.72	500.73	500.73
HPE	(m)	136.00	196.08	282.40	374.22	434.31	455.10	470.31	485.52	500.73

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.280	-2.282	-2.280	-2.272	-2.197	-2.104	-2.035	-1.986	-1.905
Q	(m3/seg)	-1.450	-1.451	-1.450	-1.445	-1.398	-1.339	-1.295	-1.264	-1.212
HP	(m)	257.36	257.46	258.02	257.09	248.78	237.92	231.17	229.80	236.74
HPE	(m)	4.72	21.19	38.13	53.57	61.64	67.16	76.78	91.80	115.11

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.410	-2.216	-1.806	-1.156	-.456	-.047	.003	.001	.000
Q	(m3/seg)	-1.212	-1.114	-.908	-.581	-.229	-.023	.001	.001	.000
HP	(m)	236.74	258.12	303.04	374.09	450.55	495.32	500.88	500.88	500.89
HPE	(m)	115.11	151.69	211.82	298.07	389.74	449.71	470.48	485.68	500.89

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.282	-2.280	-2.273	-2.203	-2.113	-2.046	-2.012	-1.991	-1.964
Q	(m3/seg)	-1.452	-1.451	-1.446	-1.402	-1.344	-1.301	-1.280	-1.267	-1.249
HP	(m)	257.09	257.68	256.81	249.09	238.30	230.87	227.15	226.39	228.60
HPE	(m)	4.45	21.42	36.92	45.58	51.17	60.11	72.76	88.39	106.97

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.485	-2.409	-2.215	-1.804	-1.154	-.456	-.048	.001	.000
Q	(m3/seg)	-1.249	-1.211	-1.113	-.907	-.580	-.229	-.024	.001	.000
HP	(m)	228.60	237.16	258.62	303.61	374.59	450.86	495.50	501.04	501.04
HPE	(m)	106.97	130.73	167.40	227.59	313.77	405.25	465.09	485.84	501.04

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.281	-2.275	-2.209	-2.121	-2.052	-2.016	-1.999	-1.992	-1.982
Q	(m3/seg)	-1.451	-1.447	-1.405	-1.349	-1.305	-1.283	-1.272	-1.267	-1.261
HP	(m)	257.36	256.52	249.38	238.78	231.12	226.97	225.49	225.12	226.03
HPE	(m)	4.72	20.26	29.50	35.27	43.98	56.22	71.11	87.11	104.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.509	-2.485	-2.409	-2.213	-1.802	-1.153	-.456	-.049	.000
Q	(m3/seg)	-1.261	-1.249	-1.211	-1.113	-.906	-.580	-.229	-.025	.000
HP	(m)	226.03	228.98	237.61	259.16	304.17	375.06	451.15	495.67	501.20
HPE	(m)	104.40	122.55	146.39	183.14	243.36	329.45	420.75	480.47	501.20

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.269	-2.214	-2.128	-2.058	-2.020	-2.001	-1.995	-1.991	-1.989
Q	(m3/seg)	-1.443	-1.409	-1.354	-1.309	-1.285	-1.273	-1.269	-1.267	-1.265
HP	(m)	257.10	249.64	239.25	231.42	226.97	225.29	224.66	224.82	225.16
HPE	(m)	4.46	13.38	19.37	27.91	39.83	54.53	70.27	86.81	103.53

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.517	-2.509	-2.484	-2.408	-2.212	-1.800	-1.152	-.457	.000

Q (m3/seg)	-1.265	-1.261	-1.249	-1.210	-1.112	- .905	- .579	- .229	.000
HP (m)	225.16	226.41	229.39	238.05	259.67	304.72	375.53	451.44	490.33
HPE (m)	103.53	119.98	138.16	162.03	198.85	259.11	345.12	436.24	490.33

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.157	-2.129	-2.064	-2.024	-2.003	-1.996	-1.993	-1.992	-1.990
Q (m3/seg)	-1.372	-1.355	-1.313	-1.288	-1.275	-1.270	-1.268	-1.267	-1.266
HP (m)	257.37	240.50	231.74	226.99	225.14	224.39	224.48	224.59	225.01
HPE (m)	4.73	4.24	11.86	23.48	38.01	53.63	70.10	86.59	103.38

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-2.519	-2.517	-2.509	-2.484	-2.407	-2.210	-1.798	-1.100	.000
Q (m3/seg)	-1.266	-1.265	-1.261	-1.249	-1.210	-1.111	- .904	- .553	.000
HP (m)	225.01	225.54	226.78	229.77	238.48	260.17	305.26	370.49	401.96
HPE (m)	103.38	119.11	135.56	153.75	177.67	214.56	274.85	355.29	401.96

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.002	-2.012	-2.022	-2.006	-1.998	-1.994	-1.993	-1.992	-1.992
Q (m3/seg)	-1.274	-1.280	-1.286	-1.276	-1.271	-1.268	-1.268	-1.267	-1.267
HP (m)	257.18	239.05	227.76	225.02	224.13	224.20	224.27	224.63	224.84
HPE (m)	4.54	2.79	7.87	21.50	37.00	53.44	69.88	86.62	103.21

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-2.521	-2.519	-2.517	-2.508	-2.483	-2.406	-2.158	-1.340	.000
Q (m3/seg)	-1.267	-1.266	-1.265	-1.261	-1.248	-1.209	-1.085	- .674	.000
HP (m)	224.84	225.37	225.89	227.14	230.15	238.91	255.18	256.14	251.23
HPE (m)	103.21	118.94	134.67	151.12	169.33	193.29	224.78	240.93	251.23

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	4.878	!!	8.578	4.452
2	52.11	4.878	!!	9.716	2.790
3	104.21	5.163	!!	9.716	7.875
4	156.32	5.163	!!	9.716	21.504
5	208.43	5.448	!!	9.716	36.999
6	260.53	5.732	!!	9.716	53.439
7	312.64	6.017	!!	9.716	69.883
8	364.74	6.301	!!	9.432	86.586
9	416.85	6.586	!!	9.716	103.208

NUMERO DE TUBERIA = 2

LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	!!	9.716	103.208

2	43.56	2.886	416.911	!!	9.716	118.941
3	87.13	2.602	442.985	!!	9.716	134.670
4	130.69	2.886	459.176	!!	9.716	151.117
5	174.26	3.171	474.537	!!	9.716	169.335
6	217.82	3.456	489.977	!!	9.716	193.294
7	261.39	3.740	505.348	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.720	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	536.092	!!	9.716	251.226

PROGRAMA MCNT1.FOR
TUBERIA DE N TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA	=	257.490 m
COTA EN LA VALVULA	=	.000 m
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA	=	2.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS	=	10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS	=	8
NUMERO DE TUBERIAS	=	2

TUBERIA	=	1
LONGITUD	=	416.850 m
DIAMETRO	=	.900 m
COEFICIENTE DE FRICCIÓN	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1182.920 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.	=	252.640 m

TUBERIA	=	2
LONGITUD	=	348.520 m
DIAMETRO	=	.800 m
COEFICIENTE DE FRICCIÓN	=	.019
ACELERACION DE ONDA	=	1069.020 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB.	=	121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
Cierre no lineal de la válvula

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0=	2.041 m/seg
CAUDAL Q0=	1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0=	2.583 m/seg
CAUDAL Q0=	1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21
HPE (m)	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08	85.22	101.36	117.51	133.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.482	2.481
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.247
HP (m)	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	263.41
HPE (m)	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	263.41

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.42	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18
HPE (m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.482	1.764
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.247	.887
HP (m)	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70	253.35	252.99	263.66	341.49
HPE (m)	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	248.46	341.49

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.482	1.768	1.109

Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.248	.889	.558
HP (m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	263.91	341.41	412.84
HPE (m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	233.51	326.20	412.84

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.483	1.772	1.113	.595
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.248	.890	.559	.299
HP (m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	264.16	341.32	412.77	469.04
HPE (m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	218.55	310.91	397.57	469.04

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.484	1.775	1.116	.598	.253
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.249	.892	.561	.300	.127
HP (m)	255.09	254.73	254.38	254.02	264.49	341.23	412.71	469.04	506.38
HPE (m)	133.46	148.31	163.16	178.00	203.67	295.62	382.30	453.84	506.38

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.485	1.780	1.121	.601	.255	.072
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.249	.895	.563	.302	.128	.036
HP (m)	255.06	254.70	254.35	264.75	341.23	412.72	469.03	506.44	526.31
HPE (m)	133.43	148.28	163.12	188.73	280.41	367.10	438.63	491.24	526.31

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03

HPE	(m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40
NUMERO DE TUBERIA = 2										
L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.584	2.485	1.783	1.124	.604	.258	.074	.008
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.249	.896	.565	.304	.130	.037	.004
HP	(m)	255.03	254.67	265.02	341.15	412.66	469.11	506.57	526.42	533.46
HPE	(m)	133.40	148.25	173.79	265.13	351.85	423.50	476.17	511.21	533.46

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q	(m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP	(m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE	(m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.584	2.486	1.787	1.128	.607	.261	.077	.010	.000
Q	(m3/seg)	1.299	1.250	.898	.567	.305	.131	.038	.005	.000
HP	(m)	255.00	265.28	341.08	412.61	469.11	506.64	526.60	533.67	534.47
HPE	(m)	133.37	158.85	249.86	336.59	408.30	461.03	496.19	518.47	534.47

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	1.960
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.247
HP	(m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	264.85
HPE	(m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	143.22

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.480	1.791	1.131	.610	.263	.079	.011	.002	.000
Q	(m3/seg)	1.247	.900	.569	.307	.132	.039	.006	.001	.000
HP	(m)	264.85	341.01	412.55	469.12	506.71	526.72	533.82	534.70	534.73
HPE	(m)	143.22	234.59	321.33	393.10	445.90	481.11	503.41	519.49	534.73

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	1.967	1.376
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.251	.876
HP	(m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	264.32	335.21
HPE	(m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	126.32	213.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	1.742	1.129	.613	.266	.081	.013	.004	.002	.000
Q	(m3/seg)	.876	.567	.308	.134	.040	.007	.002	.001	.000
HP	(m)	335.21	411.81	469.12	506.78	526.84	533.97	534.86	534.90	534.94
HPE	(m)	213.58	305.38	377.90	430.76	466.02	488.36	504.46	519.70	534.94

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.043	1.973	1.423
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.255	.906	.524
HP	(m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	263.86	329.86	401.95
HPE	(m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	109.48	191.85	280.32

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	1.042	.564	.262	.083	.015	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	.524	.284	.132	.041	.007	.003	.002	.001	.000
HP	(m)	401.95	463.41	506.15	526.96	534.12	535.03	535.07	535.10	535.07
HPE	(m)	280.32	356.98	414.93	450.94	473.31	489.42	504.66	519.90	535.07

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	1.979	1.467	.871	.386
Q	(m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.259	.933	.554	.245
HP	(m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	263.46	324.89	396.50	454.84
HPE	(m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	92.70	170.51	258.49	333.21

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.488	.175	.032	.010	.007	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	.245	.088	.016	.005	.003	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	454.84	496.43	521.37	533.58	535.20	535.24	535.27	535.24	535.27
HPE	(m)	333.21	390.00	430.14	457.56	474.38	489.63	504.86	520.03	535.27

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	1.985	1.508	.919	.425	.094
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.263	.959	.584	.270	.060
HP	(m)	257.17	256.90	256.62	256.34	263.14	320.28	391.09	450.47	490.16
HPE	(m)	4.53	20.63	36.74	52.83	76.00	149.52	236.71	312.46	368.53

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.119	-.045	-.078	-.044	.000	.005	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	.060	-.022	-.039	-.022	.000	.002	.002	.001	.000
HP	(m)	490.16	512.91	523.95	529.67	534.72	535.44	535.41	535.44	535.41
HPE	(m)	368.53	406.48	432.73	453.65	473.90	489.83	505.00	520.24	535.41

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.045	1.990	1.547	.966	.464	.121	-.062
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.266	.984	.614	.295	.077	-.039
HP	(m)	257.17	256.90	256.63	262.88	316.05	385.77	446.02	487.25	509.12
HPE	(m)	4.53	20.63	36.74	59.36	128.92	215.01	291.64	349.24	387.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.078	-.134	-.121	-.088	-.046	-.002	.003	.002	.000

Q (m3/seg)	-0.039	-0.068	-0.061	-0.044	-0.023	-0.001	.002	.001	.000
HP (m)	509.12	517.76	521.25	525.11	529.93	534.89	535.61	535.57	535.61
HPE (m)	387.49	411.33	430.03	449.09	469.11	489.28	505.20	520.37	535.61

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	1.995	1.582	1.012	.504	.149	-.047	-.118
Q (m3/seg)	1.301	1.301	1.269	1.007	.644	.321	.095	-.030	-.075
HP (m)	257.17	256.90	262.63	312.11	380.54	441.55	484.23	507.58	516.05
HPE (m)	4.53	20.63	42.75	108.60	193.41	270.79	329.85	369.57	394.42

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.150	-.155	-.145	-.123	-.090	-.047	-.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.075	-.078	-.073	-.062	-.045	-.024	-.002	.001	.000
HP (m)	516.05	517.51	518.94	521.51	525.30	530.11	535.06	535.78	535.74
HPE (m)	394.42	411.08	427.71	445.49	464.48	484.49	504.65	520.57	535.74

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.046	2.000	1.615	1.058	.545	.178	-.030	-.111	-.126
Q (m3/seg)	1.301	1.272	1.028	.673	.347	.113	-.019	-.071	-.080
HP (m)	257.17	262.43	308.45	375.40	436.99	481.12	505.97	515.56	517.09
HPE (m)	4.53	26.16	88.56	171.88	249.86	310.36	351.59	377.55	395.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.158	-.146	-.125	-.091	-.049	-.005	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.079	-.074	-.063	-.046	-.025	-.002	.000
HP (m)	517.09	517.23	517.76	519.11	521.69	525.48	530.29	535.23	535.94
HPE (m)	395.46	410.81	426.54	443.09	460.88	479.87	499.88	520.02	535.94

