

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y TEXTIL



**“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCION
DE SOLUCIONES DE LAS PILAS Y DEL SISTEMA DE
BOMBEO DE LA PLANTA DE MERRILL CROWE”
MINA PIERINA**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

**POR LA MODALIDAD DE ACTUALIZACION DE
CONOCIMIENTOS**

PRESENTADO POR:

HUARCAYA FLORES, FLOR DALILA

LIMA-PERU

2004

Gracias:.....

A **Dios** por haberme dado la vida y por las oportunidades que me esta brindando.

A mis queridos **Padres Aída y Jorge**, a mi hermano **Jorge Ulises** que con su apoyo y amor he podido cumplir otra de mis metas.

A mis **profesores** por todos los conocimientos brindados.

A mis **amigas(os)** por siempre estar a mi lado cuando los necesito.

A todos mis **compañeros de la empresa Minera Barrick Misquichilca** por haberme dado la oportunidad de empezar una etapa nueva en mi vida profesional.



Evaluación del sistema de recolección de soluciones de las pilas y del sistema de bombeo de la planta de Merrill Crowe

Mina Pierina

Minera Barrick Misquichilca S. A.

Huaraz – Perú

I. INTRODUCCION.....	2
II. DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TÉCNICAS	3
SISTEMA DE BOMBEO	3
2.1 Introducción.....	3
2.2 Conceptos de Mecánica de Fluidos	3
2.3 Pérdidas de carga en accesorios.....	9
2.4 Como seleccionar Bombas.....	13
2.4.1 Generalidades.....	13
2.4.2 Cavitación en las Bombas.....	13
2.4.3 Definición de NPSH	16
2.4.4 Cálculo del NPSH.....	18
III. DESARROLLO DEL TEMA.....	19
3.1 Objetivo.....	19
3.2 Ubicación y Localización de la Planta.....	19
3.3 Resumen del Proceso.....	20
3.4 Descripción del Proceso.....	20
3.5 Alcance de la Evaluación de los Sistemas de Bombeo.....	33
3.6 Evaluación de los Sistemas de Bombeo	34
3.6.1 Sistema de Bombeo de Solución Barren hacia las Pilas de Lixiviación.....	34
3.6.2 Sistema de Bombeo de Poza de Captación a Hopper Clarificador.....	35
3.6.3 Sistema de Bombeo de Solución no clarificada a US Filtros	35
3.6.4 Sistema de Bombeo de Solución Clarificada a la Torre deareadora.....	36
3.6.5 Sistema de Solución de Torre deareadora a Filtros Prensa.....	37
3.7 Equipos presentes en la planta de Merrill Crowe (Resumen).....	38
IV. CONCLUSIONES.....	42
V. BIBLIOGRAFÍA	47
VI. ANEXOS	48

I. INTRODUCCION

Barrick Gold Corporation es una empresa que tiene sede en Toronto, Canadá. Cuenta con 13 minas en tres continentes.

Minera Barrick Misquichilca S.A. es una empresa peruana que pertenece a Barrick Gold Corporation y tiene dos minas en Perú, una ubicada en Huaraz llamada “Pierina” y la otra ubicada en La Libertad llamada “Alto Chicama”

La Mina Pierina inició sus operaciones en el año de 1998 y debido a que requiere incrementar su capacidad de bombeo de 1200 m³/h a 1800 m³/h en las áreas de suministro y recolección de soluciones de las pilas en la planta de Merrill Crowe, fue necesario evaluar las capacidades máximas de sus instalaciones existentes y el estudio de alternativas de modificación de sus instalaciones para poder incrementar su capacidad de bombeo, así como los equipos que conforman la planta de Merrill Crowe.

En el presente informe se considera las condiciones normales de operación de la Planta de Merrill Crowe y todos los cambios necesarios que se deben dar para asegurar el correcto funcionamiento de planta al momento de incrementarse el flujo.

Para el desarrollo de la evaluación fueron realizados los respectivos trabajos de campo que luego fueron han sido plasmados en el presente informe.

II. DESARROLLO DE CONCEPTOS Y TÉCNICAS

SISTEMA DE BOMBEO

2.1 Introducción

Siempre que tratemos temas como procesos químicos y de cualquier forma de circulación de fluidos, estamos de alguna manera entrando en el tema de bombas. El funcionamiento en si de las bombas será el de un convertidor de energía, o sea, transformará la energía mecánica en energía cinética, generando presión y velocidad en el fluido. Existen muchos tipos de bombas para diferentes aplicaciones. Los factores más importantes que permiten escoger un sistema de bombeo adecuado son: presión última, presión de proceso, velocidad de bombeo, tipo de fluido a bombear.

2.2 Conceptos de Mecánica de Fluidos

Hidrostática:

Es la rama de la hidráulica que estudia las presiones y fuerzas producidas por un liquido en reposo y sus condiciones de equilibrio.

La hidráulica tiene dos finalidades: científicas y practicas. La finalidad científica es la investigación de fenómenos y dispositivos relacionados con la mecánica de fluidos. La finalidad práctica es la planeación, construcción, operación y mantenimiento de obras y estructuras de ingeniería.

La hidráulica se denomina también como hidráulica elemental o clásica, basa su estudio en un liquido ideal o perfecto cuyas características son: homogéneo, incompresible, continuo, antiviscoso e isotrópico.

Concepto de Fluido:

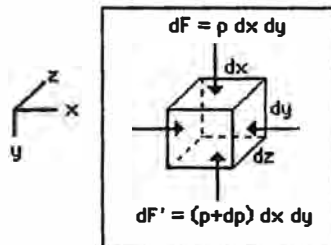
Un fluido es un estado de la materia en el cual las fuerzas moleculares son mucho más débiles que en el estado sólido, tal que las moléculas pueden tener movimientos relativos entre sí. Esto da al fluido propiedades macroscópicas, como el de tomar la forma del recipiente que los contiene (líquido) o de llenar todo el volumen del recipiente (gas). Este comportamiento de las fuerzas moleculares del

fluido puede entenderse al considerar que éstas varían con la distancia y su valor depende de la estructura molecular. Así, al calentar un sólido éste podrá fundirse (estado líquido) y al aumentar el suministro de energía calórica, el proceso de separación de las moléculas aumentará, transformándolo en un gas (evaporación). Otro estado de la materia, que mecánicamente tiene propiedades de fluidos, es el estado de Plasma. En éste, además, están presentes propiedades eléctricas producto de la ionización de los átomos

Propiedades básicas del fluido. Presión, densidad y volumen.

Así como en el caso de los sólidos se usó los conceptos de masa y fuerza para analizar su dinámica, en el caso de los fluidos son mejores los conceptos de densidad (masa por unidad de volumen) y de presión (fuerza por unidad de área). Si el fluido está en equilibrio, de todas las fuerzas que actúen sobre él, persistirán sólo las que son normales, ya que las tangenciales producirán un desplazamiento de este, hasta quedar en equilibrio. Para cuantificar esto, se puede considerar un pequeño volumen inmerso en el líquido como lo muestra la Fig. 2.1:

Figura 2.1
Volumen diferencial inmerso en un líquido



Sean dx, dy, dz, las dimensiones de las aristas del volumen $dV = dx dy dz$. Sea ρ la densidad del líquido. De acuerdo con lo señalado, las únicas fuerzas que actúan sobre el volumen son aquellas perpendiculares a sus caras. Estas fuerzas ejercen presión sobre las caras, tal que la presión se define como: $p = dF / dA$, donde

$$dF = p \cdot dA \tag{1}$$

Volviendo a la situación descrita por la figura anterior, para conocer la fuerza F, la Ecuación (1) nos da: $dF = p dA$ de donde:

$$\int dF = F = \int_s p dA$$

En que se debe evaluar la integral en un área finita "s". La presión es una magnitud escalar, por lo que en su definición aparece sólo el módulo de la fuerza. Lo anterior conduce a que para un fluido en equilibrio, las fuerzas ejercidas sobre las paredes del recipiente que contiene el fluido son siempre perpendiculares a ellas, no importando la forma del recipiente. Esto se muestra en la figura 2.2, donde diferentes recipientes contienen un líquido sometido a la fuerza de gravedad. Nótese que la presión sólo depende de la profundidad.

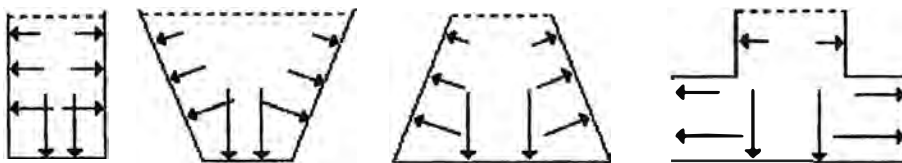


Figura 2.2
Muestra las fuerzas ejercidas por líquidos en las paredes de diferentes tipos de tanques

Medición de la Presión Atmosférica. Barómetro de Torrichelli

La presión atmosférica puede medirse usando un tubo previamente llenado con mercurio, que se coloca invertido en una cubeta que contiene el mismo líquido. El nivel del mercurio en el tubo desciende hasta que es equilibrado por la presión atmosférica ejercida en la superficie del mercurio de la cubeta.

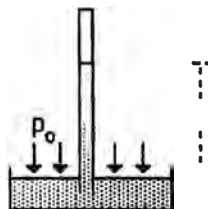


Figura 2.3
Muestra el experimento de Torrichelli, donde se ve que la altura de mercurio fue 76cm

Este dispositivo se llama Barómetro de Torrichelli y la altura de la columna de mercurio es proporcional a la presión atmosférica. En el Experimento de

Torrichelli la altura resultó ser de 76,0 cm. Por lo que la presión ejercida por la atmósfera será igual al peso de la columna de mercurio, es decir: $p_0 = \rho g h$, donde $\rho = 13,6 \text{ g/cm}^3$ y $g = 980 \text{ cm/s}^2$. Usando los valores anteriores resulta $p_0 = (13,6)(980)(76,0) = 1013 \times 10^3 \text{ dinas / cm}^2 = 1013 \text{ hPa}$.

En unidades inglesas: $76 \text{ cm} = 30 \text{ pulg} = 2,5 \text{ pie}$, de donde $p_0 = 2120 \text{ lb/ pulg}^2$. O bien, $p_0 = 14,7 \text{ psi}$. Este valor corresponde a " 1 atm de presión".

Presión Manométrica

La presión de un fluido contenido en un recipiente puede medirse con un dispositivo llamado manómetro. Un modelo simple es el de "tubo abierto". El tubo en forma de U contiene un líquido, el cual por efecto de la presión que se desea medir (p) produce un desnivel h , como muestra la figura 2.4.

El punto más bajo de la "U" puede considerarse como el punto más bajo de cualquiera de las dos columnas.

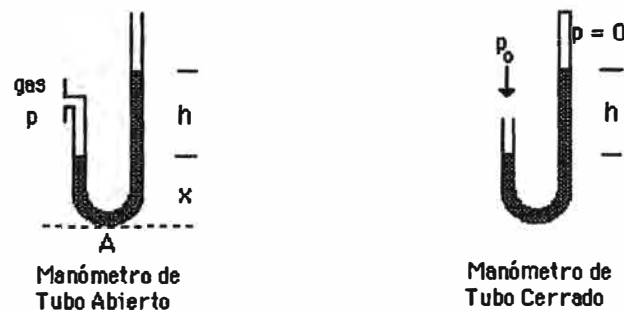


Figura 2.4
Muestra Manómetros de tubo abierto (lado izquierdo) y tubo cerrado (lado derecho)

Para la columna izquierda, la presión en A es: $P_A = p + \rho.g. x$; donde ρ es la densidad del líquido del manómetro.

Para la columna de la derecha: $P_A = p_0 + \rho.g. (h + x)$, como estas presiones son iguales por estar el mercurio del barómetro en reposo: $p + \rho.g. x = p_0 + \rho.g. (h + x)$ de donde: $p - p_0 = \rho g h$ es la llamada "presión manométrica", siendo: $p =$ " presión absoluta". Otro modelo de manómetro es el de tubo cerrado, que se muestra en la figura de la derecha anterior y el cual previamente, se ha llenado completamente

de un líquido como mercurio. Si p_0 es la presión atmosférica, el instrumento corresponde a un "barómetro de mercurio", tal que $p_0 = \rho g h$.

El Teorema de Bernoulli.

El Teorema del Trabajo y la Energía puede aplicarse a un fluido estacionario como el de la figura. Un pequeño elemento de fluido ubicado a una altura h_1 se mueve hasta una posición de altura h_2 . Para el elemento en la posición 1 se tiene:

velocidad = v_1 ; área de sección = A_1 ; presión = p_1

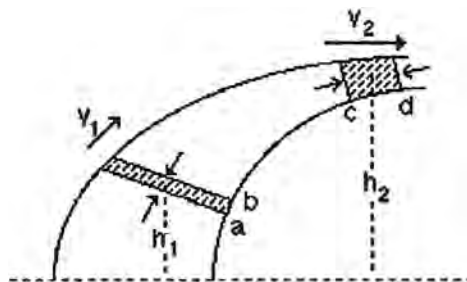


Figura 2.5
Muestra un fluido estacionario en diferentes secciones diferenciales, notándose la conversión de energía mecánica a energía potencial y cinética según sea el caso.

El Teorema del Trabajo y la Energía se aplicará considerando que el trabajo neto hecho sobre el elemento del fluido será igual a la variación de la energía mecánica (incremento de energía cinética y potencial). Cuando el elemento de fluido se desplaza de la posición 1 a la posición 2, se realiza trabajo sobre él por la fuerza que actúa en la cara izquierda y se realiza trabajo por el elemento de fluido en contra de la fuerza que actúa en la cara derecha. El trabajo realizado sobre el fluido es:

$$\int_a^c F ds = \int_a^c p A ds \quad ; \text{pero}$$

$$\int_a^c p A ds = \int_a^b p A ds + \int_b^c p A ds \quad (1)$$

Por otra parte, el trabajo realizado por el elemento de fluido en su desplazamiento es:

$$\int_b^d p A ds = \int_b^c p A ds + \int_c^d p A ds \quad (2)$$

De modo que el Trabajo neto será la diferencia entre los valores (1) y (2) anteriores, lo cual resulta:

$$\text{Trabajo Neto} = \int_a^b p A ds - \int_c^d p A ds$$

Pero como las distancias entre "a" y "b" y entre "c" y "d" son pequeñas pueden considerarse que las presiones y las áreas son constante, tal que la primera integral es igual a: $p_1 A_1 Ds_1$ y la segunda integral será igual a: $p_2 A_2 Ds_2$ pero además, $V = A_1 Ds_1 = A_2 Ds_2$; entonces, el trabajo neto es: Trabajo = $(p_1 - p_2) \cdot V$. Si " ρ " es la densidad del fluido y "m" su masa; $V = m / \rho$; por lo tanto:

$$\text{Trabajo} = \frac{m}{\rho} (p_1 - p_2) \quad (3)$$

Igualando este trabajo con los incrementos de las energías cinética y potencial, se tiene:

$$\frac{m}{\rho} (p_1 - p_2) = \left(\frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 \right) + (m g h_2 - m g h_1)$$

Reduciendo términos se tiene:

$$p_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 + \rho g h_1 = p_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 + \rho g h_2 \quad (4)$$

$$\text{o bien: } p + \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h = \text{Constante}$$

Estas dos versiones de la Ecuación (4) son la expresión matemática del Teorema de Bernoulli.

Gasto de un Tubo.

Un tubo abierto de sección A_1 por el cual circula un líquido a una velocidad determinada v , lo expelle por una salida de sección transversal A , con una velocidad v . La cantidad de líquido que sale en un tiempo dado t es la contenida

en un cilindro de sección A y longitud $v \cdot t$. En el tiempo (t) en segundos sale un volumen igual a " $A \cdot v \cdot t$ ". Se llama Gasto del Tubo, " Q ", al volumen que sale o circula por un tubo en el tiempo t :

$$Q = \frac{A \cdot v \cdot t}{t}$$

$$Q = A \cdot v$$

donde Q se mide en m^3/s , cm^3/s , etc, según las unidades de " A " y de " v ".

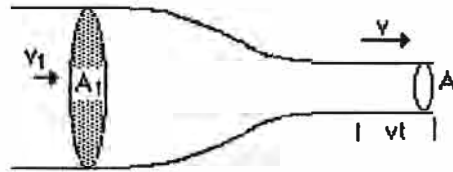


Figura 2.6

Muestra un tubo abierto con dos diferentes secciones para ver la variación de velocidades.

Ecuación de Continuidad.