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.962	1.646	1.102	.586	.207	-.013	-.104	-.123	-.126
Q (m3/seg)	1.248	1.047	.701	.373	.132	-.008	-.066	-.078	-.080
HP (m)	257.20	305.06	370.36	432.38	477.87	504.23	515.01	517.16	517.33
HPE (m)	4.56	68.79	150.47	228.87	290.74	333.47	360.63	379.16	395.70

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.162	-.159	-.148	-.126	-.093	-.050	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.081	-.080	-.074	-.063	-.047	-.025	.000
HP (m)	517.33	517.35	517.41	517.93	519.29	521.87	525.66	530.47	534.72
HPE (m)	395.70	410.92	426.18	441.92	458.47	476.26	495.25	515.26	534.72

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.306	1.107	.627	.238	.006	-.095	-.120	-.124	-.126
Q (m3/seg)	.831	.704	.399	.151	.004	-.061	-.076	-.079	-.080
HP (m)	257.36	360.77	427.73	474.51	502.35	514.34	517.17	517.50	517.53

HPE (m)	4.72	124.51	207.84	271.00	315.22	343.58	362.79	379.50	395.90
---------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.161	-.149	-.128	-.088	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.082	-.081	-.075	-.064	-.044	.000
HP (m)	517.53	517.50	517.52	517.58	518.11	519.47	522.05	525.16	525.02
HPE (m)	395.90	411.07	426.30	441.56	457.29	473.85	491.64	509.95	525.02

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.332	.325	.233	.025	-.086	-.117	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	.211	.207	.149	.016	-.055	-.074	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.48	381.56	466.74	500.36	513.58	517.11	517.64	517.70	517.69
HPE (m)	4.84	145.30	246.85	296.85	326.44	346.35	363.26	379.70	396.06

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.165	-.162	-.145	-.077	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.081	-.073	-.039	.000
HP (m)	517.69	517.70	517.67	517.69	517.75	518.28	518.96	516.61	515.62
HPE (m)	396.06	411.27	426.45	441.67	456.93	472.67	488.56	501.40	515.62

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.624	-.515	-.275	-.109	-.113	-.121	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-.397	-.327	-.175	-.070	-.072	-.077	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.46	369.08	459.63	508.73	517.00	517.76	517.86	517.85	517.87
HPE (m)	4.82	132.82	239.74	305.22	329.86	347.00	363.47	379.85	396.24

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.166	-.160	-.112	-.057	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.083	-.081	-.056	-.029	.000
HP (m)	517.87	517.86	517.87	517.84	517.86	517.24	512.85	509.43	508.20
HPE (m)	396.24	411.43	426.65	441.82	457.04	471.63	482.44	494.23	508.20

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.378	-1.228	-.843	-.407	-.150	-.122	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-.877	-.781	-.537	-.259	-.095	-.077	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.44	340.00	417.98	480.87	514.18	518.01	518.01	518.03	518.02
HPE (m)	4.80	103.73	198.09	277.36	327.04	347.25	363.63	380.03	396.39

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.164	-.166	-.116	-.073	-.035	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.083	-.080	-.058	-.037	-.017	.000
HP (m)	518.02	518.04	518.03	518.04	517.33	512.43	507.72	504.43	503.23
HPE (m)	396.39	411.62	426.81	442.02	456.52	466.82	477.31	489.22	503.23

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.873	-1.733	-1.358	-.857	-.398	-.150	-.123	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.192	-1.103	-.864	-.545	-.253	-.095	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.22	308.25	365.43	428.67	484.70	514.77	518.19	518.18	518.20
HPE (m)	4.58	71.99	145.55	225.16	297.57	344.01	363.80	380.17	396.57

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.163	-.158	-.115	-.072	-.039	-.016	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.079	-.058	-.036	-.019	-.008	.000
HP (m)	518.20	518.19	518.21	517.52	512.62	507.82	504.01	501.51	500.65
HPE (m)	396.57	411.77	426.99	441.51	451.81	462.21	473.60	486.30	500.65

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.133	-2.037	-1.760	-1.332	-.824	-.380	-.149	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-1.357	-1.296	-1.119	-.847	-.524	-.242	-.095	-.079	-.080
HP (m)	257.37	282.53	319.63	372.02	433.42	487.22	515.21	518.36	518.35
HPE (m)	4.73	46.26	99.74	168.51	246.28	316.46	360.82	380.35	396.72

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.161	-.156	-.113	-.071	-.037	-.015	-.004	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.079	-.057	-.036	-.019	-.008	-.002	.000
HP (m)	518.35	518.37	517.69	512.81	508.02	504.20	501.60	500.22	499.77
HPE (m)	396.72	411.95	426.47	436.79	447.20	458.58	471.19	485.01	499.77

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.238	-2.189	-2.031	-1.729	-1.293	-.791	-.363	-.149	-.126
Q (m3/seg)	-1.424	-1.393	-1.292	-1.100	-.823	-.503	-.231	-.095	-.080
HP (m)	257.11	267.37	287.55	324.29	377.07	437.79	489.56	515.62	518.53
HPE (m)	4.47	31.11	67.66	120.78	189.93	267.03	335.18	377.61	396.90

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.155	-.112	-.069	-.036	-.014	-.002	.001	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.078	-.056	-.035	-.018	-.007	-.001	.000	.000
HP (m)	518.53	517.85	512.98	508.19	504.38	501.79	500.40	499.86	499.78
HPE (m)	396.90	411.42	421.76	432.17	443.56	456.18	469.99	484.66	499.78

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.268	-2.253	-2.181	-2.008	-1.696	-1.255	-.759	-.348	-.142
Q (m3/seg)	-1.443	-1.433	-1.387	-1.278	-1.079	-.798	-.483	-.222	-.090
HP (m)	257.36	260.49	269.68	290.78	328.68	382.03	442.00	491.75	515.20
HPE (m)	4.72	24.23	49.79	87.27	141.55	211.27	287.61	353.75	393.57

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.179	-.110	-.068	-.034	-.012	-.001	.002	.002	.000

Q (m3/seg)	-.090	-.056	-.034	-.017	-.006	.000	.001	.001	.000
HP (m)	515.20	513.14	508.36	504.54	501.96	500.58	500.05	499.96	499.94
HPE (m)	393.57	406.72	417.14	428.53	441.15	454.96	469.64	484.76	499.94

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.279	-2.271	-2.248	-2.167	-1.984	-1.662	-1.217	-.722	-.277
Q (m3/seg)	-1.450	-1.445	-1.430	-1.379	-1.262	-1.057	-.775	-.460	-.176
HP (m)	257.09	258.47	261.61	271.65	294.04	333.11	386.92	445.30	486.95
HPE (m)	4.45	22.21	41.72	68.14	106.91	162.35	232.54	307.29	365.32

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.351	-.092	-.033	-.011	.001	.004	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.176	-.046	-.017	-.005	.000	.002	.002	.001	.000
HP (m)	486.95	505.73	504.71	502.13	500.74	500.21	500.13	500.13	500.14
HPE (m)	365.32	399.31	413.49	426.11	439.92	454.60	469.73	484.93	500.14

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.278	-2.279	-2.270	-2.242	-2.153	-1.959	-1.622	-1.127	-.581
Q (m3/seg)	-1.449	-1.450	-1.444	-1.426	-1.370	-1.246	-1.032	-.717	-.370
HP (m)	257.36	257.64	259.05	262.72	273.72	297.39	336.89	385.36	435.68
HPE (m)	4.72	21.37	39.16	59.21	86.58	126.64	182.50	247.36	314.05

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.735	-.273	-.035	.002	.005	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.370	-.137	-.018	.001	.003	.002	.002	.001	.000
HP (m)	435.68	478.58	499.50	500.89	500.37	500.29	500.29	500.31	500.32
HPE (m)	314.05	372.16	408.28	424.88	439.55	454.68	469.89	485.11	500.32

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.281	-2.279	-2.279	-2.268	-2.235	-2.133	-1.884	-1.480	-.966
Q (m3/seg)	-1.451	-1.450	-1.450	-1.443	-1.422	-1.357	-1.199	-.942	-.615
HP (m)	257.09	257.72	258.07	259.65	263.90	275.25	294.89	328.41	375.06
HPE (m)	4.45	21.45	38.18	56.14	76.76	104.49	140.50	190.41	253.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.223	-.676	-.237	-.019	.006	.005	.003	.002	.000
Q (m3/seg)	-.615	-.340	-.119	-.009	.003	.002	.002	.001	.000
HP (m)	375.06	429.60	474.83	497.75	500.45	500.45	500.47	500.48	500.49
HPE (m)	253.43	323.18	383.61	421.73	439.63	454.84	470.06	485.28	500.49

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.280	-2.281	-2.279	-2.278	-2.261	-2.182	-2.014	-1.735	-1.334
Q (m3/seg)	-1.450	-1.451	-1.450	-1.449	-1.438	-1.388	-1.281	-1.104	-.849
HP (m)	257.36	257.46	258.06	258.51	259.72	259.61	265.09	283.52	319.36

HPE (m) 4.72 21.20 38.17 55.00 72.58 88.86 110.71 145.51 197.73

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -1.688 -1.186 -.659 -.233 -.019 .004 .003 .001 .000
 Q (m3/seg) -.849 -.596 -.331 -.117 -.010 .002 .001 .001 .000
 HP (m) 319.36 371.49 427.99 474.44 497.83 500.62 500.64 500.64 500.64
 HPE (m) 197.73 265.06 336.77 398.42 437.02 455.01 470.23 485.44 500.64

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) -2.282 -2.280 -2.281 -2.275 -2.234 -2.159 -2.052 -1.885 -1.623
 Q (m3/seg) -1.452 -1.450 -1.451 -1.447 -1.421 -1.374 -1.306 -1.199 -1.032
 HP (m) 257.09 257.68 257.83 257.87 253.81 248.52 246.27 253.80 276.80
 HPE (m) 4.45 21.42 37.94 54.36 66.67 77.77 91.88 115.79 155.17

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -2.054 -1.669 -1.179 -.658 -.234 -.021 .003 .001 .000
 Q (m3/seg) -1.032 -.839 -.593 -.331 -.117 -.011 .001 .001 .000
 HP (m) 276.80 317.89 371.28 428.23 474.69 498.03 500.80 500.80 500.80
 HPE (m) 155.17 211.46 280.06 352.21 413.87 452.42 470.39 485.60 500.80

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) -2.280 -2.282 -2.276 -2.241 -2.180 -2.114 -2.043 -1.956 -1.813
 Q (m3/seg) -1.451 -1.452 -1.448 -1.426 -1.387 -1.345 -1.299 -1.245 -1.153
 HP (m) 257.36 257.46 257.51 253.39 246.86 239.83 235.56 237.13 249.62
 HPE (m) 4.72 21.19 37.62 49.87 59.73 69.07 81.18 99.12 127.99

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -2.294 -2.047 -1.667 -1.179 -.658 -.235 -.022 .001 .000
 Q (m3/seg) -1.153 -1.029 -.838 -.592 -.331 -.118 -.011 .001 .000
 HP (m) 249.62 276.65 318.26 371.70 428.57 474.92 498.20 500.96 500.96
 HPE (m) 127.99 170.22 227.04 295.68 367.76 429.31 467.79 485.75 500.96

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) -2.283 -2.277 -2.245 -2.186 -2.124 -2.066 -2.023 -1.982 -1.918
 Q (m3/seg) -1.452 -1.449 -1.428 -1.391 -1.351 -1.315 -1.287 -1.261 -1.220
 HP (m) 257.09 257.22 253.34 246.97 239.54 233.48 229.54 229.44 235.04
 HPE (m) 4.45 20.96 33.45 43.46 52.40 62.72 75.16 91.43 113.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -2.427 -2.293 -2.046 -1.666 -1.178 -.658 -.235 -.024 .000
 Q (m3/seg) -1.220 -1.152 -1.028 -.837 -.592 -.331 -.118 -.012 .000
 HP (m) 235.04 249.98 277.13 318.75 372.12 428.89 475.15 498.36 501.11
 HPE (m) 113.41 143.55 185.91 242.73 311.31 383.28 444.74 483.16 501.11

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) -2.274 -2.248 -2.191 -2.130 -2.072 -2.033 -2.007 -1.991 -1.965
 Q (m3/seg) -1.447 -1.430 -1.394 -1.355 -1.318 -1.293 -1.277 -1.266 -1.250
 HP (m) 257.36 253.28 247.17 239.75 233.53 228.90 226.65 226.23 228.61
 HPE (m) 4.72 17.02 27.28 36.24 46.40 58.14 72.27 88.23 106.98

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -2.486 -2.427 -2.292 -2.045 -1.665 -1.177 -.658 -.236 .000
 Q (m3/seg) -1.250 -1.220 -1.152 -1.028 -.837 -.592 -.331 -.119 .000
 HP (m) 228.61 235.46 250.44 277.61 319.21 372.52 429.20 475.36 495.78
 HPE (m) 106.98 129.03 159.22 201.59 258.39 326.91 398.80 460.16 495.78

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) -2.219 -2.193 -2.135 -2.077 -2.037 -2.011 -1.999 -1.992 -1.984
 Q (m3/seg) -1.412 -1.395 -1.358 -1.322 -1.296 -1.279 -1.272 -1.267 -1.262
 HP (m) 257.11 247.75 239.98 233.72 228.91 226.38 225.19 225.20 226.04
 HPE (m) 4.47 11.48 20.09 30.21 41.78 55.62 70.80 87.19 104.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -2.510 -2.486 -2.426 -2.291 -2.043 -1.664 -1.176 -.633 .000
 Q (m3/seg) -1.262 -1.250 -1.219 -1.151 -1.027 -.836 -.591 -.318 .000
 HP (m) 226.04 229.01 235.87 250.88 278.07 319.66 372.92 426.78 449.75
 HPE (m) 104.41 122.58 144.65 174.87 217.25 274.05 342.51 411.57 449.75

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) -2.119 -2.111 -2.079 -2.041 -2.014 -2.002 -1.995 -1.993 -1.989
 Q (m3/seg) -1.348 -1.343 -1.323 -1.299 -1.281 -1.273 -1.269 -1.268 -1.266
 HP (m) 257.38 243.83 234.29 228.96 226.30 224.93 224.71 224.73 225.27
 HPE (m) 4.74 7.56 14.40 25.44 39.16 54.17 70.33 86.72 103.64