Otra relación importante para líquidos (incomprensibles) resulta del hecho que si el tubo está lleno, el volumen por unidad de tiempo que pasa por una sección transversal dada (Gasto), debe ser igual al Gasto de otra sección transversal cualquiera. $Q = A_1 v_1 = A_2 v_2 = \text{Constante}$. Nótese que la velocidad del fluido resulta mayor si la sección transversal es menor: $v_1/v_2 = A_2/A_1$

2.3 Pérdidas de carga en accesorios

Se propusieron diversas fórmulas para el cálculo de diversas pérdidas de carga por frotamiento, cuando los fluidos circulan en curvas, accesorios, etc. Pero el método más sencillo es considerar cada accesorio o válvula como equivalente a una longitud determinada de tubo recto. Esto permite reducir las pérdidas en los tubos, las válvulas o accesorios a un denominador común: la longitud equivalente del tubo de igual rugosidad relativa.

Para los accesorios soldados se encuentran análogas equivalencias de longitud de tubo, pero para las válvulas, contracciones y expansiones se aplican las mismas longitudes equivalentes (Diagrama de Crane). Los codos soldados son de radios

cortos o largos y sus equivalencias en tubo vienen expresadas en diámetros de tubo del siguiente modo:

Tabla 2.1
Muestra longitudes equivalentes en diámetro de tubo respecto a codos de radio corto y largo.

CODO SOLDADO	LONG. EQUIVAL. EN DIÁMETRO DE TUBO
Radio Largo a 45°	5,6
Radio Corto a 45°	8,0
Radio Largo a 90°	9,9
Radio Corto a 90°	12,5
Radio Largo a 180°	12,21
Radio Corto a 180°	16,9

La presencia de llaves de paso, ensanchamientos, codos, estrechamientos, tees, etc., introduce pérdidas de carga suplementarias en toda instalación, por alterar la dirección del flujo o modificar la velocidad lineal de desplazamiento de algunos filetes de vena fluida.

Salvo las pérdidas debida en los ensanchamientos y estrechamientos, las de los codos, tees y llaves son complicadas de evaluar algebraicamente. El Diagrama de Crane es un monograma que puede ser útil con tal objeto, se emplea así: supongamos que se quiera saber la pérdida de carga que produce un codo de 45°, de 10 pulgadas de diámetro interior. Unimos el punto de estos codos (tercer punto de la escala izquierda, empezando por abajo) con la división 10 de la escala derecha. La recta así trazada corta a la escala central en la división 3,5, lo cual significa que la pérdida de carga producida por dicho codo es la misma que la producen 3,5 m. de la tubería recta de 10 pulgadas de diámetro interior. Dicha longitud se llama Longitud Equivalente. Ver Figura 2.7.

Las pérdidas de carga debida a los estrechamientos y a los ensanchamientos se pueden conocer también por Crane o algebraicamente:

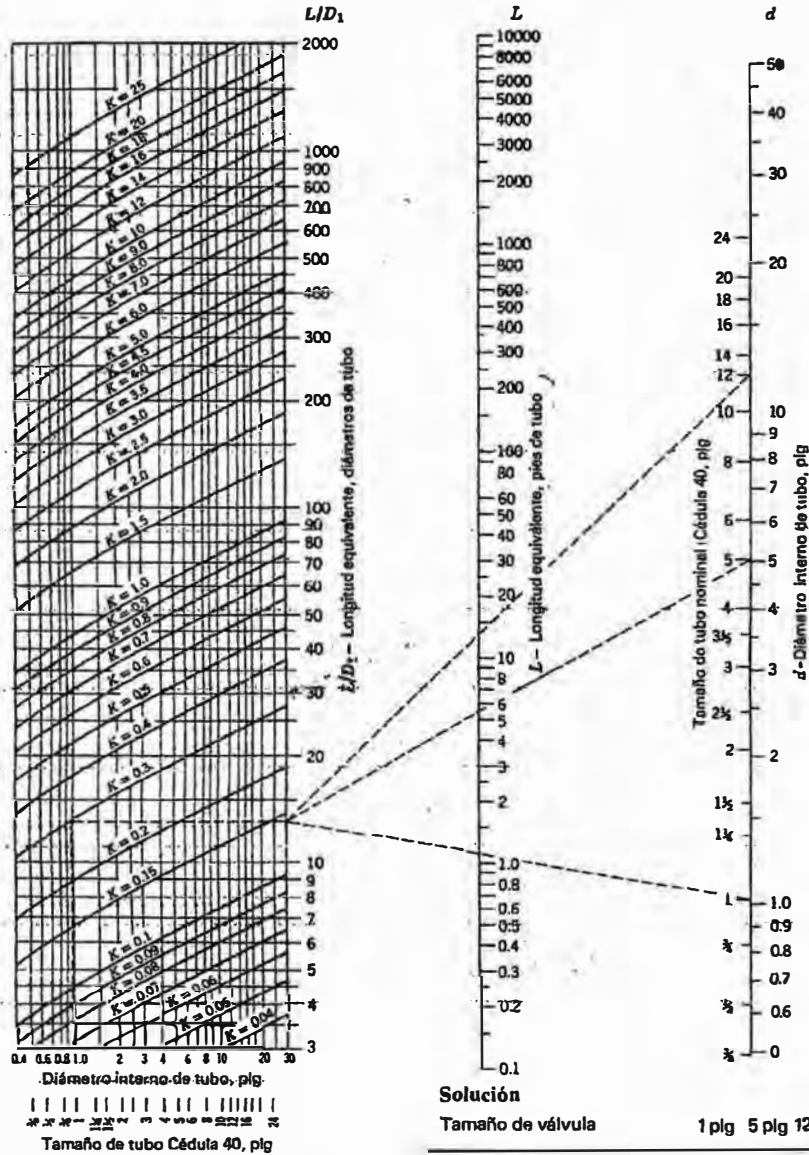
$$h_{est} = K_{est} \cdot \frac{V_2^2}{2g}$$

donde V_2 es la velocidad lineal en la sección más estrecha, K_{est} es una constante que depende de la relación de áreas (A_2/A_1) y que podría encontrarse en Gráficos

de Coeficientes de pérdidas de carga o en Tablas de pérdidas adicionales por fricción en accesorios.

Los datos indican que la resistencia K tiende a disminuir al incrementarse el tamaño del aditamento o la válvula

Apéndice C-2d Longitudes equivalentes L Y L/D y coeficiente de resistencia K (Crane Co.)



PROBLEMA

Determine la longitud equivalente en diámetros de tubo y pies de tubo Céd. 40, así como el factor de resistencia K , para válvulas de compuerta totalmente abiertas de 1, 5 y 12 plg.

Figura 2.7 Diagrama de Crane

También se pueden obtener valores aproximados de longitudes equivalente multiplicando K por 45 en caso de líquidos similares al agua y por 55 en el caso de gases similares al aire. La mayoría de los valores dados son para aditamentos de rosca estándar y es probable que su precisión tenga un margen del $\pm 30\%$. La diferencia de la pérdida por fricción entre terminales de rosca, con reborde y soldadas, son insignificantes. Los fabricantes y usuarios de válvulas, sobre todas las de control, han encontrado que es conveniente expresar la capacidad de la válvula mediante un coeficiente de flujo C_v , este coeficiente se relaciona con K por medio de la expresión:

$$C_v = \frac{29,9d^2}{K}$$

Donde C_v es el coeficiente de flujo en la válvula en gal/min de agua a $60^\circ F$, que pasa por una caída de presión de válvula de 1 lbf/pulg^2 y d es el diámetro interno de la válvula expresada en pulgadas

Tabla 2.2
Pérdida adicional por fricción para Flujos Laminares a través de accesorios

Accesorio o Válvula	Pérdidas Adicionales por Fricción Expresada como K			
	Re = 50	Re = 100	Re = 500	Re = 1000
L 90°, Radio corto	16,0	10,0	7,5	0,9
T Estándar en tramo		2,5	0,5	0,4
Bifurcación a la línea	9,3	4,9	1,9	1,5
Válvula de compuerta	24,0	9,9	1,7	1,2
Válvula de Globo tapón.	30,0	20,0	12,0	11,0
Tapón	27,0	19,0	14,0	13,0
Válvula Angular	19,0	11,0	8,5	8,0
Válvula de columpio	55,0	17,0	4,5	4,0

2.4 Como seleccionar Bombas

2.4.1 Generalidades

Para la selección de bombas en general, se debe calcular lo más exacto posible el caudal necesario, la altura dinámica total y la potencia mecánica necesaria para accionar la bomba dentro de su máxima eficiencia, resultando de esta manera que la bomba es seleccionada dándole poca importancia a la temperatura y propiedades del líquido que se debe bombear, como también a la ubicación de ésta con respecto al nivel del mar.

En la mayoría de los casos, el fluido a bombear es agua potable, de desagüe, petróleo, en general líquidos que están a la temperatura ambiente que no se vaporizan con facilidad, de allí que la bomba seleccionada una vez instalada, puede cumplir perfectamente la labor para la cual se la escogió.

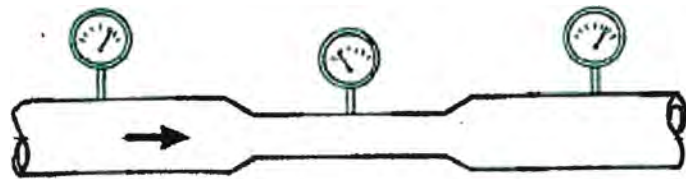
Sin embargo, se debe siempre tener en cuenta que las bombas centrífugas están diseñadas para trabajar con líquidos que por su naturaleza son **incompresibles**, y éstos se deben comportar de ese modo a su paso por la bomba.

Por esta razón, las bombas no pueden funcionar correctamente con fluidos **compresibles**, tales como lo son el vapor de agua o los gases; en caso de presentarse durante la operación de bombeo, producen serios trastornos, tanto desde el punto de vista hidráulico como mecánico. Dichos trastornos reciben el nombre de cavitación.

2.4.2 Cavitación en las Bombas

Cuando el agua fluye líquida a través de un tubo a cierta velocidad, tiene el mismo tiempo cierta presión estática que puede ser medida como un manómetro. Si se aumenta la velocidad del agua o se reduce la dimensión del tubo, esta presión estática disminuirá (Figura 2.8). Si la velocidad es lo suficientemente alta, la presión estática puede alcanzar un valor tan bajo que el líquido comienza a hervir.

Figura 2.8
Muestra la variación de presión estática si la velocidad cambia



Este fenómeno es debido a que el punto de ebullición del agua es variable. "Normalmente" el agua hierve a 100° C, pero esto supone una presión atmosférica normal, es decir de 760mmhg ó 10.33 m de PA. Esta presión es la que hay normalmente al nivel del mar. En la cima de una montaña en la que la presión atmosférica es inferior, la ebullición puede tener lugar ya a los 90°C. El agua en los tubos se comporta de manera similar. Al reducirse la presión estática aumenta la tendencia a hervir. Lo que ocurre se desprende del Figura 2.9, que muestra la presión de formación de vapor de agua en función de la temperatura y presión atmosférica.

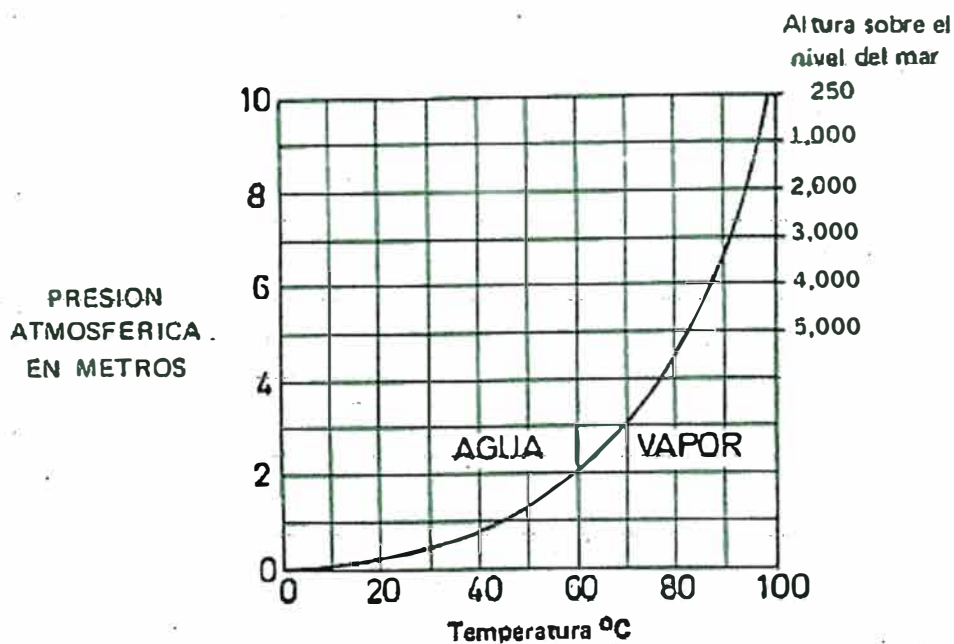


Figura 2.9
Se muestra la variación del cambio de estado del agua de líquido a vapor, temperatura (°C) versus presión atmosférica (m)

Lo que ocurre con una bomba (Figura 2.10) es comparable con la Figura 2.7. Resulta evidente que los canales de la bomba por los cuales ha de pasar el

fluido, tienen una superficie menor que la sección del tubo, de modo que las velocidades del fluido resultan altas. Las secciones más estrechas están por lo general a la entrada del impulsor, y por lo tanto allí se encuentran las presiones estáticas más bajas.



Figura 2.10
Se muestra como en secciones de tubo más angostas se tiene presiones estáticas más bajas

Por el razonamiento anterior, existe el riesgo de que el fluido se convierta en vapor, posibilidad que aumenta con rapidez cuando más alta sea la temperatura del fluido bombeado.

Si ocurriera una formación de vapor de esta naturaleza, se dice entonces que la bomba cavita.

Las burbujas de vapor que se forman en la entrada del impulsor, cuando tiene lugar de la cavitación, siguen, como es natural, con el líquido que fluye a través de la bomba. En el impulsor la presión estática ha tenido tiempo de aumentar lo suficiente para que las burbujas de vapor que se habían formado anteriormente retornen al sistema líquido. Este retorno de estática se efectúa en forma repentina y se llama implosión. Al tener lugar la implosión, se oye un ruido chasqueante característico, y el efecto repentino de la implosión puede causar daños considerables especialmente en el impulsor producidos por erosión de cavitación.

La cavitación no queda limitada necesariamente a la entrada del impulsor. El caso es que después de alcanzados los valores límites de presión estática y/o temperatura, iniciándose la cavitación, estos valores continúan variando en sentido desfavorable obteniéndose una ampliación de la zona de cavitación.

2.4.3 DEFINICION DE NPSH

(Es una definición americana que corresponde a Net Positive Suction Head). NPSH puede ser definido como la presión estática a que debe ser sometido un líquido para que pueda fluir por sí mismo a través de las tuberías de succión y llegar finalmente hasta inundar los alabes en el orificio de entrada del impulsor.

La presión que motiva este flujo proviene algunas veces de la presión atmosférica únicamente o de la altura estática más la presión atmosférica, y por último hay oportunidades también donde es posible hacer intervenir favorablemente a una presión auxiliar que se halla presente en el sistema.

Como las características hidráulicas de la red de succión inciden también en el cálculo de NPSH, para facilitar los cálculos se ha convenido en dividirlo en:

a) El NPSH requerido de la Bomba

Depende exclusivamente del diseño interno particular a cada bomba y que suele variar mucho, no sólo con el caudal y la velocidad dentro de la misma bomba, sino también de una bomba a otra, entre las de un mismo fabricante, y desde luego con mayor razón entre los distintos fabricantes.

Antes de ser suministrada la bomba al usuario el NPSH requerido es calculado y experimentado cuidadosamente en la fábrica.

Para ilustrar la presión límite a la cual la bomba comienza a cavitarse, el proveedor de la bomba facilita unas curvas, en las cuales además de encontrarse la curva QH, la curva de potencia y rendimiento, se encuentra también la llamada de curva NPSH requerido.

La curva NPSH (*ver la figura 2.11*) describe la magnitud de la presión total que debe existir como mínimo a la entrada de la bomba, para evitar la

cavitación. De la *figura 2.11*, se desprende también que el NPSH requerido aumenta al aumentar el volumen bombeado.

Debe recordarse que una bomba centrífuga sólo puede añadir energía a un líquido cuando este ha inundado los alabes del impulsor. Es por ello que toda la energía necesaria para superar la altura de la succión y las pérdidas en el sistema de succión para llevar el líquido al impulsor, debe ser suministrada por una fuente externa a la bomba (presión atmosférica).