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -2.518 -2.510 -2.486 -2.425 -2.290 -2.042 -1.637 -.939 .000
 Q (m3/seg) -1.266 -1.262 -1.249 -1.219 -1.151 -1.026 -.823 -.472 .000
 HP (m) 225.27 226.41 229.39 236.27 251.32 278.53 317.38 347.54 358.07
 HPE (m) 103.64 119.98 138.16 160.25 190.50 232.92 286.97 332.33 358.07

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
 POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	5.163	4.842	!!	8.863	4.451
2	52.11	5.163	145.301	!!	9.716	7.563
3	104.21	5.163	246.848	!!	9.716	14.400

4	156.32	5.448	305.216	!!	9.716	25.445
5	208.43	5.448	329.861	!!	9.716	39.164
6	260.53	5.732	347.246	!!	9.716	54.171
7	312.64	6.017	363.805	!!	9.716	70.330
8	364.74	6.301	380.351	!!	9.716	86.721
9	416.85	6.586	396.897	!!	9.716	103.643

NUMERO DE TUBERIA = 2

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)		TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	396.897	!!	9.716	103.643
2	43.56	6.301	411.946	!!	9.716	119.984
3	87.13	3.456	432.727	!!	9.716	138.163
4	130.69	3.171	457.563	!!	9.716	160.252
5	174.26	3.171	474.381	!!	9.716	190.503
6	217.82	3.456	489.829	!!	.610	207.698
7	261.39	3.740	505.201	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.573	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.944	!!	.000	252.362

**PROGRAMA MCNT1.FOR
TUBERIA DE N TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL**

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
 COTA EN LA VALVULA = .000 m
 TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 3.000 seg
 TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
 NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
 NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
 LONGITUD = 416.850 m
 DIAMETRO = .900 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
 LONGITUD = 348.520 m
 DIAMETRO = .800 m
 COEFICIENTE DE FRICCION = .019
 ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
 COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
 Cierre no lineal de la válvula

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53

2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
 CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21
.00	2.041	1.298	257.17	4.53									
52.11	2.041	1.298	256.91	20.65									
104.21	2.041	1.298	256.68	36.79									
156.32	2.041	1.298	256.45	52.93									
208.43	2.041	1.298	256.21	69.08									
260.53	2.041	1.298	255.98	85.22									
312.64	2.041	1.298	255.74	101.36									
364.74	2.041	1.298	255.51	117.51									
416.85	2.041	1.298	255.21	133.58									

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	43.56	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	252.37	252.07
.00	2.583	1.299	255.21	133.58									
43.56	2.583	1.298	254.44	148.36									
87.13	2.583	1.298	254.08	163.21									
130.69	2.583	1.298	253.73	178.07									
174.26	2.583	1.298	253.38	192.92									
217.82	2.583	1.298	253.03	207.77									
261.39	2.583	1.298	252.68	222.62									
304.95	2.583	1.298	252.37	237.47									
348.52	2.583	1.298	252.07	252.36									

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	52.11 <th>254.83 <th>254.40 <th>254.05 <th>253.70 <th>253.35 <th>252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th></th></th></th></th></th></th>	254.83 <th>254.40 <th>254.05 <th>253.70 <th>253.35 <th>252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th></th></th></th></th></th>	254.40 <th>254.05 <th>253.70 <th>253.35 <th>252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th></th></th></th></th>	254.05 <th>253.70 <th>253.35 <th>252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th></th></th></th>	253.70 <th>253.35 <th>252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th></th></th>	253.35 <th>252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th></th>	252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th>	252.64 <th>252.29</th>	252.29
.00	2.041	1.298	257.17	4.53									
52.11	2.041	1.298	256.91	20.65									
104.21	2.041	1.298	256.65	36.77									
156.32	2.041	1.298	256.42	52.91									
208.43	2.041	1.298	256.19	69.05									
260.53	2.041	1.298	255.95	85.19									
312.64	2.041	1.298	255.72	101.34									
364.74	2.041	1.298	255.43	117.42									
416.85	2.041	1.298	255.18	133.55									

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	43.56 <th>254.83 <th>254.40 <th>254.05 <th>253.70 <th>253.35 <th>252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th></th></th></th></th></th></th>	254.83 <th>254.40 <th>254.05 <th>253.70 <th>253.35 <th>252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th></th></th></th></th></th>	254.40 <th>254.05 <th>253.70 <th>253.35 <th>252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th></th></th></th></th>	254.05 <th>253.70 <th>253.35 <th>252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th></th></th></th>	253.70 <th>253.35 <th>252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th></th></th>	253.35 <th>252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th></th>	252.99 <th>252.64 <th>252.29</th> </th>	252.64 <th>252.29</th>	252.29
.00	2.583	1.299	255.18	133.55									
43.56	2.583	1.298	254.83	148.40									
87.13	2.583	1.298	254.40	163.18									
130.69	2.583	1.298	254.05	178.03									
174.26	2.583	1.298	253.70	192.88									
217.82	2.583	1.298	253.35	207.73									
261.39	2.583	1.298	252.99	222.59									
304.95	2.583	1.298	252.64	244.78									
348.52	2.583	1.298	252.29	262.36									

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.516	2.038	1.567
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.265	1.024	.787
HP (m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	260.25	311.98	363.00
HPE (m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	229.85	296.78	363.00

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.516	2.040	1.569	1.138
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.265	1.026	.789	.572
HP (m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	260.53	312.01	363.02	409.80
HPE (m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	214.92	281.61	347.81	409.80

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.517	2.043	1.572	1.141	.771
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.265	1.027	.790	.573	.388
HP (m)	255.09	254.73	254.38	254.02	260.87	312.04	363.03	409.82	449.84
HPE (m)	133.46	148.31	163.16	178.00	200.06	266.43	332.62	394.62	449.84

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
-------	-----	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.518	2.046	1.576	1.143	.774	.479
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.266	1.029	.792	.575	.389	.241
HP (m)	255.06	254.70	254.35	261.16	312.15	363.12	409.84	449.88	481.80
HPE (m)	133.43	148.28	163.12	185.14	251.34	317.51	379.43	434.68	481.80

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE (m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.518	2.049	1.578	1.147	.777	.482	.266
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.266	1.030	.793	.576	.391	.242	.133
HP (m)	255.03	254.67	261.44	312.20	363.14	409.94	450.00	481.86	505.22
HPE (m)	133.40	148.25	170.22	236.18	302.33	364.33	419.59	466.66	505.22

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	255.03	254.67	261.44	312.20	363.14	409.94	450.00	481.86	505.22
HPE (m)	133.40	148.25	170.22	236.18	302.33	364.33	419.59	466.66	505.22

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.519	2.052	1.581	1.150	.780	.485	.268	.124
Q (m3/seg)	1.299	1.266	1.031	.795	.578	.392	.244	.135	.063
HP (m)	255.00	261.73	312.24	363.17	409.97	450.05	482.01	505.39	520.78
HPE (m)	133.37	155.30	221.02	287.15	349.16	404.44	451.60	490.19	520.78

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	1.987
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.264
HP (m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	261.55
HPE (m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	139.92

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.515	2.055	1.584	1.152	.782	.487	.270	.127	.044
Q (m3/seg)	1.264	1.033	.796	.579	.393	.245	.136	.064	.022
HP (m)	261.55	312.29	363.19	410.00	450.10	482.09	505.50	520.98	529.80
HPE (m)	139.92	205.86	271.97	333.99	389.29	436.48	475.09	505.77	529.80

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	1.992	1.598
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.267	1.016

HP	(m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	261.29	308.52
HPE	(m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	123.28	186.89

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.022	1.583	1.155	.785	.489	.272	.129	.046	.009
Q	(m3/seg)	1.016	.796	.581	.394	.246	.137	.065	.023	.004
HP	(m)	308.52	362.76	410.04	450.16	482.17	505.60	521.10	529.95	533.84
HPE	(m)	186.89	256.33	318.81	374.14	421.35	459.99	490.70	514.75	533.84

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	1.996	1.629	1.204
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.270	1.037	.766
HP	(m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	261.07	305.03	356.04
HPE	(m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	106.69	167.02	234.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	1.524	1.123	.783	.492	.275	.131	.048	.010	.000
Q	(m3/seg)	.766	.565	.394	.247	.138	.066	.024	.005	.000
HP	(m)	356.04	406.26	449.75	482.25	505.71	521.23	530.10	534.00	534.92
HPE	(m)	234.41	299.84	358.53	406.23	444.89	475.62	499.69	518.80	534.92

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	2.000	1.659	1.238	.842
Q	(m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.273	1.055	.788	.536
HP	(m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	260.89	301.79	352.24	399.77
HPE	(m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	90.13	147.40	214.23	278.14

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	1.066	.724	.459	.273	.133	.049	.012	.002	.000
Q	(m3/seg)	.536	.364	.231	.137	.067	.025	.006	.001	.000
HP	(m)	399.77	443.07	478.53	505.36	521.36	530.24	534.16	535.09	535.14
HPE	(m)	278.14	336.65	387.31	429.34	460.55	484.63	503.75	519.89	535.14

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.004	1.686	1.272	.874	.532
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.275	1.073	.809	.556	.338
HP	(m)	257.17	256.90	256.62	256.34	260.77	298.79	348.48	396.23	437.30
HPE	(m)	4.53	20.63	36.74	52.83	73.63	128.03	194.10	258.23	315.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.673	.402	.213	.100	.047	.014	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	.338	.202	.107	.050	.024	.007	.002	.001	.000
HP	(m)	437.30	472.09	498.74	517.70	529.93	534.32	535.26	535.30	535.28
HPE	(m)	315.67	365.66	407.51	441.68	469.12	488.71	504.85	520.10	535.28

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.045	2.008	1.712	1.305	.906	.560	.284
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.278	1.089	.830	.576	.356	.181
HP	(m)	257.17	256.90	256.63	260.70	296.07	344.80	392.68	434.27	467.31
HPE	(m)	4.53	20.63	36.74	57.18	108.93	174.04	238.30	296.26	345.68

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.360	.162	.042	-.013	-.019	.001	.003	.002	.000
Q	(m3/seg)	.181	.081	.021	-.007	-.010	.000	.002	.001	.000
HP	(m)	467.31	493.02	511.30	523.36	530.70	534.97	535.47	535.45	535.47
HPE	(m)	345.68	386.59	420.08	447.34	469.88	489.36	505.06	520.25	535.47

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.012	1.736	1.338	.939	.588	.307	.102
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.280	1.105	.851	.597	.374	.195	.065
HP	(m)	257.17	256.90	260.63	293.53	341.22	389.16	431.22	464.91	489.38
HPE	(m)	4.53	20.63	40.74	90.02	154.08	218.40	276.83	326.90	367.75

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.129	-.001	-.065	-.078	-.059	-.030	-.001	.002	.000
Q	(m3/seg)	.065	.000	-.033	-.039	-.030	-.015	-.001	.001	.000
HP	(m)	489.38	506.58	517.69	524.33	528.42	531.87	535.17	535.64	535.62
HPE	(m)	367.75	400.16	426.46	448.31	467.61	486.26	504.76	520.44	535.62

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.046	2.015	1.759	1.370	.971	.616	.330	.119	-.018
Q	(m3/seg)	1.301	1.282	1.119	.872	.618	.392	.210	.076	-.012
HP	(m)	257.17	260.58	291.17	337.69	385.62	428.15	462.49	487.66	504.07
HPE	(m)	4.53	24.32	71.28	134.18	198.48	257.39	308.11	349.65	382.44

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.023	-.097	-.121	-.111	-.088	-.061	-.031	-.003	.000
Q	(m3/seg)	-.012	-.049	-.061	-.056	-.044	-.031	-.016	-.001	.000
HP	(m)	504.07	514.09	519.64	522.77	525.51	528.63	532.04	535.34	535.81
HPE	(m)	382.44	407.66	428.42	446.75	464.70	483.02	501.64	520.13	535.81

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	1.990	1.779	1.402	1.003	.645	.353	.137	-.006	-.087
Q	(m3/seg)	1.266	1.132	.892	.638	.410	.225	.087	-.004	-.056
HP	(m)	257.19	289.00	334.25	382.06	425.01	460.01	485.90	502.99	512.58
HPE	(m)	4.55	52.73	114.36	178.55	237.88	289.25	331.52	364.98	390.95

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
---	-----	-----	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

V (m/seg)	- .111	- .143	- .144	- .131	- .113	- .090	- .062	- .033	.000
Q (m3/seg)	- .056	- .072	- .072	- .066	- .057	- .045	- .031	- .017	.000
HP (m)	512.58	517.15	519.18	520.83	522.98	525.69	528.81	532.22	535.06
HPE (m)	390.95	410.72	427.96	444.81	462.16	480.08	498.40	517.02	535.06

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	1.553	1.406	1.035	.674	.377	.155	.006	-.080	-.118
Q (m3/seg)	.988	.895	.659	.429	.240	.099	.004	-.051	-.075
HP (m)	257.31	327.80	378.52	421.84	457.46	484.06	501.85	512.03	516.46
HPE (m)	4.67	91.53	158.63	218.33	270.32	313.31	347.46	374.02	394.83

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.149	-.158	-.154	-.146	-.133	-.114	-.091	-.060	.000
Q (m3/seg)	-.075	-.079	-.077	-.073	-.067	-.058	-.046	-.030	.000
HP (m)	516.46	517.70	518.34	519.39	521.00	523.15	525.87	528.54	528.65
HPE (m)	394.83	411.27	427.12	443.37	460.19	477.54	495.46	513.33	528.65

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.879	.838	.680	.402	.174	.019	-.072	-.114	-.126
Q (m3/seg)	.559	.533	.432	.255	.110	.012	-.046	-.072	-.080
HP (m)	257.43	347.34	415.77	454.86	482.17	500.63	511.41	516.29	517.55
HPE (m)	4.79	111.07	195.88	251.35	295.03	329.87	357.03	378.29	395.92