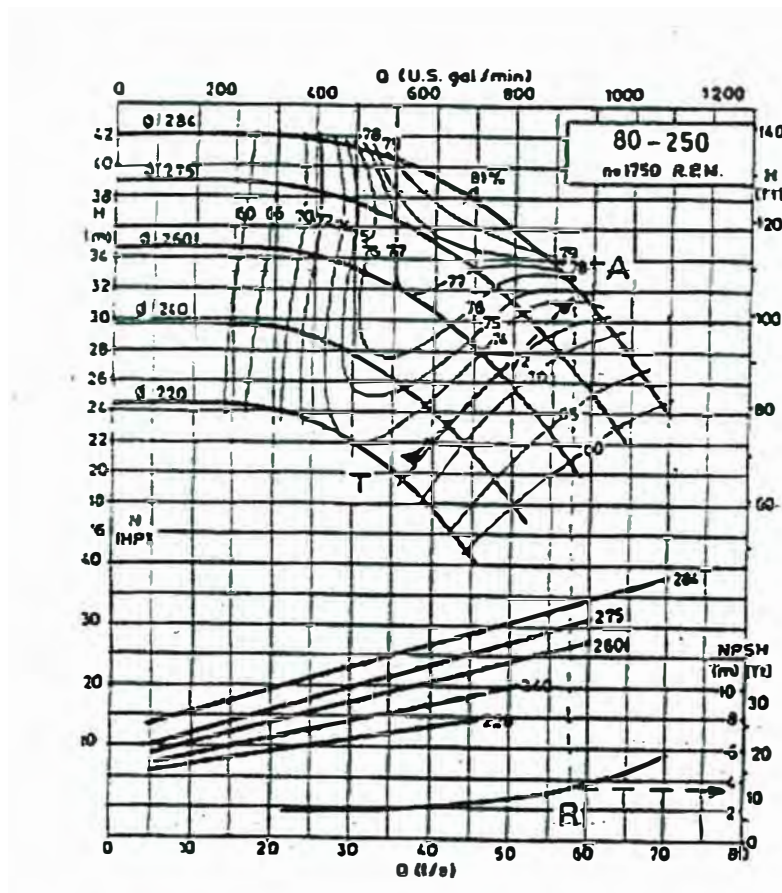


Figura 2.11
Se muestra la curva NPSH según el Caudal tratado

El cálculo del NPSH toma gran importancia cuando se deben bombear líquidos muy calientes o en bombas ubicadas a mucha altura sobre el nivel del mar, como es en el caso de la Mina Pierina.

También es utilizado para evaluar las condiciones de succión que se producen con líquidos volátiles que a la temperatura de bombeo no están a la presión de vaporización.

b) El NPSH Disponible del Sistema

Depende exclusivamente de las características hidráulicas de la red externa de succión conectada a la bomba. Este valor debe ser calculado para cada instalación y tomado en cuenta. Si se desea, como es natural, que la instalación opere satisfactoriamente, el NPSH disponible en el sistema deberá ser mayor por lo menos en 0.50m al NPSH requerido de la bomba, de otro modo se producirán las fallas hidráulicas y mecánicas que anteriormente se explicaron.

Estas consideraciones sobre el NPSH se aplican a cualquier tipo de bomba, sea centrífuga, turbina regenerativa, desplazamiento positivo, de flujo mixto y de hélice.

2.4.4 Cálculo del NPSH

Para el cálculo del NPSH requerido así como del NPSH disponible, es necesario relacionar ambos valores con un mismo plano de referencia con respecto a la bomba. En las bombas que trabajan horizontalmente (eje horizontal) el plano de referencia se coloca a través del centro del eje, y en las bombas verticales (eje vertical) a través del plano que atraviesa la parte más inferior de los alabes del impulsor en caso de tener más de un impulsor se considera la ubicación inferior. *Ver figura 2.12.*

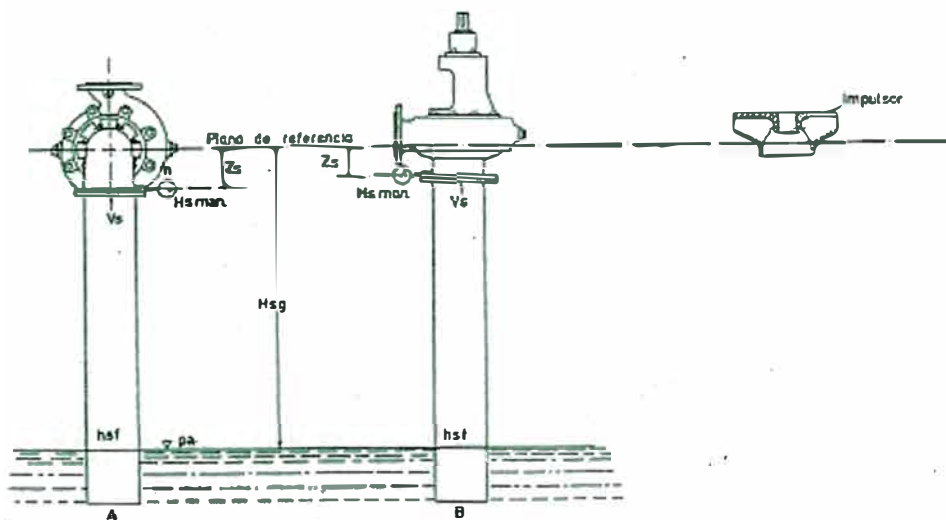


Figura 2.12
Se muestra los planos de referencia para las bombas ubicadas en forma horizontal y verticales

III. DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Objetivo

El objetivo del presente informe es evaluar el sistema de bombeo de la Mina Pierina en la planta de Merrill Crowe, para verificar si se podrá incrementar su capacidad de bombeo de 1200 m³/h a 1800 m³/h con el sistema de bombeo actual, o en su defecto proponer cambios que permitan que la planta pueda trabajar con dicho incremento.

3.2 Ubicación y Localización de la Planta

Barrick Gold Corporation es una empresa con sede en Toronto, Canadá, de accionariado difundido cuyas acciones se cotizan en las principales bolsas de valores del mundo. Cuenta con 13 minas en tres continentes.



Figura 3.1
Mapa de Sudamérica
donde se muestran las
minas de la Barrick Gold
Corporation.

Minera Barrick Misquichilca S.A. (MBM) es una empresa peruana constituida conforme a las leyes de nuestro país.

La mina Pierina inicia sus operaciones en el año 1998, con una reserva de 7,2 millones de onzas de oro y 56 millones de onzas de plata. Ubicada en el distrito de Jangas, provincia de Huaraz, a 4,100 m.s.n.m., el área de operación es de 1650 hectáreas. Es accesible a través de la carretera Jangas-Pierina de 16 km construida por Barrick.

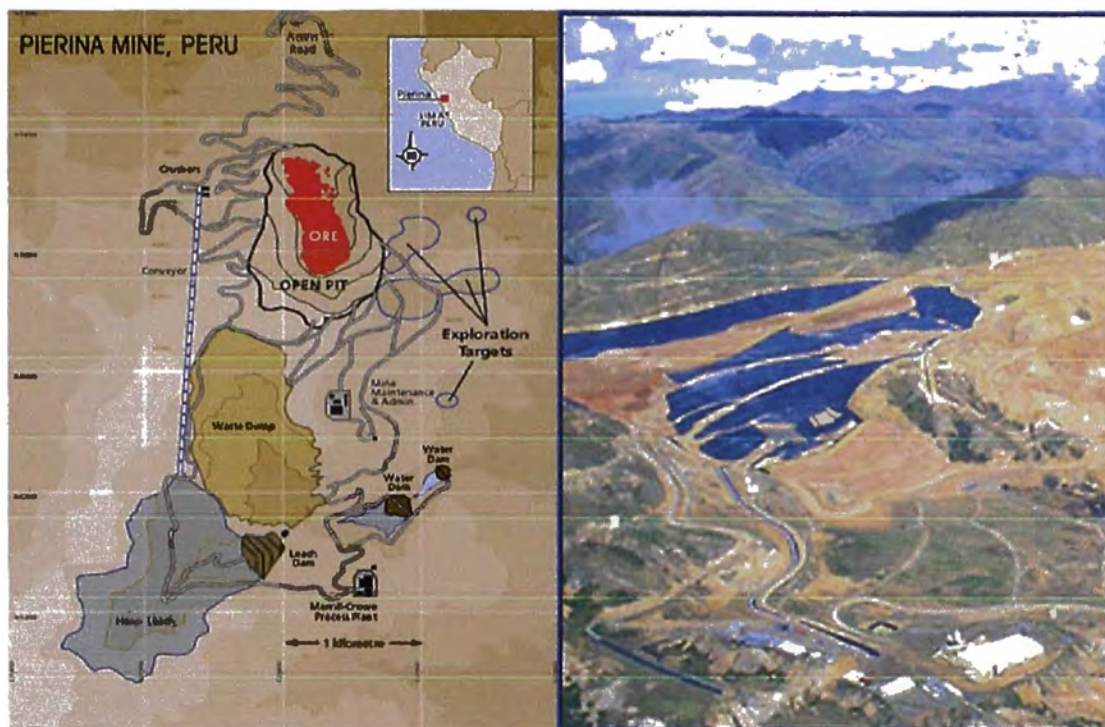


Figura 3.2

Lado Izquierdo : Plano de ubicación de la Mina Pierina (Huaraz)

Lado Derecho : Foto Panorámica de la Mina Pierina (Huaraz)

3.3 Resumen del Proceso

Las instalaciones están diseñadas para tratar 40,000 toneladas húmedas por día con una ley promedio de 2.76 g / tonelada. La planta de procesos permite recuperar 80% del oro y 30% de la plata del mineral mediante la técnica de lixiviación en montón y posteriormente recuperar los metales preciosos utilizando el proceso de precipitación con polvo de zinc (Merrill Crowe) El precipitado es fundido para producir una barra dore, que tiene una ley promedio de 30% de oro y 70% de plata aproximadamente.

3.4 Descripción del Proceso

Chancado

El Chancado ó trituración es una operación que consiste en la reducción del tamaño de rocas grandes a fragmentos a los que el proceso requiera.

Es decir, que el objetivo de esta operación para nuestro proceso radica en que mediante el es posible liberar los minerales valiosos de los estériles, creando mayor área de contacto entre la solución lixiviante y el mineral.

En la mina Pierina el mineral producto de la mina (Tajo Abierto) tiene un tamaño máximo de 850 mm (34 pulgadas). La chancadora primaria reduce el mineral a un tamaño aproximado de 83% menor de 150 mm (6 pulgadas). Las instalaciones de la chancadora primaria están diseñadas para una capacidad nominal de 19500 toneladas métricas secas diarias.

Los camiones de transporte llevan el mineral desde la mina a tajo abierto hacia una boca de vaciado sobre la chancadora primaria. Un rompedor de roca hidráulico que está montado en la boca de vaciado se utiliza para fracturar las rocas que son muy grandes para ingresar a la cavidad de la chancadora. El polvo de la boca de vaciado es disminuido por medio de un sistema de supresión de polvo que utiliza agua atomizada a alta presión.

La chancadora primaria es una chancadora giratoria. El producto chancado (grueso, mineral de chancado primario) se descarga hacia una boca de compensación inmediatamente debajo de la chancadora. Una faja alimentadora de velocidad variable retira el mineral desde la boca de almacenamiento y lo descarga en la faja transportadora de alimentación a la chancadora secundaria. Esta faja transportadora descarga hacia un chute distribuidor que divide el mineral en forma equitativa entre los dos circuitos de chancado secundario. Cada circuito incluye una zaranda de doble piso delante de la chancadora cónica secundaria. La descarga de tamaño menor a la abertura de las zarandas y del producto de las chancadoras cónicas caen en la faja transportadora del producto de las chancadoras secundarias que alimenta al overland belt conveyor.

La faja transportadora sobre tierra (overland belt conveyor) equipada con accionamiento dual, transporta el mineral chancado, la cual se descarga en un acumulador de almacenamiento (Ore Bin) de 3000 toneladas de capacidad. Los camiones de transporte de mineral, transportan el mineral chancado desde el acumulador y lo apilan en las pilas de lixiviación, donde comienza el proceso de lixiviación.

Lixiviación

Pierina utiliza el método de llenado en valle para la lixiviación en pilas. Las pilas de lixiviación son inicialmente construidas en la parte baja del valle. A medida que el mineral es acumulado en capas de 10 m de alto, la zona de lixiviación se expande gradualmente en el valle, ocupando más área.

La quebrada que contiene a la zona de apilamiento se llama Quebrada Pacchac. Esta quebrada ha sido acondicionada para llevar a cabo el proceso de lixiviación por cianuración, teniendo en cuenta estándares internacionales de protección al medio ambiente.

Las tareas más importantes llevadas a cabo en la etapa de construcción, para el acondicionamiento, son detalladas a continuación, de acuerdo a la secuencia de construcción.

- a. Relocalización de vegetales y especies nativas de la zona.
- b. Remoción y relocalización del suelo orgánico superficial para su uso posterior.
- c. Acondicionamiento de la superficie de la quebrada.
- d. Construcción de un dique de contención del mineral y la solución.
- e. Instalación de subdrenajes para captación de ojos de agua naturales, los mismos que actualmente son monitoreados diariamente.
- f. Compactación de toda la superficie expuesta con arcilla.
- g. Revestimiento con una manta de polietileno de alta densidad (en algunas zonas).
- h. Instalación de un sistema de captación de filtraciones con bomba sumergible, para el rebombeo de la solución captada dentro del pad.
1. Revestimiento con una segunda manta de polietileno de alta densidad (en algunas zonas).
- j. Instalación de drenajes para la recolección de la solución rica al centro.
- k. Revestimiento con mineral fino (chancado a $-3/4''$) para proteger el liner.
- l. Apilamiento del mineral luego de realizadas todas las actividades enumeradas anteriormente.



Figura 3.3
Foto de una pila de lixiviación forrada con liner

Todo el acondicionamiento anterior nos proporciona hasta 3 niveles de seguridad (sin contar el dique), para contener cualquier filtración de solución y su rebombeo al pad de lixiviación.

El proceso de lixiviación en Pierina, consiste en la distribución de una solución diluida de cianuro de sodio mediante sistemas de tubos de goteo y aspersores, de modo que pase a través de la pila de mineral chancado. El cianuro de sodio disuelve selectivamente las partículas de oro y plata contenidas en el mineral. La percolación de las soluciones se almacena en una especie de laguna subterránea formada por el mismo mineral y contenida por el dique, de tal modo que no existen espejos de solución expuestos al medio ambiente. La solución así almacenada recibe el nombre de solución rica, que es bombeada a la planta de Merrill Crowe usando una o más bombas sumergidas llamadas “Bombas Caisson”, de acuerdo a la necesidad de la planta.

Merrill Crowe

Descripción del proceso.-

La solución rica proveniente de las pilas de lixiviación es desoxigenada, ésta contiene de 5 a 8 mg/l de oxígeno, y debe ser reducida a 0.5-1.0 mg/l, para una producción de un buen Barren y usar cantidades razonables de zinc.

Para conseguir esto, se circula la solución filtrada a través de una torre de vacío (o Crowe) que contiene empaques de plástico (packing), estos interrumpen el flujo de la solución formando capas muy finas.

La solución desoxigenada debe ser drenada desde la torre de vacío con una bomba sellada para fluidos, de modo de asegurar que no se produzcan filtraciones de aire a la solución. Generalmente los problemas de precipitación pueden ser reducidos considerablemente con una bomba de vacío perfectamente sellada.

Luego, el polvo de zinc es agregado a una solución desoxigenada de oro cianurado, el zinc es disuelto y el oro sale de la solución como sólido fino. Estos sólidos son filtrados desde la solución, generalmente a través de un filtro de placas, para la remoción de oro. Los sólidos son removidos periódicamente de la prensa, siendo fundidos para recuperar el oro. El Barren efluente del filtro prensa es regularmente analizado para determinar el oro presente y para asegurar que se está precipitando adecuadamente. Esta solución Barren debiera ser normalmente menor de 0.05gr/m^3 .

El polvo de zinc es agregado generalmente en un cono, este es diseñado de tal forma que no haya agitación o remolinos en la superficie que induzca oxígeno dentro de la solución. La cantidad de zinc requerido depende de la solución rica.



Figura 3.4
Foto del cono de agitación de Zinc presente en la planta de Merrill Crowe

La dosificación de zinc al cono se realiza por alimentadores de tornillo. Para efectos de una apropiada adición de zinc, es necesario que haya una cantidad

suficiente de cianuro libre en la solución para disolver el zinc agregado, y además para que todos los metales pesados presentes en la solución se mantengan en esta.