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.160	-.159	-.156	-.147	-.134	-.112	-.058	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.080	-.078	-.074	-.067	-.056	-.029	.000
HP (m)	517.55	517.66	517.91	518.52	519.57	521.18	522.88	522.30	522.03
HPE (m)	395.92	411.24	426.68	442.50	458.75	475.57	492.47	507.10	522.03

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.154	.178	.213	.171	.032	-.063	-.109	-.123	-.126
Q (m3/seg)	.098	.113	.135	.108	.021	-.040	-.069	-.078	-.080
HP (m)	257.49	348.46	426.47	477.56	499.36	510.74	516.08	517.62	517.77
HPE (m)	4.85	112.20	206.58	274.05	312.23	339.98	361.69	379.61	396.14

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.162	-.161	-.157	-.145	-.101	-.052	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.081	-.081	-.079	-.073	-.051	-.026	.000
HP (m)	517.77	517.76	517.83	518.08	518.69	519.29	517.62	516.38	515.96
HPE (m)	396.14	411.33	426.61	442.06	457.87	473.68	487.21	501.18	515.96

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.520	-.464	-.317	-.153	-.075	-.104	-.121	-.124	-.126
Q (m3/seg)	-.331	-.295	-.202	-.097	-.048	-.066	-.077	-.079	-.080

HP (m)	257.47	339.19	414.44	474.08	507.57	515.82	517.65	517.91	517.92
HPE (m)	4.83	102.93	194.55	270.57	320.43	345.06	363.27	379.91	396.29

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.162	-.163	-.158	-.124	-.085	-.043	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.082	-.080	-.063	-.043	-.022	.000
HP (m)	517.92	517.94	517.93	518.00	517.80	515.14	512.80	511.27	510.73
HPE (m)	396.29	411.51	426.71	441.98	456.99	469.52	482.39	496.07	510.73

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.094	-1.023	-.825	-.549	-.284	-.137	-.123	-.124	-.126
Q (m3/seg)	-.696	-.651	-.525	-.349	-.181	-.087	-.078	-.079	-.080
HP (m)	257.46	324.91	389.96	448.56	493.23	515.41	518.05	518.08	518.09
HPE (m)	4.82	88.65	170.07	245.05	306.09	344.65	363.67	380.07	396.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.162	-.160	-.131	-.099	-.066	-.033	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.082	-.080	-.066	-.050	-.033	-.017	.000
HP (m)	518.09	518.09	518.11	517.66	514.46	511.31	508.79	507.14	506.58
HPE (m)	396.46	411.66	426.88	441.64	453.64	465.70	478.38	491.94	506.58

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.546	-1.471	-1.262	-.949	-.594	-.293	-.140	-.125	-.126
Q (m3/seg)	-.983	-.936	-.803	-.604	-.378	-.187	-.089	-.079	-.080
HP (m)	257.31	308.91	360.69	412.09	459.96	497.43	516.14	518.25	518.25
HPE (m)	4.67	72.64	140.81	208.58	272.82	326.67	361.76	380.24	396.62

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.158	-.130	-.100	-.072	-.047	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.080	-.065	-.050	-.036	-.024	-.012	.000
HP (m)	518.25	518.26	517.82	514.57	511.17	508.10	505.65	504.09	503.55
HPE (m)	396.62	411.84	426.59	438.55	450.36	462.49	475.25	488.89	503.55

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.870	-1.803	-1.608	-1.309	-.945	-.576	-.283	-.141	-.126
Q (m3/seg)	-1.190	-1.147	-1.023	-.832	-.601	-.367	-.180	-.089	-.080
HP (m)	257.40	293.26	331.57	373.41	418.74	463.56	499.10	516.48	518.42
HPE (m)	4.76	57.00	111.68	169.90	231.60	292.80	344.72	378.47	396.79

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.160	-.157	-.129	-.099	-.072	-.048	-.029	-.014	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.079	-.065	-.050	-.036	-.024	-.015	-.007	.000
HP (m)	518.42	517.97	514.73	511.34	508.21	505.51	503.40	502.06	501.60
HPE (m)	396.79	411.55	423.51	435.32	447.40	459.90	473.00	486.85	501.60

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.084	-2.026	-1.865	-1.611	-1.287	-.918	-.555	-.274	-.136
Q (m3/seg)	-1.326	-1.289	-1.187	-1.025	-.819	-.584	-.353	-.174	-.087
HP (m)	257.16	279.86	305.76	338.25	377.85	422.51	466.49	500.61	516.26
HPE (m)	4.52	43.59	85.88	134.74	190.71	251.75	312.11	362.61	394.63

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.173	-.127	-.098	-.070	-.047	-.028	-.015	-.006	.000
Q (m3/seg)	-.087	-.064	-.049	-.035	-.024	-.014	-.008	-.003	.000
HP (m)	516.26	514.89	511.50	508.38	505.67	503.51	501.91	500.91	500.56
HPE (m)	394.63	408.47	420.28	432.36	444.86	457.90	471.50	485.70	500.56

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.201	-2.163	-2.044	-1.853	-1.588	-1.259	-.891	-.530	-.227
Q (m3/seg)	-1.401	-1.376	-1.300	-1.179	-1.010	-.801	-.567	-.337	-.144
HP (m)	257.37	269.23	285.80	309.45	341.73	381.56	426.12	468.83	497.48
HPE (m)	4.73	32.97	65.92	105.94	154.59	210.80	271.74	330.82	375.85

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.287	-.113	-.069	-.045	-.027	-.014	-.005	-.001	.000
Q (m3/seg)	-.144	-.057	-.035	-.023	-.014	-.007	-.003	-.001	.000
HP (m)	497.48	509.81	508.54	505.84	503.67	502.07	501.01	500.40	500.21
HPE (m)	375.85	403.38	417.32	429.82	442.86	456.46	470.60	485.20	500.21

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.257	-2.233	-2.163	-2.031	-1.833	-1.563	-1.228	-.829	-.434
Q (m3/seg)	-1.436	-1.420	-1.376	-1.292	-1.166	-.994	-.781	-.528	-.276
HP (m)	257.10	262.71	271.91	288.14	312.27	345.09	384.80	425.43	462.29
HPE (m)	4.46	26.44	52.03	84.63	125.14	174.33	230.42	287.42	340.66

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.549	-.228	-.061	-.026	-.012	-.004	.000	.001	.000
Q (m3/seg)	-.276	-.115	-.031	-.013	-.006	-.002	.000	.000	.000
HP (m)	462.29	491.17	504.14	503.83	502.23	501.17	500.57	500.31	500.25
HPE (m)	340.66	384.74	412.92	427.81	441.42	455.56	470.16	485.11	500.25

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.273	-2.266	-2.229	-2.153	-2.016	-1.809	-1.505	-1.127	-.712
Q (m3/seg)	-1.446	-1.442	-1.418	-1.370	-1.282	-1.151	-.957	-.717	-.453
HP (m)	257.36	259.16	264.00	273.53	290.33	314.69	344.52	379.62	417.87
HPE (m)	4.72	22.90	44.11	70.02	103.19	143.94	190.13	241.61	296.24

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
-------	-----	-------	-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

V (m/seg)	-.901	-.496	-.185	-.028	-.003	.001	.002	.001	.000
Q (m3/seg)	-.453	-.250	-.093	-.014	-.001	.001	.001	.001	.000
HP (m)	417.87	456.72	486.50	500.54	501.32	500.72	500.47	500.41	500.41
HPE (m)	296.24	350.30	395.28	424.52	440.51	455.11	470.06	485.20	500.41

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.281	-2.276	-2.264	-2.224	-2.139	-1.970	-1.718	-1.390	-1.006
Q (m3/seg)	-1.451	-1.448	-1.440	-1.415	-1.361	-1.253	-1.093	-.884	-.640
HP (m)	257.09	258.15	259.91	265.07	274.76	288.88	309.09	337.05	372.05
HPE (m)	4.45	21.89	40.02	61.56	87.63	118.12	154.71	199.05	250.42

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.273	-.856	-.462	-.161	-.014	.004	.003	.001	.000
Q (m3/seg)	-.640	-.430	-.232	-.081	-.007	.002	.001	.001	.000
HP (m)	372.05	413.32	453.21	484.03	499.03	500.62	500.56	500.57	500.57
HPE (m)	250.42	306.90	361.99	408.01	438.22	455.01	470.16	485.36	500.57

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.280	-2.281	-2.275	-2.258	-2.189	-2.061	-1.865	-1.604	-1.279
Q (m3/seg)	-1.451	-1.451	-1.447	-1.436	-1.393	-1.311	-1.187	-1.020	-.814
HP (m)	257.36	257.56	258.62	260.27	262.74	268.32	280.48	300.81	330.21
HPE (m)	4.72	21.30	38.73	56.76	75.60	97.56	126.10	162.81	208.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.619	-1.238	-.832	-.448	-.155	-.013	.003	.001	.000
Q (m3/seg)	-.814	-.622	-.418	-.225	-.078	-.006	.001	.001	.000
HP (m)	330.21	368.65	410.97	451.80	483.37	498.88	500.72	500.72	500.72
HPE (m)	208.58	262.22	319.75	375.78	422.56	453.26	470.31	485.52	500.72

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.283	-2.281	-2.278	-2.248	-2.190	-2.096	-1.958	-1.764	-1.511
Q (m3/seg)	-1.452	-1.451	-1.449	-1.430	-1.393	-1.333	-1.245	-1.122	-.961
HP (m)	257.09	257.70	257.64	255.89	253.27	253.41	258.89	272.47	295.15
HPE (m)	4.45	21.44	37.75	52.38	66.13	82.65	104.50	134.47	173.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.912	-1.594	-1.223	-.824	-.445	-.155	-.014	.001	.000
Q (m3/seg)	-.961	-.801	-.615	-.414	-.224	-.078	-.007	.001	.000
HP (m)	295.15	327.93	367.33	410.42	451.74	483.51	499.04	500.88	500.88
HPE (m)	173.52	221.50	276.11	334.40	390.92	437.90	468.63	485.67	500.88

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.281	-2.280	-2.256	-2.216	-2.161	-2.095	-2.003	-1.874	-1.692
Q (m3/seg)	-1.451	-1.451	-1.435	-1.410	-1.375	-1.333	-1.274	-1.192	-1.076

HP	(m)	257.36	257.15	255.06	250.64	246.13	242.96	244.21	251.90	268.17
HPE	(m)	4.72	20.89	35.17	47.12	58.99	72.20	89.83	113.90	146.54

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.141	-1.896	-1.585	-1.219	-.823	-.446	-.156	-.015	.000
Q	(m3/seg)	-1.076	-.953	-.797	-.613	-.414	-.224	-.078	-.008	.000
HP	(m)	268.17	293.88	327.46	367.37	410.67	451.99	483.71	499.20	501.03
HPE	(m)	146.54	187.46	236.23	291.36	349.86	406.38	453.30	484.00	501.03

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.279	-2.258	-2.222	-2.173	-2.125	-2.074	-2.018	-1.939	-1.823
Q	(m3/seg)	-1.450	-1.437	-1.413	-1.382	-1.352	-1.319	-1.284	-1.234	-1.160
HP	(m)	257.09	254.91	250.45	245.37	240.03	236.21	234.91	238.61	248.96
HPE	(m)	4.45	18.64	30.56	41.86	52.90	65.46	80.53	100.61	127.33

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.307	-2.132	-1.892	-1.584	-1.219	-.824	-.446	-.157	.000
Q	(m3/seg)	-1.160	-1.072	-.951	-.796	-.613	-.414	-.224	-.079	.000
HP	(m)	248.96	267.71	293.97	327.78	367.73	410.98	452.25	483.90	497.53
HPE	(m)	127.33	161.29	202.75	251.77	306.92	365.37	421.84	468.70	497.53

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.239	-2.223	-2.177	-2.131	-2.086	-2.050	-2.015	-1.974	-1.907
Q	(m3/seg)	-1.424	-1.414	-1.385	-1.356	-1.327	-1.304	-1.282	-1.256	-1.213
HP	(m)	257.36	250.70	245.43	239.88	235.25	231.48	229.77	230.85	236.85
HPE	(m)	4.72	14.43	25.54	36.37	48.12	60.72	75.39	92.85	115.22

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.414	-2.303	-2.131	-1.892	-1.583	-1.218	-.824	-.430	.000
Q	(m3/seg)	-1.213	-1.158	-1.071	-.951	-.796	-.612	-.414	-.216	.000
HP	(m)	236.85	249.04	268.06	294.37	328.17	368.09	411.29	450.68	466.86
HPE	(m)	115.22	142.61	176.84	218.36	267.36	322.48	380.88	435.47	466.86

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.174	-2.162	-2.134	-2.091	-2.056	-2.028	-2.008	-1.987	-1.956
Q	(m3/seg)	-1.383	-1.375	-1.357	-1.330	-1.308	-1.290	-1.277	-1.264	-1.244
HP	(m)	257.13	247.94	240.20	235.27	231.16	228.48	226.85	227.16	230.01
HPE	(m)	4.49	11.67	20.31	31.76	44.03	57.72	72.47	89.16	108.38

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.476	-2.412	-2.302	-2.130	-1.891	-1.582	-1.201	-.666	.000
Q	(m3/seg)	-1.244	-1.213	-1.157	-1.071	-.950	-.795	-.604	-.335	.000
HP	(m)	230.01	237.18	249.44	268.47	294.78	328.56	366.62	394.40	404.01
HPE	(m)	108.38	130.75	158.22	192.45	233.96	282.95	336.22	379.19	404.01

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	5.448	4.848	!!	8.578	4.452
2	52.11	5.448	112.200	!!	9.716	11.672
3	104.21	5.448	206.582	!!	9.716	20.314
4	156.32	5.448	274.047	!!	9.716	31.758
5	208.43	5.732	320.431	!!	9.716	44.029
6	260.53	5.732	345.062	!!	9.716	57.720
7	312.64	6.017	363.667	!!	9.716	72.471
8	364.74	6.301	380.243	!!	9.716	89.156
9	416.85	6.586	396.789	!!	9.716	108.382