La materia fina que contiene oro y plata es filtrada de la solución por medio de los filtros prensa que tienen una capa de tierra diatomea. Este medio de filtración no permite que las partículas finas de oro y plata tapen la tela que se usa para filtrar, resultando en la prolongación de la vida del filtro prensa, y el precipitado se puede lavar con más facilidad de la tela de filtración.

Los filtros prensa continúan recibiendo flujo hasta que las unidades llegan a la capacidad de almacenaje de precipitado o las telas llegan a taparse.

Cuando la presión comienza a reducir el flujo, los filtros se sacan de servicio para poder lavar cada unidad, aplicar una capa de tierra diatomea y regresar a ponerse en servicio.

Clarificación

Teoría.- La solución que percola por las pilas de lixiviación lleva partículas sólidas en conjunto con el oro y la plata disueltas. Algunas de estas partículas se sedimentan en la poza (pond), pero aún así la solución rica podría quedar con más o menos 500 ppm de sólidos suspendidos (0,05%). La función de la clarificación de la solución es reducir esta cantidad a valores menores de 2 ppm.

Equipos

Tanque de solución rica.- El tanque de solución rica sin clarificar es de 8.2 m de diámetro y 8.2 m de alto. Este tanque tiene cerca de 10 minutos de retención (almacenamiento), tiene un sistema de control de nivel, si hay mucha solución, y la solución es bombeada de la poza de solución rica; este tanque tiende a llenarse rápidamente, sin embargo, el controlador del tanque hace que la válvula de control en la descarga de las bombas que va a los filtros de placa se abra. La solución rica sin clarificar es bombeada continuamente a dos de los tres filtros de hojas (un filtro siempre en stand by). La función de los mismos es la de efectuar la última remoción de los sólidos que todavía estén en suspensión en la solución.

Filtros clarificadores de hoja a presión.- Un clarificador de placa consta de un eje central donde se colocan múltiples mallas finas o placas (los clarificadores de Pierina constan cada uno de 51 placas). La función de estas mallas (placas) es la de colectar las partículas finas existentes en la solución. El eje y las placas están colocados en un cilindro con accesorios apropiados de tuberías para alimentar, descargar la solución, drenando la solución lavada a chorros. Durante la operación la solución es introducida a baja presión (ingreso de la tubería al filtro clarificador. La solución pasa a través de las placas, dejando las partículas en los lados de las placas y descargando fuera del clarificador por el eje central.

El clarificador de placa opera con una secuencia de lavado o serie de etapas de proceso. El primer paso consiste en revestir las mallas con material de tierra diatomea (llamado pre-revestido), que coloca una capa de este material fino en las superficies de las placas para ayudar en la filtración. La solución es entonces introducida; los sólidos finos son retenidos en las placas pre-revestidas y la solución limpia pasa por las placas y sale del clarificador.

El final del ciclo consiste en un lavado de las placas (backwash). La solución pobre es introducida a alta presión por un manifold que distribuye la misma por varios inyectores que limpian las partículas de las placas. Durante una porción de este tiempo, el eje es rotado por un motor conductor por cadenas para ayudar a cortar los finos y la tierra diatomea de las placas. El acceso al interior del clarificador es a través de la puerta posterior con seguro automático.

Tanques de preparación de diatomea .- Existen dos tanques de preparación para el pre-revestido: uno es llamado tanque de mezcla del revestido y el otro de alimentación de relleno (body feed tank).

Ambos tanques son de 2.4 m de diámetro por 3.0 m de alto y tienen c/u un agitador de 1 HP. Cada tanque contiene dos bombas de alimentación de pre-revestido (uno en operación y el otro en standby).

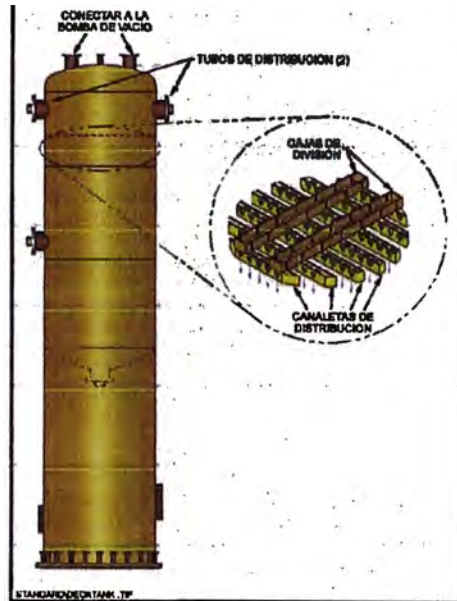
Tanque de solución rica clarificada.- La descarga de los filtros clarificadores de hoja a presión es transferida al tanque de solución rica clarificada, que tiene unas dimensiones de 5.5 m de diámetro por 5.2m de altura. Este es un tanque de almacenamiento de solución rica previo al ingreso a la etapa de desoxigenación. Los niveles de solución son regulados por sensores, teniendo una retención de 9 minutos.

Deaeración

Teoría.- El objetivo es el de quitar todo el oxígeno de la solución rica clarificada. Al retirar el aire de la solución también se retira el oxígeno. La solución proveniente del tanque de almacenamiento es bombeada por una de las dos bombas a la torre de desoxigenación, la cual está totalmente sellada unida a una tubería que sale por la parte superior de la torre conectada a una bomba de vacío (y otra en standby).

Medición de vacío.- El grado de evacuación o vacío es medido comparando la presión del espacio con la presión atmosférica. La presión atmosférica a la altura de la mina Pierina (cerca de 3900 m.s.n.m.) es menor que la del nivel del mar en 6.6 metros de agua. Un vacío total o perfecto a esta altura puede ser obtenido con una presión de 485 mm de Hg, usualmente se considera vacío una presión de 485 mm de Hg. Un sistema de vacío nunca es perfecto y el vacío de Pierina será obtenido con 100 a 150 mm de Hg menos que el sistema perfecto, es decir, a 365 o 385 mm de Hg. Esto es típico para un sistema de vacío grande a esta altura, mayores vacíos requieren más equipos y costos adicionales. Cualquier filtración en las uniones o tuberías significa reducción del vacío.

Figura 3.5
*Diseño de la Torre
deaeradora de Procesos*



Equipos

Bomba de vacío (de anillo líquido). - Este tipo de bomba es ideal para la torre de deaeración, porque puede manejar grandes cantidades de líquido que está con aire en la torre. Esta tiene un rotor eléctrico cilíndrico, esto para que la solución pueda pasar por fuera de los alabes, el rotor gira libremente en un encajetamiento cilíndrico. El axial del encajetamiento es un ramal del axial del rotor.

El agua llena parcialmente el encajetamiento y actúa como un pistón. Como el rotor gira rápidamente dentro del encajetamiento, los alabes del rotor hacen que el agua gire alrededor del cilindro en forma de remolino. La fuerza centrífuga hace que el agua forme una capa de espesor uniforme en el interior del alojamiento; esto se mueve o pulsa fuera del centro del rotor y regresa una y otra vez durante cada revolución. Como el agua se mueve lejos del centro del rotor (A), las cámaras del rotor están llenas de líquido. Este líquido gira junto con el rotor, pero sigue el contorno del encajetamiento debido a la fuerza centrífuga. El agua que llena completamente la cámara del rotor (el volumen entre los alabes) para el punto A, vuelve desde el centro del rotor cuando el motor avanza, e impulsa el aire en el punto de entrada a ocupar el espacio vacío E. Para el punto C, la cámara del rotor está vacía de líquido y llena de aire. Como el rotor continúa en movimiento en el sentido de las agujas del reloj, el agua es forzada a la cámara del rotor hasta que la cámara esté llena otra vez en el punto D. El aire que está en la

cámara es comprimido por él liquido según avanza la cámara y (el aire) es forzado a ser evacuado por el punto de descarga. Este ciclo ocurre una vez en cada revolución (Ver Figura 3.6).

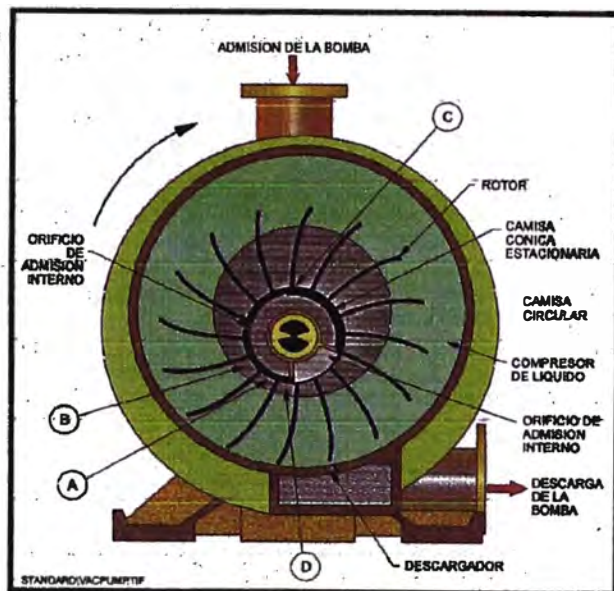


Figura 3.6
Foto de la Bomba de Vacío

Alimentador de zinc y el cono emulsificador.- El polvo de zinc es usado para precipitar el oro que está en la solución como complejo de cianuro-oro. Este polvo es alimentado al cono emulsificador. El oro es precipitado casi inmediatamente como oro sólido y el zinc forma un complejo con el cianuro. En el tiempo en que la solución llega a las bombas verticales de alimentación de filtros el oro es completamente precipitado.

La lechada del polvo de zinc es preparada agregando manualmente el polvo de zinc al tanque sobre el alimentador de zinc. El alimentador de zinc de velocidad variable es ajustado para alimentar polvo de zinc seco en el cono emulsificador de zinc, donde es mezclado por agitación con agua. El nivel en el emulsificador de zinc es mantenido constante por el enclavamiento de un sensor de nivel y una válvula solenoide en la línea que controla el ingreso del flujo de Barren. La lechada del polvo de zinc fluye por la parte inferior del emulsificador, siendo inyectada o succionada por el flujo de solución desaerada que fluye por gravedad

del interior de la torre deaeradora. En una rutina básica, el operador obtiene una muestra de solución pobre y es analizado por absorción atómica. La cantidad de zinc a dosificar está en función a la ley de oro y plata obtenida en la solución y al flujo de tratamiento de solución rica.

Bombas verticales de alimentación al filtro prensa.- Estas dos bombas de 450 HP c/u (una en standby), están en paralelo inmerso en un tanque de agua; la razón por la cual están sumergidas es para evitar que el aire se filtre en la solución; así, si los sellos de las bombas fallasen no podría ingresar aire a las bombas.

La precipitación del oro con la plata, conjuntamente con el mercurio es instantánea y la bomba es un excelente mezclador que ejecuta este proceso. Todos los metales preciosos deben estar precipitados al momento que la solución sale de la bomba. La solución que está descargando la bomba de alimentación a los filtros prensa contiene pequeñas partículas de oro, plata y mercurio con un poco de exceso de zinc, la cual es bombeada a un banco de filtros de precipitación llamados filtros prensa.

Filtros prensa.- Este tipo de filtros es del tipo colado, usado para separar los sólidos de los líquidos. Las placas de filtros individuales son suspendidas en barras laterales del marco del filtro, el filtrado toma lugar entre estas placas.

Después que el filtro de presión es cerrado por el cilindro hidráulico una lechada de revestido es bombeada al filtro. Este revestido continúa por un tiempo necesario suficiente para que la tierra diatomea se deposite en los paños para lograr un filtrado más limpio, sin liberar la presión para evitar que el revestido se salga; la lechada es bombeada al interior del filtro, entonces la bomba de revestido es parada, inicialmente la alimentación llena la cámara entre las placas que están cubiertas con un paño de filtración. Una vez que la cámara está llena, comienza la filtración. Como la lechada es bombeada a baja presión a la cámara, el líquido pasa a través de los paños dejando a los sólidos en los mismos.

Cuando todas las placas están llenas de precipitado, la válvula de ingreso se cierra y al filtro prensa se le inyecta aire para un secado adicional. La presión en la

unidad hidráulica es liberada y las placas quedan sueltas. El mecanismo levantador entonces, automáticamente levanta cada uno de las placas una por una retirando la cabeza móvil.

Este mecanismo retira las placas por el lado de la cabeza móvil; este proceso continúa hasta que todas las placas hayan sido retiradas.

Cada uno de los paños de las placas conteniendo el precipitado es limpiada empleando unas espátulas y se depositan en unas bandejas que están debajo de los filtros prensa; una vez que todas las placas se hayan limpiado, el filtro está nuevamente apto para recibir un nuevo ciclo de filtrado.

Tanque de solución Barren.- El volumen de la solución Barren es esencialmente el mismo que el de la solución rica que ingresa al tanque clarificador. En una operación normal, toda la solución que pasa a través de los filtros regresa al tanque de solución pobre, cuyas dimensiones son de 12.8 m de diámetro por 12.8 m de altura, con dos horas de retención. Si hay un exceso de solución ésta es desviada a la planta de tratamiento de solución pobre antes de ser devuelta al sistema de lixiviación.



Figura 3.7
Foto del tanque de solución Barren en la planta de Merrill Crowe

La operación del tanque de solución pobre da la oportunidad de añadir químicos para ajustar la solución. Varios reactivos pueden ser añadidos como:

Bombas de solución Barren.- Son Las bombas que impulsan la solución Barren a las pilas de lixiviación. Son bombas Ingersoll Dresser 200LNE550 de doble succión con un motor de 800 HP, 4000 voltios, de 3 fases, 60 Hz nominal. 1800 RPM. Iguales características tiene la bomba de solución de enriquecimiento.

Refinería

En la Refinería, el proceso comienza con la colección del precipitado proveniente de la planta de Procesos, el cual es retenido en tres filtros prensa Perrin. La solución filtrada, que se denomina Solución Barren, que contiene menos de 0,02 ppm de Au y Ag, es recepcionada en un tanque y luego bombeada al Pad de Lixiviación para el riego de las pilas. El sólido retenido es recogido cada 6 ó 7 días, dependiendo de la cantidad precipitada, y es recolectado en bandejas. Este precipitado tiene una humedad de 35% y un contenido promedio de 25% Au, 57% Ag y 10% Hg.



Figura 3.8
Foto de una bandeja conteniendo precipitado húmedo cosechado de los filtros prensa listo para ser retortado en el área de Refinería

Luego, el precipitado es trasladado a cuatro Hornos de Retortas Lochhead-Haggerty. La finalidad de estos es secar el precipitado colectado y recuperar todo el mercurio que se encuentra en él, por ello se trabaja con rampas de temperatura hasta alcanzar un máximo de 550 °C. El ciclo total de la Retorta es de 24 horas y se trabaja bajo una condición de vacío de 7” Hg. El mercurio removido es

colectado por un sistema de condensadores enfriados por agua, luego, es almacenado en un colector, que es descargado al final del ciclo, a contenedores especiales de Hg (flasks) para su almacenamiento seguro. A fin de remover eventuales remanentes de mercurio gaseoso que puedan ir al medio ambiente, el flujo de vacío pasa a través de un post-enfriador enfriado por agua, ubicado inmediatamente después del colector. Luego, este flujo pasa a través de columnas de carbón activado y un separador de agua antes de ir a la bomba de vacío, de donde recién es descargado a la atmósfera. La saturación de los carbones se controla mediante monitoreos constantes. La recuperación actual de mercurio está en valores por encima del 99%.

El precipitado seco y frío es mezclado con los fundentes necesarios y es cargado a dos Hornos de Inducción Inductotherm. Se requiere cerca de 2 horas para que la carga se funda completamente y llegue a una temperatura de 1300° C (aprox.). Con el fin de realizar las escorificaciones y la colada final para obtener las barras doré, se utiliza el sistema de colada en cascada. Las barras de Doré obtenidas, son limpiadas, enumeradas y guardadas en la bóveda hasta el momento de su despacho.

3.5 Alcance de la Evaluación de los Sistemas de Bombeo

- A. Revisión de los siguientes sistemas de bombeo trabajando a caudales de 1800 m³ /h, verificando si los motores, bombas y tuberías son los adecuados para trabajar con los nuevos caudales requeridos.
- Sistema de Bombeo de Solución Barren hacia las pilas de Lixiviación
 - Sistema de Bombeo de Poza de Captación a Hooper Clarificador
 - Sistema de Bombeo de Solución no Clarificada a US Filtros
 - Sistema de Bombeo de Solución Clarificada a la Torre deareadora
 - Sistema de Solución de Torre deareadora a Filtros Prensa
- B. Presentación de alternativas para los siguientes sistemas de bombeo que puedan manejar el flujo de 1800 m³ /h. Estas alternativas tendrán en cuenta el

cambio de impulsores en bombas, motores y modificación de diámetro de tuberías en donde sea factible o líneas paralelas.

- Sistema de Bombeo de Solución Barren hacia las pilas de Lixiviación
- Sistema de Bombeo de Poza de Captación a Hooper Clarificador
- Sistema de Bombeo de Solución no Clarificada a US Filtros
- Sistema de Bombeo de Solución Clarificada a la Torre deareadora
- Sistema de Solución de Torre deareadora a Filtros Prensa

3.6 Evaluación de los Sistemas de Bombeo

3.6.1 Sistema de Bombeo de Solución Barren hacia las Pilas de Lixiviación

Para la evaluación de éste sistema se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Capacidad de las bombas
- Características del Sistema de bombeo
- Ampliación del sistema conforme el crecimiento de las instalaciones de la mina

Para los cálculos de las alternativas se han considerado las líneas de tuberías existentes:

- Cálculo de alternativas de bombeo

Se ha evaluado el sistema actual de bombeo y se ha podido verificar que éste no tiene la capacidad de bombear los 1800 m³/h al nivel del 4210 msnm.

De acuerdo a las curvas de las bombas, cada par de bombas en serie sólo puede bombear 855 m³/h, cantidad menor a los 900 m³/h requeridos por la ampliación.

Se adjunta el diagrama y los cálculos del caudal máximo de bombeo del sistema actual, considerando dos líneas de 18" y cuatro bombas (ANEXO I-HOJA I).

3.6.2 Sistema de Bombeo de Poza de Captación a Hopper Clarificador

Se ha evaluado este sistema y tiene capacidad para manipular los 1800 m³ /h requeridos por la ampliación.

Se adjunta el ANEXO II, donde se muestra los cálculos de la capacidad del sistema de bombeo para las nuevas condiciones de operación.

Se ha considerado en el sistema de bombeo tres bombas trabajando en paralelo con tres etapas cada bomba.

En lo que respecta a las tuberías de polietileno estas no tienen la capacidad de soportar la presión de la línea de impulsión cuando el sistema trabaja con válvulas cerradas por lo que hay que implementar un dispositivo que alivie la presión en la línea.

3.6.3 Sistema de Bombeo de Solución no clarificada a US Filtros

Para la evaluación de este sistema se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- La capacidad de las bombas
- Las características del sistema de bombeo
- ~~Para los cálculos de las alternativas se han considerado las líneas de tuberías existentes~~
- El aumento de caudal a manipular 1800 m³ /h
- ~~Cálculos de alternativas de bombeo.~~

De acuerdo a la observación de la curva de la bomba una sola bomba no tienen capacidad para bombear 1800 m³ /h, tiene que haber por lo menos dos bombas ~~trabajando en paralelo~~

La alternativa de bombeo estudiada ha sido considerar trabajando dos bombas simultáneamente

De acuerdo a los cálculos para la alternativa arriba mencionada con, las dos bombas existentes trabajando simultáneamente, no tienen la capacidad para bombear los 1800 m³ /h.

Cambiando el impulsor de la bomba y cambiando el motor a uno de mayor potencia, estos equipos estarán en capacidad de cumplir con los requerimientos de bombeo para la ampliación.

Se adjunta en el ANEXO VI el diagrama y los cálculos de la alternativa de bombeo.

3.6.4 Sistema de Bombeo de Solución Clarificada a la Torre deaeradora

Para la evaluación de este sistema se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- La capacidad y curva de las bombas
- Las características del sistema de bombeo
- Para los cálculos de las alternativas se han considerado las líneas de tuberías existentes
- El aumento de caudal a manipular 1800 m³ /h
- Cálculo de alternativas de bombeo

De acuerdo a la observación de la curva de la bomba una sola bomba no tiene capacidad para bombear 1800 m³ /h tiene que haber por lo menos dos bombas trabajando en paralelo

La alternativa de bombeo estudiada ha sido considerar trabajando simultáneamente dos bombas

De acuerdo a los cálculos para la alternativa arriba mencionada con, las dos bombas existentes trabajando simultáneamente, no tienen la capacidad para bombear los 1800 m³ /h

De acuerdo a los cálculos y sus resultados las bombas existentes no tienen la capacidad de bombear los 1800 m³ / h, a una altura de 31,8m aún si se cambiase un impulsor más grande, no puede ser alojado en la bomba existente; lo más recomendable es comprar bombas nuevas o alternativamente colocar dos bombas existentes y una nueva en serie.

Se adjunta en el ANEXO IV el diagrama y los cálculos de la alternativa de bombeo planteada

3.6.5 Sistema de Solución de Torre deaeradora a Filtros Prensa

Para la evaluación de este sistema se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- La capacidad y curva de las bombas
- Las características del sistema de bombeo
- Para los cálculos de las alternativas se han considerado las líneas de tuberías existentes
- El aumento de caudal a manipular 1800 m³/h
- Cálculo de alternativas de bombeo

De acuerdo a la observación de la curva de la bomba, una sola bomba no tiene capacidad para bombear 1800 m³ /h, tiene que haber por lo menos dos bombas

La alternativa de bombeo estudiada ha sido considerar trabajando simultáneamente dos bombas en paralelo

De acuerdo a los cálculos para la alternativa arriba mencionada con las dos bombas existentes trabajando simultáneamente, no tienen la capacidad para bombear los 1800 m³ /h.

Cambiando el impulsor de las dos bombas a uno de mayor diámetro estos equipos estarán en capacidad de cumplir los requerimientos de bombeo para la ampliación

Otra alternativa, estudiada es la de considerar tres bombas trabajando en paralelo, con lo cual cada bomba estaría bombeando menos que cada bomba de la alternativa antes mencionada, lo cual traería consigo un mejoramiento del NPSH requerido y evitar problemas de cavitación en las bombas. Esta alternativa es más cara que la otra alternativa debido a que comprar una bomba adicional y reducir el diámetro de los impulsores a 17.5” en las bombas existentes.

Se adjunta en el ANEXO V el diagrama y los cálculos de la alternativa de bombeo planteada.

3.7 Equipos presentes en la planta de Merrill Crowe (Resumen)

Ver Figura 3.9

El estudio de los equipos presentes en Merrill Crowe, para verificar si soportasen el aumento de flujo de 1200 m³/h a 1800 m³/h consistió, en verificar la capacidad de los tanques presentes, de los 3 filtros clarificadores, la torre deareadora.

Debido a que el aumento fue de 600 m³ por hora esto resultaba que se debía tener una capacidad adicional de 10 m³ por minuto.

Tanque solución Rica (Hooper Clarificador):

El tanque esta diseñado para un almacenaje de solución de 20 m³ por minuto para 10 minutos de almacenamiento, por tanto al aumentar 10 m³ por minuto, se debía verificar la capacidad la cual si soporto los 30 m³ pero el tiempo de retención quedo reducido a 6,66 minuto.

Filtros Clarificadores

Debido a que se aumento flujo, como era de esperarse los filtros se saturaban más rápido de lo normal, pero debido a que se tenía 3 filtros funcionando a la vez si se

pudo abastecer la producción; sin embargo, para evitar una posible demora si es que fallara uno de los filtros, fue que se decidió adquirir un nuevo filtro 4; con igual números de placas (51).

Tanques de Diatomea

Existen dos tanques que debido a que solo funcionan cuando se va a parar un filtro, éstos no dependen del flujo pasado por planta.

Tanque de solución Rica Clarificada

El tanque tenía un almacenamiento inicial de retención de 9 minutos, variando de la misma forma a sólo 6 minutos; tiempo necesario para poder reaccionar en caso hubiera un derrame.

Torre Deaeradora

Este equipo se considero como el cuello de botella de la planta de Merrill Crowe debido a que ahí se lleva a cabo el retiro de aire (oxígeno) para proceder a la precipitación del oro, para tal efecto, se evaluó la necesidad de dos cosas: debido a que el ingreso de solución rica clarificada a la torre deaeradora estaba sometido a varios accesorios, el flujo perdía fuerza retrasando más la producción; por tanto se tomarán dos acciones principales las cuales corrigieron todos estos errores:

1. Aumentar la base de la torre deaeradora 1.5m, con lo cual se podía eliminar una serie de accesorios (como codos, tees) colocando solo una tubería recta.
2. Aumentar el espacio donde están los packings dentro de la columna y donde se lleva a cabo la transferencia para que se pudiera procesar más solución en el mismo tiempo, esta altura de ampliación de la torre deaeradora fue de 1.5m y se aumentaron 10,000 packings.

Alimentador de Zinc

El alimentador de Zinc es un cono donde se realiza la mezcla para preparar la lechada de cal y luego es inyectada a través de tuberías a la solución proveniente de la torre deaeradora, por tanto como es en línea no influye la variación de flujo.

Filtros Prensa

Se cuenta con 3 filtros prensa, los cuales al aumentar la producción, sólo influye en que el tiempo de saturación de cada uno de ellos es menor; y que se debe realizar las cosechas de los mismos con mas frecuencia.

Tanque de Solución Barren

En este tanque se coloca toda la solución pobre que proviene de los filtros prensa, acá es donde se añade cianuro de sodio concentrado y se prepara otra vez la solución para dirigirla al pad de lixiviación. Este tanque es el más grande de la planta tiene una capacidad de retención de 2 horas con flujo antiguo y de 1 hora con 20 minutos con el flujo nuevo. Además toda el área de tanques esta dentro de un área contenida que tiene capacidad igual al tanque de solución barren, como medida de seguridad si se tuviera algún derrame, además se tiene dos tanques adicionales a los cuales se pueden derivar si existiera exceso de solución barren.

IV. CONCLUSIONES

Las conclusiones alcanzadas luego de la evaluación del sistema de bombeo son:

- **Sistema de Bombeo de Solución Barren hacia las Pilas de Lixiviación**
Modificaciones en las bombas existentes para poder cubrir los requerimientos a futuro

De acuerdo al Anexo I-Hoja 3, los datos de operación de la bomba para cubrir los requerimientos de bombeo futuros son los siguientes:

Q	= 1800 m ³ /h
Ht	= 292 m
Ht diseño	= 300 m
BHP	= 606 HP

Para que las bombas existentes tengan la capacidad de satisfacer los datos antes mencionados se debe realizar lo siguiente:

- a) Cambiar el impulsor existente por otro impulsor tipo E de 21.8 pulgadas de diámetro.
- b) La potencia absorbida por la bomba en su nuevo punto de operación y con su nuevo impulsor es de 660 HP y la máxima potencia absorbida por la bomba eventualmente es de 809 HP. Teniendo en cuenta que el motor tiene un factor de servicio de 1.15 no se tendría necesidad de cambiar el motor existente

En lo que respecta a las tuberías de las instalaciones del sistema de bombeo, éstas no tienen la capacidad de soportar las presiones que se generan en ésta, cuando se trabaja con válvula cerrada, hay que implementar dispositivos que alivien la presión.

- **Sistema de Bombeo de Solución No Clarificada a US Filtros**

Modificaciones en las bombas existentes para poder cubrir los requerimientos futuros

De acuerdo al Anexo III los datos de operación de la bomba para cumplir los requerimientos de bombeo futuros son los siguientes

$$Q = 900 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$H_t = 68.3 \text{ m}$$

$$H_t \text{ diseño} = 72 \text{ m}$$

$$\text{BHP} = 314 \text{ HP}$$

Para que las bombas existentes tengan la capacidad de satisfacer los datos antes mencionados se debe realizar lo siguiente:

a) Cambiar el impulsor existente por otro impulsor de 4 vanos abiertos de 23.35 pulgadas de diámetro

b) La potencia absorbida por la bomba en su nuevo punto de operación y con su nuevo impulsor es de 314 HP y la máxima potencia absorbida por la bomba eventualmente es de 399 HP; por lo que el motor existente de 350 HP deberá ser cambiado por uno de mayor potencia.

En lo que respecta a las tuberías de las instalaciones del sistema de bombeo, éstas tienen la capacidad de soportar las presiones que se generan en ésta, aún trabajando con válvula cerrada.

- **Sistema de Bombeo de Solución Clarificada a la Torre deaeradora**

Modificaciones en las bombas existentes para poder cubrir los requerimientos futuros

La bomba existente está trabajando prácticamente en su capacidad máxima y no se le puede realizar los cambios necesarios para aumentar su capacidad a los parámetros requeridos.

Para este sistema es necesario cambiar las bombas. De acuerdo al Anexo IV los datos de operación de la bomba que cumplan con los requerimientos de bombeo futuros son los siguientes:

Q = 900 m³ /h

Ht = 31.83 m

Ht diseño = 33.42m

BHP = 150 HP

Se ha escogido una bomba de la misma marca para reemplazar las bombas existentes las cuales tendrán las siguientes características:

- Bomba Marca Gould Pump Models 3180/3185

Size 10 x 12 x 19 – Group L

Impulsor 15.56”

RPM 1180

Motor 200 HP

En lo que respecta a las tuberías de las instalaciones del sistema de bombeo, éstas tienen la capacidad de soportar las presiones que se generan en ésta, aún trabajando con válvula cerrada

• **Sistema de Bombeo de Solución Torre deaeradora a Filtros Prensa**

Modificaciones en las bombas existentes para poder cubrir los requerimientos futuros

De acuerdo al anexo V los datos de operación de cada bomba para cumplir los requerimientos de bombeo futuros de la primera alternativa son los siguientes:

$$Q = 900 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$H_t = 85.72 \text{ m}$$

$$H_t \text{ diseño} = 90 \text{ m}$$

$$\text{BHP} = 364 \text{ (de la curva de la bomba Adjunta)}$$

$$\text{HP motor} = 450 \text{ HP}$$

Para que las bombas existentes tengan la capacidad de satisfacer los datos antes mencionados se debe realizar lo siguiente:

a) Cambiar el impulsor existente por otro impulsor de 18.4" de diámetro

b) Los motores existentes tienen la capacidad para operar bajo los nuevos requerimientos

En lo que respecta a las tuberías de las instalaciones del sistema de bombeo, éstas tienen la capacidad de soportar las presiones que se generan en ésta, aún trabajando con válvula cerrada.

Para la segunda alternativa en la cual trabajan tres bombas en paralelo de los datos del Anexo V, se han definido los parámetros de operación de cada bomba para cumplir los requerimientos de bombeo futuros de la segunda alternativa y que son los siguientes:

$$Q = 600 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$H_t = 85.72 \text{ m}$$

$$H_t \text{ diseño} = 90 \text{ m}$$

$$\text{BHP} = 276 \text{ (de la curva de la bomba Adjunta)}$$

$$\text{HP motor} = 400 \text{ HP}$$

Para que las bombas existentes y nuevas tengan la capacidad de satisfacer los datos antes mencionados se debe realizar lo siguiente:

- a) Cambiar el impulsor existente por otro impulsor de 17.5" de diámetro
- b) Los motores existentes tienen la capacidad para operar bajos los nuevos requerimientos

En lo que respecta a las tuberías de las instalaciones del sistema de bombo, éstas tienen la capacidad de soportar las presiones que se generan en ésta, aún trabajando con válvula cerrada.

Caudales de los sistemas de bombeo trabajando las bombas existentes en paralelo

- **Sistema de Bombeo de Solución no Clarificada hacia US Filtros**

$Q = 794 \text{ m}^3 / \text{h}$ cada bomba y un total del sistema de $1588 \text{ m}^3 / \text{h}$ (Ver en el Anexo VI los cálculos correspondientes).

- **Sistema de Bombeo de Solución Clarificada hacia la Torre Deareadora**

$Q = 807 \text{ m}^3 / \text{h}$ cada bomba y un total del sistema de $1614 \text{ m}^3 / \text{h}$ (Ver en el Anexo VII los cálculos correspondientes).

- **Sistema de Bombeo de la Torre deareadora hacia Filtros Prensa**

$Q = 837 \text{ m}^3 / \text{h}$ cada bomba y un total del sistema de $1674 \text{ m}^3 / \text{h}$ (Ver en el Anexo VIII los cálculos correspondientes).

V. BIBLIOGRAFÍA

1. URL's:

- http://editorial.cda.ulpgc.es/servicios/2_Fontaneria/tema2/s222.htm
- <http://tarwi.lamolina.edu.pe/~dsa/Perdidaccesorios.htm>
- <http://plata.uda.cl/minas/academicos/lolivares/pags12.htm>
- <http://www.jehotech.com.mx/seleccion.htm>
- http://www.uclm.es/area/ing_rural/Trans_hidr/Tema8.PDF
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/dinamica/vaciado/vaciado.htm>

Separata:

2. Manual de información técnica – Importancia del “NPSH” en problemas de bombeo (Compañía Hidrostral)
3. Datos para diseño de equipo. Apéndice C. “Principios de Operaciones Unitarias” FOUST.