NUMERO DE TUBERIA = 2

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	396.789	!!	9.716	108.382
2	43.56	6.301	411.838	!!	9.716	130.750
3	87.13	4.309	428.416	!!	9.716	158.218
4	130.69	4.025	448.314	!!	.610	177.994
5	174.26	3.740	469.881	!!	.894	192.811
6	217.82	3.740	489.357	!!	.610	207.698
7	261.39	3.740	505.065	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.437	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.808	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNT1.FOR
TUBERIA DE N TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
COTA EN LA VALVULA = .000 m
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 4.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
LONGITUD = 416.850 m
DIAMETRO = .900 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019
ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
LONGITUD = 348.520 m
DIAMETRO = .800 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019
ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
Cierre no lineal de la válvula

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.40	256.15	255.90	255.65	255.40	255.15
HPE (m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.33	117.47	133.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.273
HP (m)	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	252.33
HPE (m)	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	252.32

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041

Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.42	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18
HPE (m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.532	2.172
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.273	1.092
HP (m)	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70	253.35	252.99	252.65	252.30
HPE (m)	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	242.94	297.00

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.533	2.175	1.814
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.273	1.093	.912
HP (m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	252.93	252.58	252.23
HPE (m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	228.02	281.89	336.00

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.177	1.817	1.471
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.094	.913	.739
HP (m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	253.21	252.81	252.41	252.01
HPE (m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	213.10	266.78	320.87	373.52

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.534	2.179	1.819	1.473	1.152
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.274	1.095	.914	.740	.579
HP (m)	255.09	254.73	254.38	254.02	253.67	253.32	252.97	252.62	252.27
HPE (m)	133.46	148.31	163.16	178.00	198.25	251.67	305.73	358.38	408.26

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.534	2.181	1.822	1.475	1.155	.869
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.274	1.096	.916	.742	.580	.437
HP (m)	255.06	254.70	254.35	259.36	297.46	336.29	373.65	408.32	439.28
HPE (m)	133.43	148.28	163.12	183.34	236.64	290.68	343.24	393.12	439.28

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE (m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.535	2.183	1.824	1.478	1.158	.871	.626
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.274	1.098	.917	.743	.582	.438	.315
HP (m)	255.03	254.67	259.66	297.57	336.37	373.79	408.46	439.35	465.83
HPE (m)	133.40	148.25	168.44	221.55	275.55	328.18	378.05	424.14	465.83

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE (m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.535	2.186	1.826	1.481	1.160	.874	.629	.427
Q (m3/seg)	1.299	1.274	1.099	.918	.744	.583	.439	.316	.215
HP (m)	255.00	259.95	297.67	336.45	373.86	408.53	439.50	465.99	487.67
HPE (m)	133.37	153.53	206.45	260.43	313.04	362.92	409.09	450.79	487.67

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	2.001
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.273
HP (m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	259.91
HPE (m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	138.28

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.532	2.188	1.829	1.483	1.162	.876	.631	.430	.272
Q (m3/seg)	1.273	1.100	.919	.745	.584	.441	.317	.216	.137
HP (m)	259.91	297.78	336.54	373.93	408.61	439.58	466.09	487.85	504.86
HPE (m)	138.28	191.36	245.31	297.91	347.79	393.97	435.68	472.64	504.86

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.004	1.709
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.275	1.088
HP (m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	259.78	295.05
HPE (m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	121.77	173.42

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.164	1.828	1.486	1.165	.879	.633	.432	.274	.158
Q (m3/seg)	1.088	.919	.747	.586	.442	.318	.217	.138	.079
HP (m)	295.05	336.28	374.01	408.68	439.66	466.18	487.96	504.98	517.46
HPE (m)	173.42	229.85	282.78	332.66	378.84	420.57	457.55	489.77	517.46

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.008	1.733	1.409
Q (m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.277	1.103	.897
HP (m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	259.68	292.50	331.28
HPE (m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	105.29	154.49	209.65

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	1.784	1.462	1.164	.881	.636	.434	.276	.160	.080
Q (m3/seg)	.897	.735	.585	.443	.319	.218	.139	.080	.040
HP (m)	331.28	371.24	408.42	439.74	466.27	488.06	505.10	517.60	526.05
HPE (m)	209.65	264.82	317.19	363.72	405.46	442.45	474.69	502.39	526.05

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	2.011	1.755	1.436	1.120
Q (m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.279	1.117	.913	.713
HP (m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	259.61	290.14	328.44	366.23
HPE (m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	88.85	135.76	190.43	244.60

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	1.418	1.120	.857	.635	.436	.278	.162	.082	.033
Q (m3/seg)	.713	.563	.431	.319	.219	.140	.081	.041	.017
HP (m)	366.23	403.42	436.99	466.03	488.17	505.22	517.73	526.20	531.37
HPE (m)	244.60	296.99	345.77	390.01	427.36	459.61	487.32	511.00	531.37

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.014	1.776	1.461	1.146	.852

Q (m3/seg) 1.301 1.301 1.300 1.300 1.281 1.130 .930 .729 .542
 HP (m) 257.17 256.90 256.62 256.34 259.59 287.96 325.64 363.46 398.67
 HPE (m) 4.53 20.63 36.74 52.83 72.45 117.20 171.25 225.45 277.04

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) 1.078 .813 .590 .412 .277 .163 .084 .035 .009
 Q (m3/seg) .542 .409 .297 .207 .139 .082 .042 .018 .005
 HP (m) 398.67 432.00 461.06 485.45 505.01 517.87 526.35 531.52 534.12
 HPE (m) 277.04 325.57 369.83 409.43 444.19 472.26 495.94 516.32 534.12

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.045 2.045 2.045 2.017 1.796 1.487 1.171 .876 .612
 Q (m3/seg) 1.301 1.301 1.301 1.283 1.142 .946 .745 .557 .390
 HP (m) 257.17 256.90 256.63 259.61 286.00 322.90 360.68 396.09 427.67
 HPE (m) 4.53 20.63 36.74 56.10 98.86 152.14 206.30 258.09 306.04

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) .775 .548 .368 .232 .139 .083 .037 .011 .001
 Q (m3/seg) .390 .276 .185 .117 .070 .042 .018 .006 .001
 HP (m) 427.67 456.34 480.49 500.07 515.18 526.16 531.68 534.28 535.23
 HPE (m) 306.04 349.91 389.27 424.05 454.37 480.55 501.27 519.08 535.23

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.045 2.045 2.020 1.814 1.512 1.197 .900 .634 .407
 Q (m3/seg) 1.301 1.301 1.285 1.154 .962 .762 .573 .403 .259
 HP (m) 257.17 256.90 259.62 284.17 320.25 357.96 393.52 425.38 452.56
 HPE (m) 4.53 20.63 39.74 80.66 133.11 187.20 239.14 287.37 330.93

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) .515 .329 .190 .095 .038 .013 .010 .003 .000
 Q (m3/seg) .259 .166 .096 .048 .019 .006 .005 .001 .000
 HP (m) 452.56 476.20 495.38 510.24 521.25 529.02 534.11 535.39 535.49
 HPE (m) 330.93 369.77 404.15 434.23 460.43 483.41 503.70 520.19 535.49

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.046 2.022 1.831 1.537 1.223 .925 .656 .426 .238
 Q (m3/seg) 1.301 1.287 1.165 .978 .778 .588 .417 .271 .152
 HP (m) 257.17 259.66 282.47 317.64 355.22 390.96 423.10 450.63 473.04
 HPE (m) 4.53 23.39 62.58 114.12 168.08 220.20 268.72 312.62 351.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) .302 .156 .056 -.005 -.032 -.035 -.022 -.002 .000
 Q (m3/seg) .152 .079 .028 -.002 -.016 -.018 -.011 -.001 .000
 HP (m) 473.04 491.63 505.98 516.58 524.10 529.22 532.75 535.32 535.68
 HPE (m) 351.41 385.21 414.76 440.56 463.29 483.61 502.34 520.12 535.68

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 2.004 1.847 1.561 1.249 .949 .678 .445 .254 .106
 Q (m3/seg) 1.275 1.175 .993 .794 .604 .432 .283 .162 .068
 HP (m) 257.18 280.91 315.09 352.47 388.35 420.79 448.68 471.50 489.15
 HPE (m) 4.54 44.65 95.20 148.96 201.22 250.03 294.30 333.49 367.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) .134 .028 -.038 -.071 -.078 -.067 -.046 -.024 .000
 Q (m3/seg) .068 .014 -.019 -.036 -.039 -.033 -.023 -.012 .000
 HP (m) 489.15 502.86 512.86 519.86 524.57 527.84 530.45 533.04 535.16
 HPE (m) 367.52 396.43 421.64 443.84 463.75 482.23 500.04 517.84 535.16

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 1.677 1.564 1.274 .973 .701 .465 .271 .119 .009
 Q (m3/seg) 1.067 .995 .810 .619 .446 .296 .172 .076 .006
 HP (m) 257.27 310.29 349.74 385.73 418.43 446.69 469.91 487.97 501.02
 HPE (m) 4.63 74.03 129.86 182.22 231.30 275.93 315.53 349.96 379.39

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) .012 -.060 -.099 -.112 -.105 -.089 -.069 -.045 .000
 Q (m3/seg) .006 -.030 -.050 -.056 -.053 -.045 -.035 -.022 .000
 HP (m) 501.02 510.40 516.75 520.86 523.61 525.80 528.14 530.29 530.42
 HPE (m) 379.39 403.97 425.53 444.84 462.79 480.19 497.73 515.09 530.42

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) 1.168 1.128 .980 .723 .484 .287 .132 .019 -.057
 Q (m3/seg) .743 .717 .624 .460 .308 .183 .084 .012 -.036
 HP (m) 257.39 326.35 380.95 416.06 444.66 468.27 486.74 500.19 509.15
 HPE (m) 4.75 90.09 161.06 212.55 257.52 297.51 332.36 362.19 387.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m) .00 43.56 87.13 130.69 174.26 217.82 261.39 304.95 348.52
 V (m/seg) -.072 -.116 -.134 -.134 -.123 -.108 -.087 -.045 .000
 Q (m3/seg) -.036 -.058 -.067 -.067 -.062 -.054 -.044 -.023 .000
 HP (m) 509.15 514.94 518.41 520.51 522.10 523.90 525.64 525.52 525.43
 HPE (m) 387.52 408.51 427.19 444.49 461.28 478.29 495.24 510.32 525.43

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m) .00 52.11 104.21 156.32 208.43 260.53 312.64 364.74 416.85
 V (m/seg) .604 .605 .586 .487 .303 .145 .029 -.049 -.097
 Q (m3/seg) .384 .385 .373 .310 .193 .093 .019 -.031 -.062
 HP (m) 257.46 330.10 394.41 440.61 466.60 485.47 499.31 508.62 514.18
 HPE (m) 4.82 93.84 174.52 237.10 279.47 314.71 344.93 370.62 392.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.123	-.145	-.150	-.145	-.136	-.121	-.084	-.043	.000
Q (m3/seg)	-.062	-.073	-.076	-.073	-.069	-.061	-.042	-.021	.000
HP (m)	514.18	517.18	518.71	519.65	520.81	521.94	521.29	520.79	520.62
HPE (m)	392.55	410.75	427.48	443.63	459.99	476.33	490.88	505.59	520.62

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	.049	.071	.126	.171	.144	.040	-.042	-.092	-.117
Q (m3/seg)	.031	.045	.080	.109	.091	.025	-.027	-.058	-.075
HP (m)	257.49	327.20	392.55	446.97	482.33	498.40	508.06	513.91	516.81
HPE (m)	4.85	90.94	172.66	243.46	295.20	327.64	353.68	375.90	395.18

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.149	-.157	-.157	-.153	-.144	-.112	-.077	-.039	.000
Q (m3/seg)	-.075	-.079	-.079	-.077	-.072	-.057	-.039	-.020	.000
HP (m)	516.81	517.95	518.42	519.00	519.50	518.20	517.09	516.40	516.15
HPE (m)	395.18	411.53	427.20	442.98	458.68	472.59	486.69	501.19	516.15

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.464	-.430	-.337	-.206	-.088	-.049	-.087	-.114	-.125
Q (m3/seg)	-.295	-.274	-.214	-.131	-.056	-.031	-.055	-.073	-.079
HP (m)	257.47	320.90	381.92	437.19	480.77	505.78	513.61	516.74	517.87
HPE (m)	4.83	84.64	162.03	233.68	293.63	335.02	359.23	378.74	396.24

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.158	-.160	-.160	-.155	-.129	-.099	-.067	-.034	.000
Q (m3/seg)	-.079	-.080	-.080	-.078	-.065	-.050	-.034	-.017	.000
HP (m)	517.87	518.06	518.25	518.27	516.40	514.65	513.30	512.45	512.16
HPE (m)	396.24	411.63	427.03	442.25	455.59	469.04	482.90	497.25	512.16

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.919	-.879	-.764	-.590	-.387	-.210	-.124	-.123	-.126
Q (m3/seg)	-.584	-.559	-.486	-.375	-.246	-.134	-.079	-.078	-.080
HP (m)	257.47	312.72	366.79	418.00	463.45	497.76	515.09	517.94	518.14
HPE (m)	4.83	76.46	146.90	214.49	276.31	327.01	360.71	379.93	396.51

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.161	-.158	-.136	-.111	-.084	-.057	-.028	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.081	-.080	-.068	-.056	-.042	-.028	-.014	.000
HP (m)	518.14	518.17	517.90	515.65	513.42	511.50	510.01	509.07	508.75
HPE (m)	396.51	411.74	426.68	439.64	452.61	465.89	479.60	493.87	508.75

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.306	-1.262	-1.139	-.946	-.704	-.449	-.240	-.136	-.126

Q (m3/seg)	-.831	-.803	-.725	-.602	-.448	-.286	-.153	-.087	-.080
HP (m)	257.36	303.64	349.46	394.36	437.20	475.31	503.54	516.84	518.31
HPE (m)	4.72	67.38	129.57	190.85	250.06	304.55	349.16	378.83	396.68