VI. ANEXOS

Para todas las corridas se utilizo el programa AFT Fathom Versión 5.0 en el cual se colocan los datos de Presión, Temperatura, características del fluido a bombear, características de las tuberías (diámetro, material, etc.), etc. y el software calcula el número de Reynolds, rugosidad, y la caída de presión estimada, con lo cual se puede verificar si la caída de presión será tan drástica que no permitirá el flujo continuo de solución.

- **Anexo I – Hoja 1** Sistema de bombeo de solución barren hacia las pilas de lixiviación (situación actual)

Anexo I – Hoja 2 Sistema de bombeo de solución barren hacia las pilas de lixiviación (situación máxima actual).

Anexo I – Hoja 3 Sistema de bombeo de solución barren hacia las pilas de lixiviación (situación propuesta)

En el anexo I Hoja 1 y 2 se muestra todo el sistema de bombeo antes del estudio para la planta de Merrill Crowe considerando todos los equipos y accesorios actuales. En la hoja 3 se propone la situación corregida debido a que la caída de presión es tan grande que se sugiere cambiar de potencia de bomba.

- **Anexo II** Sistema de bombeo de poza de captación hacia Hooper Clarificador
Se hace la corrida de todos los equipos y accesorios del sistema de bombeo de la poza de captación hacia el primer tanque Hooper Clarificador, donde por gravedad se separan los sólidos presentes en la solución rica

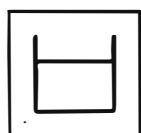
- **Anexo III** Sistema de bombeo de solución no clarificada hacia filtros clarificadores

Se hace la corrida de todos los equipos y accesorios del sistema de bombeo de solución no clarificada saliente del Hooper Clarificador hacia los filtros clarificadores, donde por medio de filtros de tela se separaran todas las partículas finas que aun se encuentran en la solución rica.

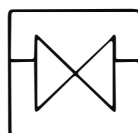
- **Anexo IV Sistema de bombeo de solución clarificada hacia torre deaeradora**
Se muestra la corrida de todos los equipos y accesorios de la solución clarificada hacia la torre deaeradora.
- **Anexo V Sistema de bombeo de torre deaeradora hacia filtros prensa**
Se muestra la corrida de todos los equipos y accesorios de la solución desoxigenada hacia filtros prensa.

En todos los casos, el objetivo es calcular la caída de presión que existiría con el aumento de flujo y verificar si nuestros equipos presentes podrán soportar dicho aumento, o deberán ser modificados para poder aceptarlo.

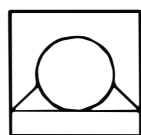
LEYENDA



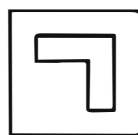
Tanque abierto



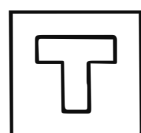
Válvula



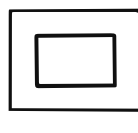
Bomba



Codo



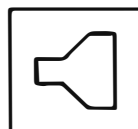
Tee (divisora)



Pilas de Lixiviación

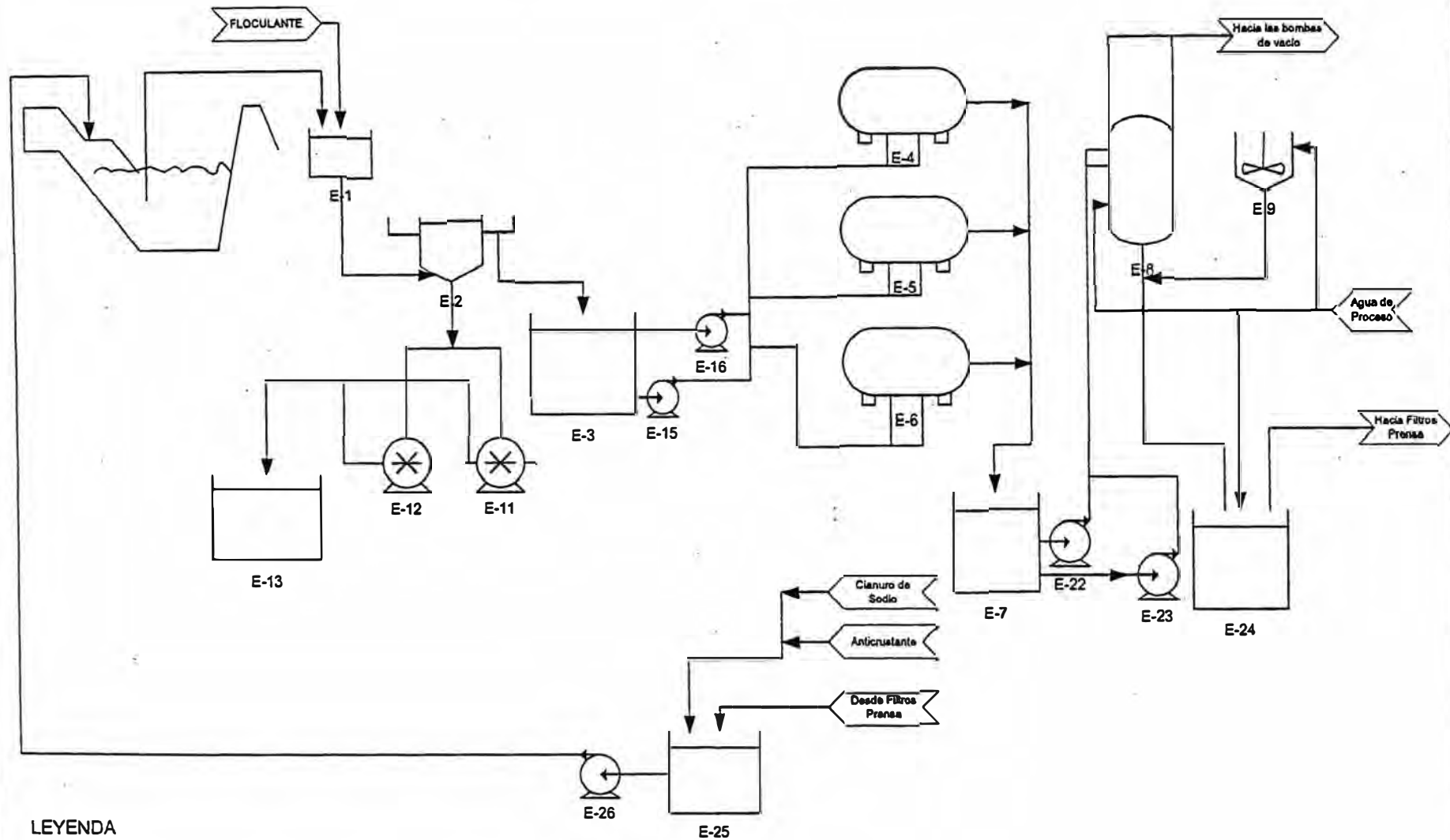


Filtro Prensa



Ensanchamiento de tubería

Figura 3.9 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA PLANTA DE MERRILL CROWE



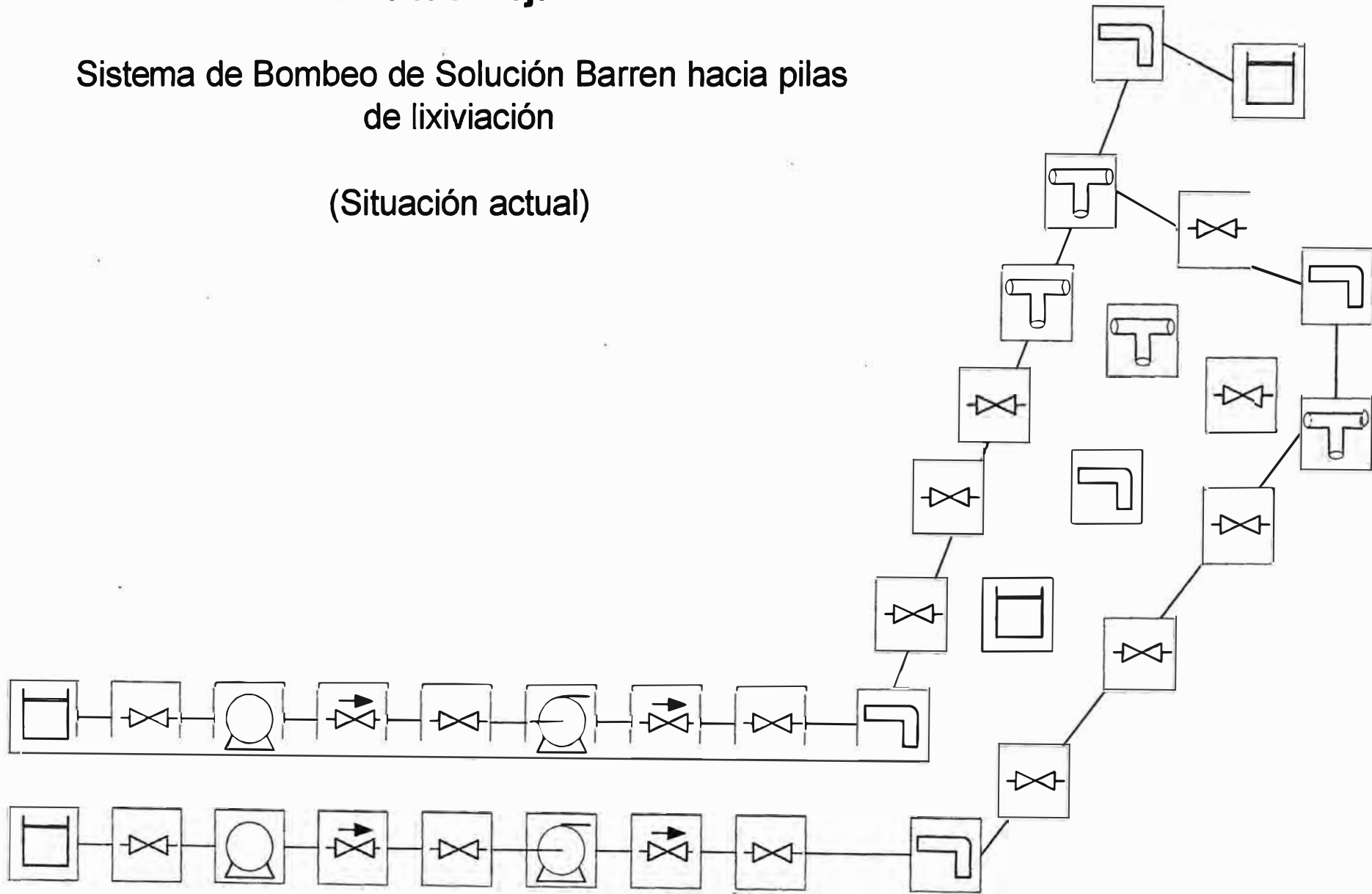
LEYENDA

- | | | |
|--|--|--|
| E1 Caja de Alimentación del Clarificador de la Tolva | E8 Torre deaeradora | E22, E23 Bombas de alimentación de la Torre deaeradora |
| E2 Tanque Clarificado | E9 Tanque emulsificador de zinc | E24 Tanque de alimentación de filtros prensa |
| E3 Tanque de solución rica no clarificada | E11, E12 Bombas de Lodos | E25 Tanque de solución Barren |
| E4, E5, E6 Filtros Clarificadores | E13 Tanque de Lodos | E26 Bomba de solución Barren |
| E7 Tanque de solución rica clarificada | E15, E16 Bombas de alimentación del Clarificador | |

Anexo I- Hoja 1

Sistema de Bombeo de Solución Barren hacia pilas de lixiviación

(Situación actual)



AFT Fathom Model

Title: AFT Fathom Model
 Analysis run on: 7/4/2003 7:40:51 PM
 Application version: AFT Fathom Version 5.0 (2001.10.15)
 Input File: C:\CusingalBorrador\springler3.fth

Execution Time= 0.28 seconds
 Total Number Of Head/Pressure Iterations= 126
 Total Number Of Flow Iterations= 22
 Total Number Of Temperature Iterations= 0
 Number Of Pipes= 35
 Number Of Junctions= 35
 Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change
 Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change
 Temperature Tolerance= 0.0001 relative change
 Flow Relaxation= (Automatic)
 Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model
 Fluid Database: AFT Standard
 Fluid: Water at 1 atm
 Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F
 Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F
 Temperature= 10 deg. C
 Density= 62.41296 lbm/ft³
 Viscosity= 3.1854 lbm/hr-ft
 Vapor Pressure= 0.17055 psia
 Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 1 atm
 Gravitational Acceleration= 1 g
 Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000
 Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300
 Total Inflow= 7530. gal/min
 Total Outflow= 7530. gal/min
 Maximum Pressure is 412.7 psia at Junction 26 Outlet
 Minimum Pressure is 14.41 psia at Junction 3 Inlet

Pump Summary

Jct	Name	Vol. Flow (m ³ /hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
3	Pump	855.9	524.0	199.2	140.1	100.0	100.0	437.8	6000.	62.81	33.26	N/A
6	Pump	855.9	524.0	199.2	140.1	100.0	100.0	437.8	6000.	62.81	492.31	N/A
23	Pump	854.4	523.1	199.3	140.1	100.0	100.0	437.2	6000.	62.69	33.27	N/A
26	Pump	854.4	523.1	199.3	140.1	100.0	100.0	437.2	6000.	62.69	492.51	N/A

AFT Fathom Model

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gpm)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (feet)	P Inlet (psia)	Cv	K	Valve State
2	Valve	REGULAR	3768.	524.0	0.09014	0.2080	14.50	12,556	0.5000	Open
4	One-Way Valve	CHECK	3768.	524.0	0.12980	0.2995	213.60	10,463	0.7200	Open
5	Valve	REGULAR	3768.	524.0	0.09014	0.2080	213.47	12,556	0.5000	Open
7	One-Way Valve	CHECK	3768.	524.0	0.12980	0.2995	412.56	10,463	0.7200	Open
8	Valve	REGULAR	3768.	524.0	0.09014	0.2080	412.43	12,556	0.5000	Open
18	Valve	REGULAR	3768.	524.0	0.09014	0.2080	349.67	12,556	0.5000	Open
19	Valve	REGULAR	3768.	524.0	0.09014	0.2080	305.44	12,556	0.5000	Open
20	Valve	REGULAR	3768.	524.0	0.09014	0.2080	261.21	12,556	0.5000	Open
22	Valve	REGULAR	3762.	523.1	0.08981	0.2072	14.50	12,556	0.5000	Open
24	One-Way Valve	CHECK	3762.	523.1	0.12932	0.2984	213.69	10,463	0.7200	Open
25	Valve	REGULAR	3762.	523.1	0.08981	0.2072	213.56	12,556	0.5000	Open
27	One-Way Valve	CHECK	3762.	523.1	0.12932	0.2984	412.74	10,463	0.7200	Open
28	Valve	REGULAR	3762.	523.1	0.08981	0.2072	412.61	12,556	0.5000	Open
30	Valve	REGULAR	3762.	523.1	0.08981	0.2072	349.82	12,556	0.5000	Open
31	Valve	REGULAR	3762.	523.1	0.08981	0.2072	305.59	12,556	0.5000	Open
32	Valve	REGULAR	3762.	523.1	0.08981	0.2072	261.37	12,556	0.5000	Open
37	Valve	REGULAR	3762.	523.1	0.08981	0.2072	131.40	12,556	0.5000	Open
X38	Valve	REGULAR	0.	0.0	N/A	N/A	217.32	N/A	0.0000	Closed By User

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
1	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	855.9	1.577	0.008331	0.1805	8.329	3961.	3961.	-0.1803	-0.1921
2	Pipe	18 inch	STD	Steel	1.0000	855.9	1.577	0.004166	0.1805	4.165	3961.	3961.	-0.2823	-0.2882
3	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	855.9	1.577	0.002083	0.1805	2.082	3961.	3961.	198.9098	198.9069
4	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	855.9	1.577	0.002083	0.1805	2.082	3961.	3961.	198.7771	198.7741
5	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	855.9	1.577	0.002083	0.1805	2.082	3961.	3961.	397.8701	397.8672
6	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	855.9	1.577	0.002083	0.1805	2.082	3961.	3961.	397.7374	397.7344
7	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	855.9	1.577	0.008331	0.1805	8.329	3961.	3961.	198.6840	198.6721
9	Pipe	18 inch	STD	Steel	1100.0000	855.9	1.577	4.582149	0.1805	4581.174	3961.	4000.	397.5744	334.9756
10	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	855.9	1.577	1.041398	0.1805	1041.176	4000.	4030.	334.8854	290.7446
11	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	855.9	1.577	1.041398	0.1805	1041.176	4030.	4060.	290.6544	246.5139
12	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	855.9	1.577	1.041398	0.1805	1041.176	4060.	4090.	246.4238	202.829
14	Pipe	24 inch	STD (schedule 20)	Steel	2.0000	0.0	0.000	0.000000	0.0000	0.000	4100.	4100.	30.0000	30.0000
17	Pipe	24 inch	STD (schedule 20)	Steel	10.0000	1709.7	1.734	0.035625	0.1544	35.617	4210.	4210.	29.8327	29.7820
18	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	854.4	1.574	0.008303	0.1799	8.301	3961.	3961.	-0.1796	-0.1914

AFT Fathom Model

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
19	Pipe	18 inch	STD	Steel	1.0000	854.4	1.574	0.004151	0.1799	4.150	3961.	3961.	0.2812	-0.2871
20	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	854.4	1.574	0.002076	0.1799	2.075	3961.	3961.	198.9990	198.9960
21	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	854.4	1.574	0.002076	0.1799	2.075	3961.	3961.	198.8667	198.8638
22	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	854.4	1.574	0.002076	0.1799	2.075	3961.	3961.	398.0483	398.0453
23	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	854.4	1.574	0.002076	0.1799	2.075	3961.	3961.	397.9160	397.9131
24	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	854.4	1.574	0.008303	0.1799	8.301	3961.	3961.	198.7740	198.7622
25	Pipe	18 inch	STD	Steel	10.0000	854.4	1.574	0.041513	0.1799	41.504	3961.	3961.	397.8232	397.7642
26	Pipe	18 inch	STD	Steel	1100.0000	854.4	1.574	4.566384	0.1799	4565.412	3961.	4000.	397.6975	335.1211
27	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	854.4	1.574	1.037815	0.1799	1037.594	4000.	4030.	335.0313	290.8955
28	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	854.4	1.574	1.037815	0.1799	1037.594	4030.	4060.	290.8057	246.6703
29	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	854.4	1.574	1.037815	0.1799	1037.594	4060.	4090.	246.5805	202.4448
32	Pipe	18 inch	STD	Steel	60.0000	854.4	1.574	0.249075	0.1799	249.022	4090.	4150.	202.4448	116.7714
33	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	854.4	1.574	0.002076	0.1799	2.075	4150.	4150.	116.7047	116.7017
34	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	854.4	1.574	0.002090	0.1812	2.090	4150.	4150.	116.6119	116.6090
36	Pipe	24 inch	STD (schedule 20)	Steel	270.0000	1709.7	1.734	0.942216	0.1513	942.015	4150.	4210.	116.5706	29.9112
37	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	0.0	0.000	0.000000	0.0000	0.000	4090.	4090.	202.6244	202.6244
X38	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	0.0	0.000	0.000000	0.0000	0.000	4090.	4090.	202.4632	44.2196
39	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	0.0	0.000	0.000000	0.0000	0.000	4090.	4090.	44.2196	44.2196
40	Pipe	24 inch	STD (schedule 20)	Steel	50.0000	0.0	0.000	0.000000	0.0000	0.000	4090.	4100.	44.2196	30.0000
41	Pipe	18 inch	STD	Steel	60.0000	855.9	1.577	0.249942	0.1806	249.888	4090.	4150.	202.2829	116.6083
44	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	855.9	1.577	0.002083	0.1805	2.082	3961.	3961.	397.6443	397.6413

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
1	0.01440	5.246E+05	0.0018
2	0.01440	5.246E+05	0.0018
3	0.01440	5.246E+05	0.0018
4	0.01440	5.246E+05	0.0018
5	0.01440	5.246E+05	0.0018
6	0.01440	5.246E+05	0.0018
7	0.01440	5.246E+05	0.0018
9	0.01440	5.246E+05	0.0018
10	0.01440	5.246E+05	0.0018
11	0.01440	5.246E+05	0.0018
12	0.01440	5.246E+05	0.0018
14	0.00000	0.000E+00	0.0018
17	0.01345	7.774E+05	0.0018
18	0.01440	5.236E+05	0.0018

AFT Fathom Model

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
19	0.01440	5.236E+05	0.0018
20	0.01440	5.236E+05	0.0018
21	0.01440	5.236E+05	0.0018
22	0.01440	5.236E+05	0.0018
23	0.01440	5.236E+05	0.0018
24	0.01440	5.236E+05	0.0018
25	0.01440	5.236E+05	0.0018
26	0.01440	5.236E+05	0.0018
27	0.01440	5.236E+05	0.0018
28	0.01440	5.236E+05	0.0018
29	0.01440	5.236E+05	0.0018
32	0.01440	5.236E+05	0.0018
33	0.01440	5.236E+05	0.0018
34	0.01440	5.236E+05	0.0018
36	0.01345	7.774E+05	0.0018
37	0.00000	0.000E+00	0.0018
X38	0.00000	0.000E+00	0.0018
39	0.00000	0.000E+00	0.0018
40	0.00000	0.000E+00	0.0018
41	0.01440	5.246E+05	0.0018
44	0.01440	5.246E+05	0.0018

All Junction Table

Jct	Name	P Static In (psia)	P Static Out (psia)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
1	Reservoir	14.70	14.70	0.000	3961.	3961.	0.00000
2	Valve	14.50	14.41	0.5000	3961.	3961.	0.09014
3	Pump	14.41	213.61	0.000	3961.	3961.	-199.19801
4	One-Way Valve	213.60	213.47	0.7200	3961.	3961.	0.12980
5	Valve	213.47	213.38	0.5000	3961.	3961.	0.09014
6	Pump	213.37	412.57	0.000	3961.	3961.	-199.19801
7	One-Way Valve	412.56	412.43	0.7200	3961.	3961.	0.12980
8	Valve	412.43	412.34	0.5000	3961.	3961.	0.09014
9	Bend	412.34	412.27	0.3713	3961.	3961.	0.06693
13	Tee/Wye	217.08	217.08	0.000	4090.	4090.	0.00000
14	Bend	44.70	44.70	0.000	4100.	4100.	0.00000
15	Reservoir	44.70	44.70	0.000	4100.	4100.	0.00000

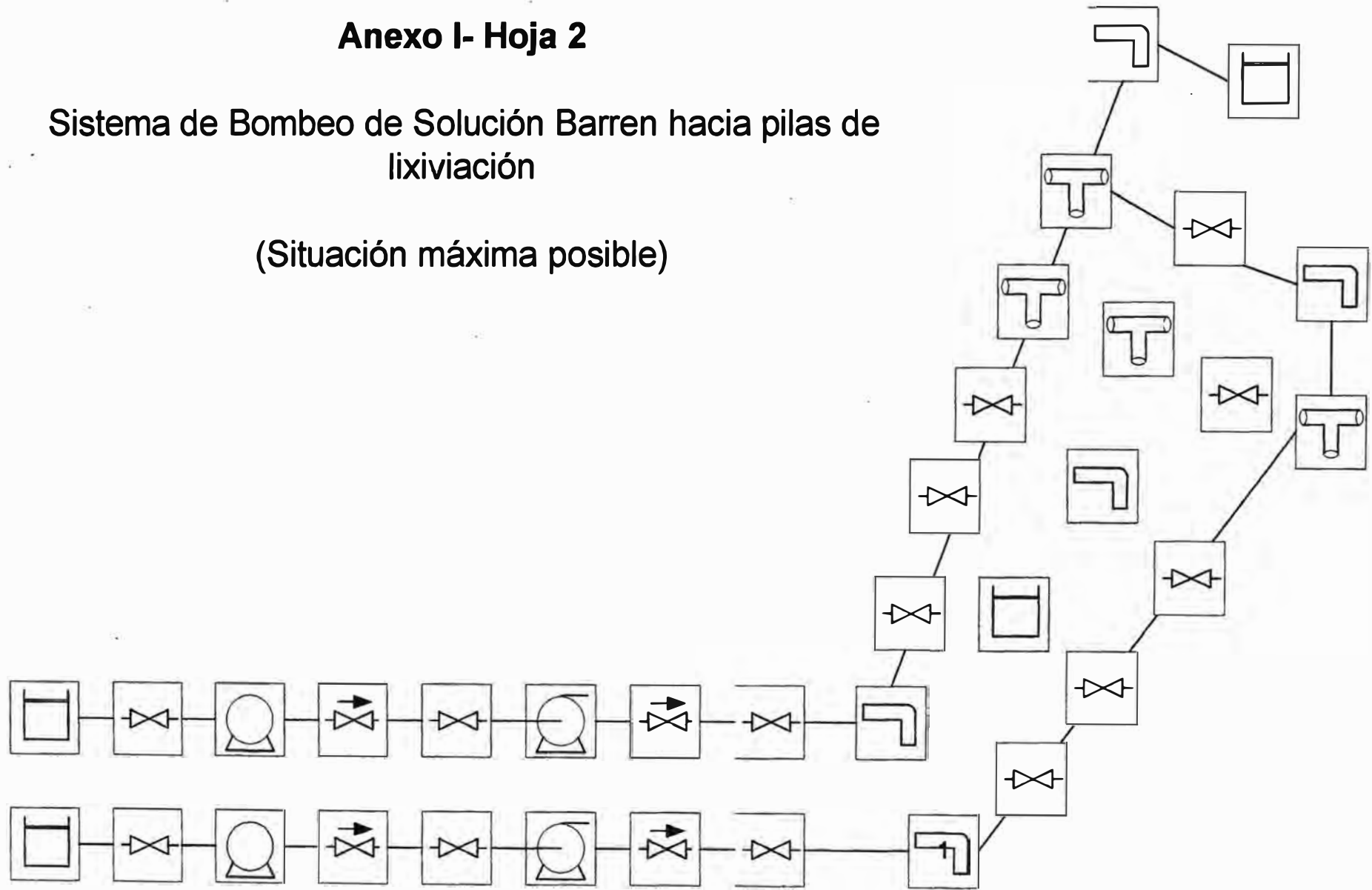
AFT Fathom Model

Jct	Name	P Static In (psia)	P Static Out (psia)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
16	Bend	44.61	44.53	0.3600	4210.	4210.	0.07846
17	Reservoir	44.70	44.70	0.000	4210.	4210.	0.00000
18	Valve	349.67	349.58	0.5000	4000.	4000.	0.09014
19	Valve	305.44	305.35	0.5000	4030.	4030.	0.09014
20	Valve	261.21	261.12	0.5000	4060.	4060.	0.09014
21	Reservoir	14.70	14.70	0.000	3961.	3961.	0.00000
22	Valve	14.50	14.41	0.5000	3961.	3961.	0.08981
23	Pump	14.41	213.69	0.000	3961.	3961.	-199.28613
24	One-Way Valve	213.69	213.56	0.7200	3961.	3961.	0.12932
25	Valve	213.56	213.47	0.5000	3961.	3961.	0.08981
26	Pump	213.46	412.74	0.000	3961.	3961.	-199.28613
27	One-Way Valve	412.74	412.61	0.7200	3961.	3961.	0.12932
28	Valve	412.61	412.52	0.5000	3961.	3961.	0.08981
29	Bend	412.46	412.39	0.3713	3961.	3961.	0.06668
30	Valve	349.82	349.73	0.5000	4000.	4000.	0.08981
31	Valve	305.59	305.50	0.5000	4030.	4030.	0.08981
32	Valve	261.37	261.28	0.5000	4060.	4060.	0.08981
33	Tee/Wye	217.24	217.24	0.000	4090.	4090.	0.00000
35	Tee/Wye	131.29	131.29	0.000	4150.	4150.	0.00000
36	Bend	131.47	131.40	0.3713	4150.	4150.	0.06668
37	Valve	131.40	131.31	0.5000	4150.	4150.	0.08981
X38	Valve	217.32	58.92	0.000	4090.	4090.	158.40480
39	Tee/Wye	58.92	58.92	0.000	4090.	4090.	0.00000

Anexo I- Hoja 2

Sistema de Bombeo de Solución Barren hacia pilas de lixiviación

(Situación máxima posible)



AFT Fathom Model

Title: AFT Fathom Model
 Analysis run on: 7/4/2003 7:47:28 PM
 Application version: AFT Fathom Version 5.0 (2001.10.15)
 Input File: C:\Cusinga\Borrador\springler3-11-06-03alturamaxima1800.fth

Execution Time= 0.29 seconds
 Total Number Of Head/Pressure Iterations= 135
 Total Number Of Flow Iterations= 22
 Total Number Of Temperature Iterations= 0
 Number Of Pipes= 35
 Number Of Junctions= 35
 Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change
 Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change
 Temperature Tolerance= 0.0001 relative change
 Flow Relaxation= (Automatic)
 Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model
 Fluid Database: AFT Standard
 Fluid: Water at 1 atm
 Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F
 Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F
 Temperature= 10 deg. C
 Density= 62.41296 lbm/ft³
 Viscosity= 3.1854 lbm/hr-ft
 Vapor Pressure= 0.17055 psia
 Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 1 atm
 Gravitational Acceleration= 1 g
 Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000
 Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300
 Total Inflow= 8099. gal/min
 Total Outflow= 8099. gal/min
 Maximum Pressure is 404.4 psia at Junction 26 Outlet
 Minimum Pressure is 14.36 psia at Junction 3 Inlet

WARNING Pipe 14 length is shorter than the elevation change (between Junction 14 and 15).

Pump Summary

Jct	Name	Vol. Flow (m ³ /hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
3	Pump	920.3	563.4	195.1	137.2	100.0	100.0	461.0	6000.	67.53	33.23	N/A
6	Pump	920.3	563.4	195.1	137.2	100.0	100.0	461.0	6000.	67.53	482.62	N/A
23	Pump	919.2	562.8	195.2	137.2	100.0	100.0	460.7	6000.	67.45	33.23	N/A

AFT Fathom Model

Jct	Name	Vol. Flow (m3/hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
26	Pump	919.2	562.8	195.2	137.2	100.0	100.0	460.7	6000.	67.45	482.87	N/A

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (feet)	P Inlet (psia)	Cv	K	Valve State
2	Valve	REGULAR	4052.	563.4	0.1042	0.2404	14.47	12,556.	0.5000	Open
4	One-Way Valve	CHECK	4052.	563.4	0.1501	0.3462	209.41	10,463.	0.7200	Open
5	Valve	REGULAR	4052.	563.4	0.1042	0.2404	209.26	12,556.	0.5000	Open
7	One-Way Valve	CHECK	4052.	563.4	2.0841	4.8085	404.19	2,808.	10.0000	Open
8	Valve	REGULAR	4052.	563.4	2.0841	4.8085	402.11	2,808.	10.0000	Open
18	Valve	REGULAR	4052.	563.4	0.1042	0.2404	336.39	12,556.	0.5000	Open
19	Valve	REGULAR	4052.	563.4	0.1042	0.2404	291.92	12,556.	0.5000	Open
20	Valve	REGULAR	4052.	563.4	0.1042	0.2404	247.46	12,556.	0.5000	Open
22	Valve	REGULAR	4047.	562.8	0.1040	0.2399	14.47	12,556.	0.5000	Open
24	One-Way Valve	CHECK	4047.	562.8	0.1497	0.3454	209.52	10,463.	0.7200	Open
25	Valve	REGULAR	4047.	562.8	0.1040	0.2399	209.37	12,556.	0.5000	Open
27	One-Way Valve	CHECK	4047.	562.8	2.0793	4.7974	404.41	2,808.	10.0000	Open
28	Valve	REGULAR	4047.	562.8	2.0793	4.7974	402.32	2,808.	10.0000	Open
30	Valve	REGULAR	4047.	562.8	0.1040	0.2399	336.56	12,556.	0.5000	Open
31	Valve	REGULAR	4047.	562.8	0.1040	0.2399	292.10	12,556.	0.5000	Open
32	Valve	REGULAR	4047.	562.8	0.1040	0.2399	247.65	12,556.	0.5000	Open
37	Valve	REGULAR	4047.	562.8	0.1040	0.2399	117.38	12,556.	0.5000	Open
X38	Valve	REGULAR	0.	0.0	N/A	N/A	203.40	N/A	0.0000	Closed By User