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.159	-.158	-.137	-.114	-.091	-.068	-.045	-.023	.000
Q (m3/seg)	-.080	-.079	-.069	-.057	-.046	-.034	-.023	-.011	.000
HP (m)	518.31	517.98	515.57	513.06	510.76	508.78	507.27	506.30	505.97
HPE (m)	396.68	411.56	424.35	437.04	449.94	463.17	476.86	491.10	505.97

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.619	-1.577	-1.453	-1.259	-1.008	-.724	-.447	-.236	-.134
Q (m3/seg)	-1.030	-1.003	-.925	-.801	-.641	-.461	-.285	-.150	-.085
HP (m)	257.42	294.23	331.51	369.26	407.41	444.97	479.25	505.02	516.74
HPE (m)	4.78	57.97	111.62	165.75	220.28	274.22	324.87	367.01	395.11

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.169	-.136	-.113	-.092	-.071	-.052	-.034	-.017	.000
Q (m3/seg)	-.085	-.068	-.057	-.046	-.036	-.026	-.017	-.008	.000
HP (m)	516.74	515.72	513.15	510.67	508.42	506.52	505.07	504.17	503.85
HPE (m)	395.11	409.30	421.93	434.66	447.60	460.91	474.67	488.96	503.85

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.863	-1.822	-1.707	-1.522	-1.282	-1.002	-.707	-.430	-.201
Q (m3/seg)	-1.185	-1.159	-1.086	-.968	-.815	-.637	-.450	-.273	-.128
HP (m)	257.22	285.29	314.08	344.71	377.46	412.35	448.20	481.09	502.72
HPE (m)	4.58	49.03	94.20	141.20	190.32	241.59	293.82	343.08	381.09

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.255	-.125	-.091	-.071	-.053	-.037	-.024	-.011	.000
Q (m3/seg)	-.128	-.063	-.046	-.036	-.027	-.019	-.012	-.006	.000
HP (m)	502.72	511.92	510.83	508.50	506.43	504.71	503.42	502.62	502.36
HPE (m)	381.09	405.49	419.60	432.48	445.62	459.10	473.01	487.42	502.36

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.038	-2.004	-1.901	-1.738	-1.521	-1.265	-.978	-.661	-.358
Q (m3/seg)	-1.296	-1.275	-1.209	-1.105	-.968	-.805	-.622	-.420	-.227
HP (m)	257.38	276.99	298.34	322.12	349.57	380.89	415.06	447.80	476.21
HPE (m)	4.74	40.72	78.45	118.61	162.43	210.13	260.68	309.79	354.58

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.453	-.210	-.082	-.052	-.037	-.024	-.015	-.007	.000
Q (m3/seg)	-.227	-.105	-.041	-.026	-.018	-.012	-.007	-.003	.000
HP (m)	476.21	497.86	507.27	506.58	504.79	503.33	502.25	501.60	501.38
HPE (m)	354.58	391.43	416.05	430.57	443.98	457.72	471.85	486.40	501.38

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.157	-2.127	-2.044	-1.908	-1.726	-1.500	-1.219	-.901	-.571
Q	(m3/seg)	-1.372	-1.353	-1.300	-1.214	-1.098	-.954	-.776	-.573	-.363
HP	(m)	257.13	270.23	284.72	302.78	325.14	352.04	380.85	411.36	442.01
HPE	(m)	4.49	33.97	64.83	99.27	138.00	181.28	226.47	273.35	320.38

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.722	-.409	-.170	-.048	-.023	-.014	-.008	-.003	.000
Q	(m3/seg)	-.363	-.206	-.086	-.024	-.012	-.007	-.004	-.002	.000
HP	(m)	442.01	471.64	493.65	503.56	503.48	502.34	501.52	501.01	500.85
HPE	(m)	320.38	365.21	402.42	427.54	442.66	456.72	471.11	485.81	500.85

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.226	-2.206	-2.142	-2.040	-1.893	-1.687	-1.428	-1.129	-.804
Q	(m3/seg)	-1.416	-1.404	-1.363	-1.298	-1.204	-1.073	-.908	-.718	-.512
HP	(m)	257.36	264.63	274.24	287.16	304.66	324.79	348.35	375.40	405.29
HPE	(m)	4.72	28.36	54.35	83.65	117.52	154.03	193.96	237.40	283.66

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.018	-.682	-.374	-.142	-.025	-.006	-.003	-.001	.000
Q	(m3/seg)	-.512	-.343	-.188	-.071	-.013	-.003	-.001	.000	.000
HP	(m)	405.29	437.88	468.00	490.57	501.11	501.66	501.10	500.76	500.64
HPE	(m)	283.66	331.46	376.78	414.55	440.29	456.05	470.69	485.55	500.64

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.264	-2.248	-2.209	-2.133	-2.008	-1.828	-1.602	-1.334	-1.035
Q	(m3/seg)	-1.440	-1.430	-1.405	-1.357	-1.277	-1.163	-1.019	-.849	-.658
HP	(m)	257.10	261.08	266.56	275.47	286.31	300.60	318.99	342.09	369.52
HPE	(m)	4.46	24.82	46.68	71.96	99.17	129.84	164.61	204.09	247.89

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.310	-.983	-.653	-.351	-.125	-.014	.000	.001	.000
Q	(m3/seg)	-.658	-.494	-.328	-.177	-.063	-.007	.000	.000	.000
HP	(m)	369.52	401.72	434.89	465.61	488.78	499.87	500.90	500.72	500.67
HPE	(m)	247.89	295.30	343.67	389.59	427.97	454.26	470.49	485.52	500.67

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.276	-2.271	-2.245	-2.184	-2.077	-1.930	-1.740	-1.512	-1.248
Q	(m3/seg)	-1.448	-1.445	-1.428	-1.389	-1.321	-1.228	-1.107	-.962	-.794
HP	(m)	257.36	258.75	261.81	265.24	270.97	279.98	293.77	312.61	336.72
HPE	(m)	4.72	22.48	41.92	61.73	83.84	109.22	139.39	174.61	215.09

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.579	-1.279	-.959	-.635	-.339	-.117	-.011	.001	.000
Q	(m3/seg)	-.794	-.643	-.482	-.319	-.170	-.059	-.005	.001	.000
HP	(m)	336.72	366.59	399.41	433.18	464.44	488.05	499.50	500.81	500.80
HPE	(m)	215.09	260.16	308.19	357.16	403.62	442.44	469.09	485.61	500.80

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.282	-2.276	-2.251	-2.196	-2.113	-1.996	-1.846	-1.658	-1.436
Q	(m3/seg)	-1.452	-1.448	-1.432	-1.397	-1.344	-1.270	-1.174	-1.055	-.913
HP	(m)	257.09	257.85	257.15	257.00	258.43	263.50	272.91	287.72	307.95
HPE	(m)	4.45	21.58	37.26	53.49	71.29	92.75	118.53	149.71	186.32

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.817	-1.554	-1.261	-.946	-.627	-.335	-.116	-.011	.000
Q	(m3/seg)	-.913	-.781	-.634	-.475	-.315	-.168	-.058	-.006	.000
HP	(m)	307.95	334.45	364.94	398.31	432.53	464.13	487.99	499.58	500.95
HPE	(m)	186.32	228.03	273.72	322.29	371.71	418.52	457.58	484.38	500.95

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.278	-2.266	-2.232	-2.186	-2.120	-2.034	-1.919	-1.775	-1.594
Q	(m3/seg)	-1.449	-1.441	-1.420	-1.391	-1.349	-1.294	-1.221	-1.129	-1.014
HP	(m)	257.36	255.48	252.96	250.05	249.03	250.70	256.70	267.48	283.86
HPE	(m)	4.72	19.22	33.08	46.54	61.89	79.94	102.32	129.47	162.23

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.018	-1.798	-1.541	-1.253	-.941	-.625	-.335	-.117	.000
Q	(m3/seg)	-1.014	-.904	-.775	-.630	-.473	-.314	-.168	-.059	.000
HP	(m)	283.86	306.34	333.41	364.35	398.08	432.55	464.28	488.17	498.37
HPE	(m)	162.23	199.91	242.18	288.33	337.26	386.94	433.88	472.96	498.37

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.252	-2.237	-2.203	-2.159	-2.111	-2.048	-1.968	-1.861	-1.723
Q	(m3/seg)	-1.433	-1.423	-1.402	-1.374	-1.343	-1.303	-1.252	-1.184	-1.096
HP	(m)	257.10	252.62	248.38	244.74	241.86	241.59	244.53	252.05	264.47
HPE	(m)	4.46	16.36	28.49	41.22	54.72	70.83	90.14	114.04	142.84

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.181	-2.004	-1.789	-1.536	-1.250	-.941	-.625	-.323	.000
Q	(m3/seg)	-1.096	-1.008	-.899	-.772	-.628	-.473	-.314	-.163	.000
HP	(m)	264.47	282.84	305.79	333.22	364.43	398.30	432.80	463.14	475.44
HPE	(m)	142.84	176.41	214.56	257.20	303.61	352.69	402.39	447.93	475.44

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.199	-2.193	-2.166	-2.130	-2.090	-2.049	-1.994	-1.922	-1.822

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.542
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.278
HP (m)	255.21	254.79	254.44	254.08	253.73	253.38	253.03	252.68	256.76
HPE (m)	133.58	148.36	163.21	178.07	192.92	207.77	222.62	237.47	256.76

TIEMPO T= .325 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.42	256.19	255.95	255.72	255.43	255.18
HPE (m)	4.53	20.65	36.77	52.91	69.05	85.19	101.34	117.42	133.55

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.542	2.255
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.278	1.133
HP (m)	255.18	254.83	254.40	254.05	253.70	253.35	252.99	257.04	288.01
HPE (m)	133.55	148.40	163.18	178.03	192.88	207.73	222.59	241.84	288.01

TIEMPO T= .610 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.16	255.93	255.64	255.39	255.15
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.03	85.17	101.26	117.39	133.52

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.583	2.583	2.583	2.583	2.583	2.543	2.257	1.967
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.278	1.134	.989
HP (m)	255.15	254.80	254.44	254.01	253.66	253.31	257.33	288.14	319.38
HPE (m)	133.52	148.37	163.22	177.99	192.85	207.70	226.93	272.94	319.38

TIEMPO T= .894 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.298	1.298	1.298	1.298	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.13	255.85	255.60	255.36	255.12
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	69.00	85.09	101.22	117.36	133.49

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.583	2.583	2.583	2.543	2.258	1.969	1.684
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.278	1.135	.990	.847
HP (m)	255.12	254.77	254.41	254.05	253.63	257.62	288.28	319.50	350.20
HPE (m)	133.49	148.34	163.19	178.03	192.81	212.01	257.87	304.29	350.20

TIEMPO T= 1.179 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.298	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.39	256.08	255.81	255.57	255.33	255.09
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.88	68.95	85.05	101.19	117.32	133.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.583	2.544	2.260	1.971	1.686	1.414
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.279	1.136	.991	.848	.711
HP (m)	255.09	254.73	254.38	254.02	257.99	288.42	319.61	350.30	379.72
HPE (m)	133.46	148.31	163.16	178.00	197.17	242.80	289.20	335.09	379.72

TIEMPO T= 1.464 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.041	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.65	256.34	256.06	255.80	255.54	255.30	255.06
HPE (m)	4.53	20.65	36.76	52.83	68.93	85.04	101.16	117.29	133.43

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.584	2.544	2.262	1.973	1.688	1.416	1.161
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.279	1.137	.992	.849	.712	.584
HP (m)	255.06	254.70	254.35	258.29	288.63	319.80	350.39	379.81	407.37
HPE (m)	133.43	148.28	163.12	182.27	227.82	274.18	319.99	364.60	407.37

TIEMPO T= 1.748 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041	2.041	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.91	256.61	256.32	256.05	255.79	255.52	255.27	255.03
HPE (m)	4.53	20.65	36.72	52.81	68.92	85.03	101.14	117.26	133.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.584	2.544	2.264	1.975	1.691	1.419	1.163	.930
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.279	1.138	.993	.850	.713	.585	.468
HP (m)	255.03	254.67	258.59	288.78	319.92	350.57	379.97	407.46	432.61
HPE (m)	133.40	148.25	167.37	212.76	259.10	304.96	349.56	392.26	432.61

TIEMPO T= 2.033 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.042	2.041
Q (m3/seg)	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299
HP (m)	257.17	256.87	256.59	256.32	256.05	255.78	255.52	255.25	255.00
HPE (m)	4.53	20.61	36.70	52.81	68.91	85.02	101.13	117.25	133.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	2.584	2.545	2.266	1.977	1.693	1.421	1.166	.933	.725
Q (m3/seg)	1.299	1.279	1.139	.994	.851	.714	.586	.469	.364

Q (m3/seg)	-1.399	-1.395	-1.378	-1.355	-1.330	-1.303	-1.268	-1.222	-1.159
HP (m)	257.37	250.02	244.38	240.00	236.91	235.14	236.25	240.76	249.83
HPE (m)	4.73	13.76	24.49	36.48	49.78	64.38	81.87	102.75	128.20

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-2.306	-2.172	-1.999	-1.787	-1.535	-1.250	-.928	-.508	.000
Q (m3/seg)	-1.159	-1.092	-1.005	-.898	-.772	-.628	-.467	-.255	.000
HP (m)	249.83	263.93	282.68	305.90	333.49	364.74	397.23	420.18	428.04
HPE (m)	128.20	157.51	191.46	229.88	272.68	319.13	366.82	404.97	428.04

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	5.732	4.850	!!	8.863	4.452
2	52.11	5.448	93.838	!!	9.716	13.757
3	104.21	5.448	174.518	!!	9.716	24.493
4	156.32	5.732	243.460	!!	9.716	36.484
5	208.43	5.732	295.195	!!	9.716	49.775
6	260.53	6.017	335.018	!!	9.716	64.383
7	312.64	6.301	360.709	!!	9.716	81.869
8	364.74	6.301	379.930	!!	9.716	102.754
9	416.85	6.586	396.683	!!	9.716	128.201

NUMERO DE TUBERIA = 2

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	396.683	!!	9.716	128.201
2	43.56	6.301	411.741	!!	1.748	148.248
3	87.13	5.448	427.484	!!	1.464	163.125
4	130.69	4.878	444.844	!!	.610	177.994
5	174.26	4.594	463.754	!!	.894	192.811
6	217.82	4.309	483.610	!!	.610	207.698
7	261.39	4.025	503.703	!!	.325	222.586
8	304.95	4.025	520.189	!!	.041	237.474
9	348.52	4.309	535.675	!!	.000	252.362

PROGRAMA MCNT1.FOR
TUBERIA DE N TRAMOS CON DIAMETROS CONSTANTES
CIERRE NO LINEAL DE LA VALVULA DE CONTROL

COTA EN CAMARA DE CARGA = 257.490 m
COTA EN LA VALVULA = .000 m
TIEMPO DE CIERRE DE VALVULA = 5.000 seg
TIEMPO DE ANALISIS = 10.000 seg
NUMERO DE PUNTOS DE ANALISIS = 8
NUMERO DE TUBERIAS = 2

TUBERIA = 1
LONGITUD = 416.850 m

DIAMETRO = .900 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019
ACELERACION DE ONDA = 1182.920 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 252.640 m

TUBERIA = 2
LONGITUD = 348.520 m
DIAMETRO = .800 m
COEFICIENTE DE FRICCION = .019
ACELERACION DE ONDA = 1069.020 m/seg
COTA EXTREMO SUPERIOR TUB. = 121.630 m

CONDICION DE CIERRE DE LA VALVULA :
Cierre no lineal de la válvula

ANALISIS DEL FLUJO INICIAL EN LA TUBERIA

NUMERO DE TUBERIA = 1

VELOCIDAD V0= 2.041 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	.000	1.298	257.17	4.53
2	52.11	52.106	1.298	256.94	20.67
3	104.21	104.213	1.298	256.70	36.82
4	156.32	156.319	1.298	256.47	52.96
5	208.43	208.425	1.298	256.24	69.10
6	260.53	260.531	1.298	256.00	85.25
7	312.64	312.638	1.298	255.77	101.39
8	364.74	364.744	1.298	255.54	117.53
9	416.85	416.850	1.298	255.30	133.67

NUMERO DE TUBERIA = 2

VELOCIDAD V0= 2.583 m/seg
CAUDAL Q0= 1.298 m3/seg

	LONGITUD (m)	LONG.ACUM (m)	CAUDAL (m3/s)	ALT.PIEZOM (m)	ALT.PRES.EST. (m)
1	.00	416.850	1.298	255.18	133.55
2	43.56	460.415	1.298	254.82	148.40
3	87.13	503.980	1.298	254.47	163.25
4	130.69	547.545	1.298	254.12	178.10
5	174.26	591.110	1.298	253.77	192.95
6	217.82	634.675	1.298	253.42	207.81
7	261.39	678.240	1.298	253.07	222.66
8	304.95	721.805	1.298	252.71	237.51
9	348.52	765.370	1.298	252.36	252.36

ANALISIS DEL GOLPE DE ARIETE

TIEMPO T= .041 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

	L (m)	V (m/seg)	Q (m3/seg)	HP (m)	HPE (m)	0.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041	2.041
Q	(m3/seg)	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298	1.298
HP	(m)	257.17	256.91	256.68	256.45	256.21	255.98	255.74	255.51	255.21	255.21	255.21	255.21	255.21
HPE	(m)	4.53	20.65	36.79	52.93	69.08	85.22	101.36	117.51	133.58	133.58	133.58	133.58	133.58

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.046	2.027	1.874	1.638	1.383	1.133	.897	.681	.490
Q	(m3/seg)	1.301	1.290	1.192	1.042	.880	.721	.570	.433	.312
HP	(m)	257.17	259.11	277.26	305.39	335.92	365.85	394.05	419.82	442.68
HPE	(m)	4.53	22.84	57.37	101.88	148.79	195.09	239.67	281.81	321.05

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.620	.453	.316	.209	.130	.075	.043	.027	.010
Q	(m3/seg)	.312	.228	.159	.105	.065	.038	.021	.014	.005
HP	(m)	442.68	463.72	481.81	497.00	509.41	519.23	526.76	532.22	534.46
HPE	(m)	321.05	357.29	390.59	420.98	448.60	473.62	496.36	517.02	534.46

TIEMPO T= 4.594 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.012	1.887	1.658	1.404	1.153	.916	.699	.506	.339
Q	(m3/seg)	1.280	1.200	1.055	.893	.734	.583	.445	.322	.216
HP	(m)	257.18	276.07	303.40	333.74	363.71	392.05	418.01	441.10	461.03
HPE	(m)	4.54	39.80	83.51	130.22	176.57	221.29	263.63	303.09	339.40

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.429	.289	.178	.096	.040	.007	-.008	-.009	.002
Q	(m3/seg)	.216	.145	.090	.048	.020	.003	-.004	-.005	.001
HP	(m)	461.03	478.74	493.59	505.75	515.38	522.82	528.35	532.39	534.95
HPE	(m)	339.40	372.31	402.37	429.73	454.56	477.20	497.94	517.19	534.95

TIEMPO T= 4.878 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	1.752	1.661	1.425	1.174	.936	.717	.522	.353	.212
Q	(m3/seg)	1.114	1.057	.906	.747	.595	.456	.332	.225	.135
HP	(m)	257.26	299.61	331.56	361.55	390.01	416.16	439.49	459.67	476.48
HPE	(m)	4.62	63.34	111.68	158.04	202.88	245.41	285.10	321.66	354.85

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.269	.155	.069	.010	-.027	-.043	-.045	-.033	.000
Q	(m3/seg)	.135	.078	.035	.005	-.013	-.022	-.023	-.017	.000
HP	(m)	476.48	490.92	502.69	511.99	519.16	524.51	528.46	531.09	531.42
HPE	(m)	354.85	384.49	411.46	435.97	458.35	478.90	498.05	515.89	531.42

TIEMPO T= 5.163 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	1.344	1.308	1.180	.956	.736	.539	.368	.225	.109
Q	(m3/seg)	.855	.832	.751	.608	.468	.343	.234	.143	.070
HP	(m)	257.35	312.90	357.67	387.97	414.30	437.84	458.27	475.35	489.08
HPE	(m)	4.71	76.64	137.78	184.46	227.16	267.08	303.89	337.35	367.45

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.138	.049	-.014	-.054	-.074	-.078	-.069	-.036	.000
Q	(m3/seg)	.070	.025	-.007	-.027	-.037	-.039	-.034	-.018	.000

HP	(m)	489.08	500.44	509.33	516.12	521.14	524.81	527.26	527.49	527.46
HPE	(m)	367.45	394.02	418.11	440.10	460.32	479.20	496.85	512.29	527.46

TIEMPO T= 5.448 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	.886	.881	.848	.741	.555	.382	.237	.120	.028
Q	(m3/seg)	.564	.560	.539	.471	.353	.243	.151	.076	.018
HP	(m)	257.43	316.96	370.55	410.83	436.18	456.85	474.19	488.18	499.00
HPE	(m)	4.79	80.70	150.66	207.32	249.04	286.09	319.81	350.18	377.37

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.036	-.031	-.075	-.098	-.106	-.099	-.070	-.035	.000
Q	(m3/seg)	.018	-.016	-.037	-.049	-.053	-.050	-.035	-.018	.000
HP	(m)	499.00	507.51	513.89	518.49	521.77	523.89	523.85	523.64	523.57
HPE	(m)	377.37	401.08	422.66	442.47	460.96	478.28	493.45	508.43	523.57

TIEMPO T= 5.732 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	.426	.435	.454	.453	.385	.250	.130	.037	-.032
Q	(m3/seg)	.271	.277	.289	.288	.245	.159	.083	.023	-.020
HP	(m)	257.48	316.31	372.17	420.18	453.94	473.01	487.26	498.32	506.43
HPE	(m)	4.84	80.05	152.28	216.67	266.80	302.25	332.88	360.31	384.80

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.040	-.088	-.115	-.127	-.124	-.097	-.066	-.033	.000
Q	(m3/seg)	-.020	-.044	-.058	-.064	-.062	-.049	-.033	-.017	.000
HP	(m)	506.43	512.45	516.67	519.55	521.25	520.82	520.28	519.93	519.81
HPE	(m)	384.80	406.03	425.45	443.53	460.43	475.21	489.87	504.73	519.81

TIEMPO T= 6.017 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-.016	.001	.047	.109	.152	.129	.045	-.025	-.074
Q	(m3/seg)	-.010	.001	.030	.069	.097	.082	.029	-.016	-.047
HP	(m)	257.49	313.36	367.51	417.44	458.48	484.96	497.62	505.96	511.71
HPE	(m)	4.85	77.10	147.62	213.93	271.34	314.20	343.24	367.96	390.08

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-.094	-.125	-.140	-.140	-.118	-.090	-.061	-.031	.000
Q	(m3/seg)	-.047	-.063	-.070	-.070	-.059	-.045	-.031	-.016	.000
HP	(m)	511.71	515.60	518.13	519.44	518.61	517.64	516.90	516.45	516.30
HPE	(m)	390.08	409.18	426.90	443.42	457.80	472.03	486.50	501.24	516.30

TIEMPO T= 6.301 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-.428	-.406	-.344	-.248	-.137	-.049	-.029	-.069	-.102
Q	(m3/seg)	-.272	-.259	-.219	-.158	-.087	-.031	-.018	-.044	-.065
HP	(m)	257.48	309.06	359.54	407.52	450.64	484.50	504.22	511.42	515.15
HPE	(m)	4.84	72.79	139.65	204.01	263.50	313.74	349.84	373.41	393.52

HP	(m)	255.00	258.89	288.93	320.04	350.68	380.07	407.63	432.78	455.12
HPE	(m)	133.37	152.47	197.71	244.02	289.86	334.46	377.22	417.57	455.12

TIEMPO T= 2.317 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.042	2.042	2.009
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.299	1.299	1.278
HP	(m)	257.17	256.85	256.58	256.31	256.04	255.78	255.51	255.25	258.92
HPE	(m)	4.53	20.59	36.69	52.80	68.91	85.02	101.13	117.24	137.29

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.543	2.267	1.979	1.695	1.423	1.168	.935	.728	.547
Q	(m3/seg)	1.278	1.140	.995	.852	.715	.587	.470	.366	.275
HP	(m)	258.92	289.08	320.17	350.79	380.17	407.72	432.88	455.30	474.76
HPE	(m)	137.29	182.66	228.95	274.77	319.36	362.11	402.47	440.09	474.76

TIEMPO T= 2.602 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.042	2.042	2.012	1.777
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.299	1.299	1.299	1.280	1.130	
HP	(m)	257.17	256.87	256.57	256.31	256.04	255.77	255.51	258.87	286.97
HPE	(m)	4.53	20.61	36.69	52.79	68.90	85.01	101.12	120.86	165.34

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	2.248	1.978	1.697	1.425	1.170	.937	.730	.549	.398
Q	(m3/seg)	1.130	.994	.853	.716	.588	.471	.367	.276	.200
HP	(m)	286.97	320.02	350.90	380.27	407.82	432.98	455.41	474.88	491.23
HPE	(m)	165.34	213.60	259.68	304.26	347.01	387.37	425.00	459.67	491.23

TIEMPO T= 2.886 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.044	2.043	2.043	2.043	2.043	2.015	1.796	1.535
Q	(m3/seg)	1.300	1.300	1.300	1.300	1.300	1.299	1.282	1.142	.977
HP	(m)	257.17	256.89	256.60	256.30	256.03	255.77	258.84	284.98	316.09
HPE	(m)	4.53	20.63	36.71	52.79	68.90	85.01	104.46	146.98	194.46

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	1.943	1.679	1.425	1.172	.939	.732	.551	.400	.276
Q	(m3/seg)	.977	.844	.716	.589	.472	.368	.277	.201	.139
HP	(m)	316.09	348.75	380.11	407.92	433.08	455.51	474.99	491.35	504.64
HPE	(m)	194.46	242.32	288.89	331.90	372.27	409.90	444.58	476.15	504.64

TIEMPO T= 3.171 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.044	2.044	2.044	2.043	2.043	2.017	1.813	1.556	1.298
Q	(m3/seg)	1.301	1.300	1.300	1.300	1.300	1.283	1.154	.990	.826
HP	(m)	257.17	256.90	256.62	256.32	256.03	258.84	283.15	313.85	344.75
HPE	(m)	4.53	20.63	36.73	52.81	68.89	88.08	128.77	175.85	223.12

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	1.643	1.390	1.154	.939	.734	.553	.401	.278	.181
Q	(m3/seg)	.826	.699	.580	.472	.369	.278	.202	.140	.091
HP	(m)	344.75	376.15	405.77	432.92	455.62	475.11	491.48	504.77	515.19
HPE	(m)	223.12	269.73	314.55	356.90	394.81	429.50	461.07	489.57	515.19

TIEMPO T= 3.456 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.044	2.044	2.020	1.830	1.577	1.319	1.071
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.300	1.300	1.285	1.164	1.003	.839	.681
HP	(m)	257.17	256.90	256.62	256.34	258.88	281.46	311.65	342.51	372.25
HPE	(m)	4.53	20.63	36.74	52.83	71.74	110.71	157.27	204.51	250.62

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	1.355	1.118	.904	.715	.553	.403	.280	.182	.110
Q	(m3/seg)	.681	.562	.454	.360	.278	.203	.141	.092	.055
HP	(m)	372.25	401.76	428.97	453.48	474.96	491.60	504.90	515.34	523.09
HPE	(m)	250.62	295.33	337.75	377.46	414.14	445.99	474.50	500.13	523.09

TIEMPO T= 3.740 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.045	2.023	1.846	1.598	1.340	1.091	.858
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.301	1.287	1.174	1.017	.853	.694	.546
HP	(m)	257.17	256.90	256.63	258.96	279.96	309.51	340.29	370.10	398.04
HPE	(m)	4.53	20.63	36.74	55.45	92.82	138.75	185.90	232.09	276.41

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	1.086	.870	.680	.518	.385	.279	.184	.111	.060
Q	(m3/seg)	.546	.437	.342	.260	.193	.140	.093	.056	.030
HP	(m)	398.04	425.07	449.48	471.03	489.48	504.77	515.48	523.24	528.69
HPE	(m)	276.41	318.64	358.26	395.01	428.66	459.16	485.07	508.03	528.69

TIEMPO T= 4.025 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	2.045	2.045	2.025	1.861	1.619	1.362	1.112	.877	.663
Q	(m3/seg)	1.301	1.301	1.288	1.184	1.030	.866	.707	.558	.422
HP	(m)	257.17	256.90	259.03	278.56	307.43	338.11	367.97	396.03	421.63
HPE	(m)	4.53	20.63	39.14	75.04	120.30	167.35	213.59	258.03	300.00

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	.839	.647	.483	.349	.244	.165	.111	.061	.028
Q	(m3/seg)	.422	.325	.243	.175	.123	.083	.056	.031	.014
HP	(m)	421.63	445.78	467.14	485.50	500.86	513.37	523.12	528.85	532.33
HPE	(m)	300.00	339.35	375.92	409.48	440.05	467.76	492.71	513.64	532.33

TIEMPO T= 4.309 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.129	-.146	-.150	-.131	-.107	-.082	-.055	-.028	.000
Q (m3/seg)	-.065	-.074	-.075	-.066	-.054	-.041	-.028	-.014	.000
HP (m)	515.15	517.39	518.37	517.19	515.84	514.69	513.81	513.27	513.08
HPE (m)	393.52	410.96	427.15	441.17	455.02	469.08	483.40	498.06	513.08

TIEMPO T= 6.586 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-.803	-.778	-.705	-.589	-.442	-.285	-.160	-.107	-.117
Q (m3/seg)	-.511	-.495	-.449	-.375	-.281	-.182	-.102	-.068	-.074
HP (m)	257.47	303.88	349.58	393.76	435.31	471.98	499.57	513.86	517.17
HPE (m)	4.83	67.62	129.70	190.25	248.18	301.22	345.19	375.85	395.54

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.148	-.154	-.138	-.117	-.095	-.072	-.048	-.024	.000
Q (m3/seg)	-.074	-.077	-.069	-.059	-.048	-.036	-.024	-.012	.000
HP (m)	517.17	517.92	516.46	514.78	513.27	512.01	511.05	510.44	510.24
HPE (m)	395.54	411.50	425.24	438.76	452.45	466.39	480.64	495.24	510.24

TIEMPO T= 6.871 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.136	-1.108	-1.029	-.903	-.737	-.546	-.354	-.203	-.130
Q (m3/seg)	-.723	-.705	-.655	-.574	-.469	-.347	-.225	-.129	-.083
HP (m)	257.39	298.15	338.42	377.94	416.16	452.10	483.55	506.42	516.76
HPE (m)	4.75	61.88	118.53	174.43	229.03	281.35	329.16	368.41	395.13

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.165	-.140	-.121	-.102	-.082	-.061	-.041	-.020	.000
Q (m3/seg)	-.083	-.070	-.061	-.051	-.041	-.031	-.021	-.010	.000
HP (m)	516.76	516.25	514.33	512.54	510.95	509.63	508.64	508.02	507.80
HPE (m)	395.13	409.82	423.11	436.52	450.13	464.02	478.23	492.81	507.80

TIEMPO T= 7.155 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.422	-1.394	-1.312	-1.182	-1.009	-.803	-.581	-.366	-.186
Q (m3/seg)	-.904	-.887	-.835	-.752	-.642	-.511	-.369	-.233	-.118
HP (m)	257.44	292.03	326.69	361.13	395.28	428.74	460.57	488.20	505.82
HPE (m)	4.80	55.76	106.81	157.62	208.15	257.98	306.19	350.20	384.19

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.235	-.132	-.104	-.086	-.068	-.051	-.034	-.017	.000
Q (m3/seg)	-.118	-.066	-.052	-.043	-.034	-.026	-.017	-.008	.000
HP (m)	505.82	513.18	512.33	510.50	508.90	507.58	506.60	506.00	505.80
HPE (m)	384.19	406.75	421.10	434.48	448.08	461.97	476.19	490.79	505.80

TIEMPO T= 7.440 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.662	-1.633	-1.553	-1.424	-1.252	-1.045	-.811	-.555	-.311
Q (m3/seg)	-1.057	-1.039	-.988	-.906	-.796	-.665	-.516	-.353	-.198
HP (m)	257.28	286.02	314.83	344.17	373.95	404.23	434.36	461.65	484.64
HPE (m)	4.64	49.76	94.94	140.66	186.82	233.47	279.98	323.65	363.01

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.394	-.199	-.097	-.070	-.055	-.040	-.026	-.013	.000
Q (m3/seg)	-.198	-.100	-.049	-.035	-.028	-.020	-.013	-.007	.000
HP (m)	484.64	501.92	509.35	508.69	507.13	505.86	504.93	504.38	504.19
HPE (m)	363.01	395.50	418.13	432.67	446.32	460.25	474.53	489.17	504.19

TIEMPO T= 7.724 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-1.854	-1.829	-1.752	-1.629	-1.464	-1.263	-1.020	-.753	-.483
Q (m3/seg)	-1.179	-1.163	-1.114	-1.037	-.932	-.803	-.649	-.479	-.307
HP (m)	257.40	280.07	303.48	327.66	353.15	379.73	405.86	431.86	457.05
HPE (m)	4.76	43.80	83.60	124.14	166.02	208.97	251.47	293.86	335.42

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.611	-.358	-.166	-.066	-.042	-.031	-.020	-.010	.000
Q (m3/seg)	-.307	-.180	-.083	-.033	-.021	-.015	-.010	-.005	.000
HP (m)	457.05	480.86	498.31	505.98	505.65	504.48	503.64	503.12	502.95
HPE (m)	335.42	374.44	407.08	429.96	444.83	458.87	473.23	487.92	502.95

TIEMPO T= 8.009 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.005	-1.980	-1.911	-1.798	-1.646	-1.444	-1.208	-.947	-.674
Q (m3/seg)	-1.275	-1.259	-1.216	-1.144	-1.047	-.919	-.768	-.602	-.429
HP (m)	257.18	274.80	292.81	312.35	333.34	354.86	377.48	401.65	426.90
HPE (m)	4.54	38.54	72.92	108.84	146.20	184.10	223.09	263.65	305.27

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-.853	-.577	-.327	-.137	-.041	-.022	-.014	-.007	.000
Q (m3/seg)	-.429	-.290	-.164	-.069	-.021	-.011	-.007	-.003	.000
HP (m)	426.90	453.49	477.55	495.29	503.34	503.42	502.67	502.21	502.06
HPE (m)	305.27	347.07	386.33	419.27	442.52	457.81	472.26	487.01	502.06

TIEMPO T= 8.293 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L (m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V (m/seg)	-2.113	-2.094	-2.033	-1.934	-1.785	-1.596	-1.375	-1.130	-.868
Q (m3/seg)	-1.345	-1.332	-1.293	-1.230	-1.135	-1.015	-.875	-.719	-.552
HP (m)	257.38	269.84	283.51	298.31	313.96	331.06	350.58	372.52	396.68
HPE (m)	4.74	33.58	63.62	94.80	126.83	160.31	196.19	234.52	275.05

NUMERO DE TUBERIA = 2

L (m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V (m/seg)	-1.098	-.821	-.548	-.302	-.117	-.025	-.009	-.004	.000
Q (m3/seg)	-.552	-.413	-.276	-.152	-.059	-.012	-.004	-.002	.000

HP	(m)	396.68	423.64	450.54	474.96	493.09	501.53	501.99	501.60	501.47
HPE	(m)	275.05	317.22	359.32	398.94	432.28	455.92	471.59	486.40	501.47

TIEMPO T= 8.578 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.192	-2.173	-2.122	-2.025	-1.890	-1.720	-1.521	-1.298	-1.054
Q	(m3/seg)	-1.394	-1.382	-1.350	-1.288	-1.202	-1.094	-.968	-.825	-.670
HP	(m)	257.12	265.95	275.14	284.96	295.90	309.45	325.85	345.40	367.78
HPE	(m)	4.48	29.69	55.26	81.45	108.77	138.69	171.47	207.39	246.15

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.334	-1.069	-.796	-.527	-.285	-.103	-.015	-.002	.000
Q	(m3/seg)	-.670	-.537	-.400	-.265	-.143	-.052	-.007	-.001	.000
HP	(m)	367.78	393.78	421.11	448.40	473.20	491.69	500.46	501.25	501.15
HPE	(m)	246.15	287.35	329.88	372.38	412.38	446.07	470.05	486.05	501.15

TIEMPO T= 8.863 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.238	-2.225	-2.172	-2.085	-1.966	-1.820	-1.646	-1.448	-1.227
Q	(m3/seg)	-1.424	-1.416	-1.382	-1.327	-1.251	-1.158	-1.047	-.921	-.781
HP	(m)	257.36	262.31	267.28	272.60	280.16	290.32	303.88	320.76	341.02
HPE	(m)	4.72	26.04	47.39	69.09	93.03	119.56	149.50	182.76	219.39

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.553	-1.308	-1.047	-.778	-.513	-.274	-.096	-.010	.000
Q	(m3/seg)	-.781	-.657	-.526	-.391	-.258	-.138	-.048	-.005	.000
HP	(m)	341.02	365.29	391.69	419.40	447.06	472.18	490.97	500.01	501.03
HPE	(m)	219.39	258.86	300.46	343.38	386.24	426.57	460.56	484.80	501.03

TIEMPO T= 9.147 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.264	-2.242	-2.194	-2.117	-2.019	-1.896	-1.750	-1.578	-1.384
Q	(m3/seg)	-1.441	-1.426	-1.396	-1.347	-1.285	-1.206	-1.113	-1.004	-.880
HP	(m)	257.10	258.66	259.70	262.24	266.65	274.16	284.79	299.08	316.87
HPE	(m)	4.46	22.39	39.81	58.73	79.52	103.40	130.40	161.07	195.24

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.752	-1.531	-1.290	-1.033	-.767	-.505	-.270	-.094	.000
Q	(m3/seg)	-.880	-.769	-.648	-.519	-.386	-.254	-.135	-.047	.000
HP	(m)	316.87	338.97	363.62	390.39	418.44	446.40	471.78	490.77	498.87
HPE	(m)	195.24	232.54	272.40	314.37	357.63	400.79	441.37	475.57	498.87

TIEMPO T= 9.432 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.252	-2.238	-2.192	-2.132	-2.051	-1.953	-1.832	-1.689	-1.522
Q	(m3/seg)	-1.433	-1.424	-1.395	-1.356	-1.305	-1.243	-1.165	-1.075	-.969
HP	(m)	257.36	254.52	253.48	253.45	255.82	260.65	268.86	280.41	295.72
HPE	(m)	4.72	18.26	33.59	49.94	68.69	89.89	114.47	142.40	174.09

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-1.927	-1.733	-1.516	-1.279	-1.025	-.762	-.503	-.259	.000
Q	(m3/seg)	-.969	-.871	-.762	-.643	-.515	-.383	-.253	-.130	.000
HP	(m)	295.72	315.24	337.71	362.70	389.78	418.09	446.26	470.70	480.56
HPE	(m)	174.09	208.81	246.48	286.69	328.96	372.48	415.85	455.49	480.56

TIEMPO T= 9.716 seg

NUMERO DE TUBERIA = 1

L	(m)	.00	52.11	104.21	156.32	208.43	260.53	312.64	364.74	416.85
V	(m/seg)	-2.217	-2.206	-2.179	-2.130	-2.069	-1.991	-1.896	-1.779	-1.642
Q	(m3/seg)	-1.411	-1.404	-1.386	-1.355	-1.316	-1.266	-1.206	-1.132	-1.044
HP	(m)	257.11	252.07	248.09	246.75	247.05	250.06	255.78	264.98	277.59
HPE	(m)	4.47	15.81	28.21	43.24	59.92	79.30	101.39	126.97	155.96

NUMERO DE TUBERIA = 2

L	(m)	.00	43.56	87.13	130.69	174.26	217.82	261.39	304.95	348.52
V	(m/seg)	-2.078	-1.912	-1.722	-1.508	-1.273	-1.022	-.751	-.408	.000
Q	(m3/seg)	-1.044	-.961	-.865	-.758	-.640	-.514	-.377	-.205	.000
HP	(m)	277.59	294.48	314.35	337.13	362.40	389.68	417.07	436.13	442.63
HPE	(m)	155.96	188.06	223.13	261.11	301.58	344.07	386.66	420.92	442.63

ALTURAS DE PRESION ESTATICAS MAXIMAS Y MINIMAS
POR EFECTO DEL GOLPE DE ARIETE

NUMERO DE TUBERIA = 1

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.017	4.850	!!	9.147	4.458
2	52.11	5.448	80.701	!!	9.716	15.810
3	104.21	5.732	152.283	!!	9.716	28.207
4	156.32	5.732	216.669	!!	9.716	43.238
5	208.43	6.017	271.341	!!	9.716	59.919
6	260.53	6.017	314.198	!!	9.716	79.297
7	312.64	6.301	349.839	!!	2.602	101.124
8	364.74	6.586	375.854	!!	2.317	117.240
9	416.85	6.586	395.536	!!	2.033	133.371

NUMERO DE TUBERIA = 2

	LONGITUD (m)	TIEMPO (seg)	PRESION MAX (m)	!!	TIEMPO (seg)	PRES. MIN. (m)
1	.00	6.586	395.536	!!	2.033	133.371
2	43.56	6.586	411.498	!!	1.748	148.248
3	87.13	6.301	427.152	!!	1.464	163.125
4	130.69	5.732	443.534	!!	.610	177.994
5	174.26	5.448	460.959	!!	.894	192.811
6	217.82	5.163	479.201	!!	.610	207.698
7	261.39	4.878	498.048	!!	.325	222.586
8	304.95	4.594	517.191	!!	.041	237.474
9	348.52	4.594	534.950	!!	.000	252.362

Planos