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
1	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	920.3	1.695	0.009552	0.2070	9.550	3961.	3961.	-0.2084	-0.2220
2	Pipe	18 inch	STD	Steel	1.0000	920.3	1.695	0.004776	0.2070	4.775	3961.	3961.	-0.3262	-0.3330
3	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	920.3	1.695	0.002388	0.2070	2.388	3961.	3961.	194.7211	194.7177
4	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	920.3	1.695	0.002388	0.2070	2.388	3961.	3961.	194.5677	194.5643
5	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	920.3	1.695	0.002388	0.2070	2.388	3961.	3961.	389.5006	389.4972
6	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	920.3	1.695	0.002388	0.2070	2.388	3961.	3961.	387.4131	387.4097
7	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	920.3	1.695	0.009552	0.2070	9.550	3961.	3961.	194.4601	194.4465
9	Pipe	18 inch	STD	Steel	1100.0000	920.3	1.695	5.253865	0.2070	5252.746	3961.	4000.	385.2448	321.6908

AFT Fathom Model

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psf/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
10	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	920.3	1.695	1.194060	0.2070	1193.806	4000.	4030.	321.5866	277.2287
11	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	920.3	1.695	1.194060	0.2070	1193.806	4030.	4060.	277.1245	232.7669
12	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	920.3	1.695	1.194060	0.2070	1193.806	4060.	4090.	232.6627	188.3047
14	Pipe	24 inch	STD (schedule 20)	Steel	2.0000	0.0	0.000	0.000000	0.0000	0.000	4100.	4120.	68.4400	40.0000
17	Pipe	24 inch	STD (schedule 20)	Steel	10.0000	1838.9	1.865	0.040839	0.1770	40.831	4200.	4200.	29.8059	29.7478
18	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	919.2	1.693	0.009532	0.2066	9.530	3961.	3961.	-0.2079	-0.2215
19	Pipe	18 inch	STD	Steel	1.0000	919.2	1.693	0.004766	0.2066	4.765	3961.	3961.	-0.3254	-0.3322
20	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	919.2	1.693	0.002383	0.2066	2.382	3961.	3961.	194.8282	194.8248
21	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	919.2	1.693	0.002383	0.2066	2.382	3961.	3961.	194.6751	194.6717
22	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	919.2	1.693	0.002383	0.2066	2.382	3961.	3961.	389.7146	389.7112
23	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	919.2	1.693	0.002383	0.2066	2.382	3961.	3961.	387.6320	387.6286
24	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	919.2	1.693	0.009532	0.2066	9.530	3961.	3961.	194.5677	194.5542
25	Pipe	18 inch	STD	Steel	10.0000	919.2	1.693	0.047658	0.2066	47.648	3961.	3961.	385.5493	385.4815
26	Pipe	18 inch	STD	Steel	1100.0000	919.2	1.693	5.242429	0.2066	5241.313	3961.	4000.	385.4043	321.8666
27	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	919.2	1.693	1.191461	0.2066	1191.207	4000.	4030.	321.7626	277.4084
28	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	919.2	1.693	1.191461	0.2066	1191.207	4030.	4060.	277.3044	232.9505
29	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	919.2	1.693	1.191461	0.2066	1191.207	4060.	4090.	232.8466	188.4923
32	Pipe	18 inch	STD	Steel	60.0000	919.2	1.693	0.285951	0.2066	285.890	4090.	4150.	188.4923	102.7664
33	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	919.2	1.693	0.002383	0.2066	2.382	4150.	4150.	102.6893	102.6859
34	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	919.2	1.693	0.002386	0.2068	2.386	4150.	4150.	102.5819	102.5785
36	Pipe	24 inch	STD (schedule 20)	Steel	270.0000	1838.9	1.865	1.081564	0.1736	1081.334	4150.	4200.	102.5343	29.8967
37	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	0.0	0.000	0.000000	0.0000	0.000	4090.	4090.	188.7002	188.7002
X38	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	0.0	0.000	0.000000	0.0000	0.000	4090.	4090.	188.5131	82.6596
39	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	0.0	0.000	0.000000	0.0000	0.000	4090.	4090.	82.6596	82.6596
40	Pipe	24 inch	STD (schedule 20)	Steel	50.0000	0.0	0.000	0.000000	0.0000	0.000	4090.	4100.	82.6596	68.4400
41	Pipe	18 inch	STD	Steel	60.0000	920.3	1.695	0.286558	0.2070	286.497	4090.	4150.	188.3047	102.5780
44	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	920.3	1.695	0.002388	0.2070	2.388	3961.	3961.	385.3256	385.3222

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
1	0.01428	5.640E+05	0.0018
2	0.01428	5.640E+05	0.0018
3	0.01428	5.640E+05	0.0018
4	0.01428	5.640E+05	0.0018
5	0.01428	5.640E+05	0.0018
6	0.01428	5.640E+05	0.0018
7	0.01428	5.640E+05	0.0018
9	0.01428	5.640E+05	0.0018

AFT Fathom Model

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
10	0.01428	5.640E+05	0.0018
11	0.01428	5.640E+05	0.0018
12	0.01428	5.640E+05	0.0018
14	0.00000	0.000E+00	0.0018
17	0.01334	8.362E+05	0.0018
18	0.01428	5.634E+05	0.0018
19	0.01428	5.634E+05	0.0018
20	0.01428	5.634E+05	0.0018
21	0.01428	5.634E+05	0.0018
22	0.01428	5.634E+05	0.0018
23	0.01428	5.634E+05	0.0018
24	0.01428	5.634E+05	0.0018
25	0.01428	5.634E+05	0.0018
26	0.01428	5.634E+05	0.0018
27	0.01428	5.634E+05	0.0018
28	0.01428	5.634E+05	0.0018
29	0.01428	5.634E+05	0.0018
32	0.01428	5.634E+05	0.0018
33	0.01428	5.634E+05	0.0018
34	0.01428	5.634E+05	0.0018
36	0.01334	8.362E+05	0.0018
37	0.00000	0.000E+00	0.0018
X38	0.00000	0.000E+00	0.0018
39	0.00000	0.000E+00	0.0018
40	0.00000	0.000E+00	0.0018
41	0.01428	5.640E+05	0.0018
44	0.01428	5.640E+05	0.0018

All Junction Table

Jct	Name	P Static In (psia)	P Static Out (psia)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
1	Reservoir	14.70	14.70	0.000	3961.	3961.	0.00000
2	Valve	14.47	14.37	0.5000	3961.	3961.	0.10420
3	Pump	14.36	209.42	0.000	3961.	3961.	-195.05411
4	One-Way Valve	209.41	209.26	0.7200	3961.	3961.	0.15005
5	Valve	209.26	209.16	0.5000	3961.	3961.	0.10420
6	Pump	209.14	404.20	0.000	3961.	3961.	-195.05411

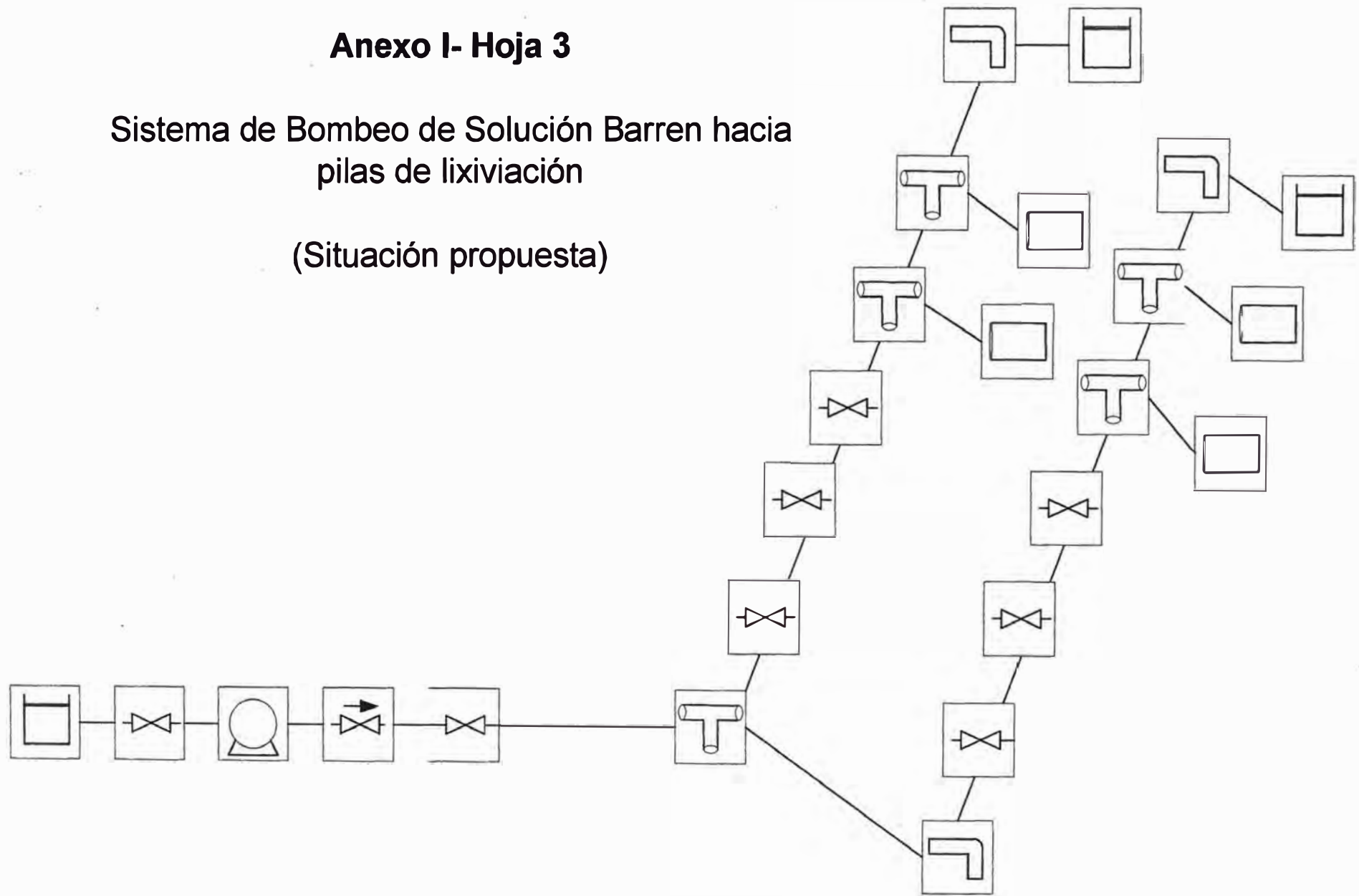
AFT Fathom Model

Jct	Name	P Static In (psia)	P Static Out (psia)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
7	One-Way Valve	404.19	402.11	10.00	3961.	3961.	2.08410
8	Valve	402.11	400.02	10.00	3961.	3961.	2.08410
9	Bend	400.02	399.94	0.3713	3961.	3961.	0.07737
13	Tee/Wye	203.12	203.12	0.000	4090.	4090.	0.00000
14	Bend	83.14	83.14	0.000	4100.	4100.	0.00000
15	Reservoir	54.70	54.70	0.000	4120.	4120.	0.00000
16	Bend	44.59	44.50	0.3600	4200.	4200.	0.09078
17	Reservoir	44.70	44.70	0.000	4200.	4200.	0.00000
18	Valve	336.39	336.28	0.5000	4000.	4000.	0.10420
19	Valve	291.92	291.82	0.5000	4030.	4030.	0.10420
20	Valve	247.46	247.36	0.5000	4060.	4060.	0.10420
21	Reservoir	14.70	14.70	0.000	3961.	3961.	0.00000
22	Valve	14.47	14.37	0.5000	3961.	3961.	0.10396
23	Pump	14.36	209.52	0.000	3961.	3961.	-195.16043
24	One-Way Valve	209.52	209.37	0.7200	3961.	3961.	0.14971
25	Valve	209.37	209.26	0.5000	3961.	3961.	0.10396
26	Pump	209.25	404.41	0.000	3961.	3961.	-195.16043
27	One-Way Valve	404.41	402.33	10.00	3961.	3961.	2.07929
28	Valve	402.32	400.25	10.00	3961.	3961.	2.07929
29	Bend	400.18	400.10	0.3713	3961.	3961.	0.07719
30	Valve	336.56	336.46	0.5000	4000.	4000.	0.10396
31	Valve	292.10	292.00	0.5000	4030.	4030.	0.10396
32	Valve	247.65	247.54	0.5000	4060.	4060.	0.10396
33	Tee/Wye	203.30	203.30	0.000	4090.	4090.	0.00000
35	Tee/Wye	117.26	117.26	0.000	4150.	4150.	0.00000
36	Bend	117.46	117.39	0.3713	4150.	4150.	0.07719
37	Valve	117.38	117.28	0.5000	4150.	4150.	0.10396
X38	Valve	203.40	97.36	0.000	4090.	4090.	106.04061
39	Tee/Wye	97.36	97.36	0.000	4090.	4090.	0.00000

Anexo I- Hoja 3

Sistema de Bombeo de Solución Barren hacia pilas de lixiviación

(Situación propuesta)



AFT Fathom Model

Title: AFT Fathom Model

Analysis run on: 7/4/2003 2:08:56 PM

Application version: AFT Fathom Version 5.0 (2001.10.15)

Input File: C:\Calculos\ANEXO 1 - HOJA 3

Execution Time= 0.08 seconds

Total Number Of Head/Pressure Iterations= 28

Total Number Of Flow Iterations= 3

Total Number Of Temperature Iterations= 0

Number Of Pipes= 24

Number Of Junctions= 25

Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change

Temperature Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Relaxation= (Automatic)

Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model

Fluid Database: AFT Standard

Fluid: Water at 1 atm

Max Fluid Temperature Data= 212 deg F

Min Fluid Temperature Data= 32 deg F

Temperature= 10 deg C

Density= 62.41296 lbm/ft³

Viscosity= 3.1854 lbm/hr-ft

Vapor Pressure= 0.17055 psia

Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 1 atm

Gravitational Acceleration= 1 g

Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000

Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300

Total Inflow= 7925 gal/min

Total Outflow= 7925 gal/min

Maximum Pressure is 427.8 psia at Junction 6 Outlet

Minimum Pressure is 13.40 psia at Junction 6 Inlet

Pump Summary

Jct	Name	Vol. Flow (m ³ /hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
6	Pump	1800	1102	414.4	291.4	100.0	N/A	1915	N/A	N/A	32.37	N/A

Valve Summary

AFT Fathom Model

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (feet)	P Inlet (psia)	Cv	K	Valve State
2	Valve	REGULAR	7925.	1102.0	0.39864	0.9198	13.85	12,556.	0.5000	Open
7	One-Way Valve	CHECK	7925.	1102.0	7.97289	18.3952	427.79	2.808.	10.0000	Open
8	Valve	REGULAR	7925.	1102.0	7.97289	18.3952	419.80	2.808.	10.0000	Open
18	Valve	REGULAR	3969.	551.9	0.09998	0.2307	349.15	12,556.	0.5000	Open
19	Valve	REGULAR	3969.	551.9	0.09998	0.2307	304.75	12,556.	0.5000	Open
20	Valve	REGULAR	3969.	551.9	0.09998	0.2307	260.36	12,556.	0.5000	Open
38	Valve	REGULAR	3956.	550.1	0.09934	0.2292	304.73	12,556.	0.5000	Open
43	Valve	REGULAR	3956.	550.1	0.09934	0.2292	349.11	12,556.	0.5000	Open
46	Valve	REGULAR	3956.	550.1	0.09934	0.2292	260.35	12,556.	0.5000	Open

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dP/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
1	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	1800.0	3.3162	0.034275	0.74277	34.267	3961.	3961.	-0.7973	-0.8460
5	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	3.3162	0.008569	0.74277	8.567	3961.	3961.	413.1022	413.0900
6	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	3.3162	0.008569	0.74277	8.567	3961.	3961.	405.1171	405.1049
7	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	1800.0	3.3162	0.034275	0.74277	34.267	3961.	3961.	-1.2447	-1.2934
9	Pipe	18 inch	STD	Steel	1100.0000	901.5	1.6608	5.052735	0.19909	5051.659	3961.	4000.	397.7172	334.4492
10	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	901.5	1.6608	1.148349	0.19909	1148.104	4000.	4030.	334.3493	290.0563
11	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	901.5	1.6608	1.148349	0.19909	1148.104	4030.	4060.	289.9563	245.6638
12	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	901.5	1.6608	1.148349	0.19909	1148.104	4060.	4090.	245.5638	201.2708
17	Pipe	24 inch	STD (schedule 20)	Steel	10.0000	901.5	0.9142	0.010535	0.04566	10.533	4200.	4210.	44.1744	29.9394
36	Pipe	24 inch	STD (schedule 20)	Steel	270.0000	901.5	0.9142	0.283558	0.04552	283.497	4150.	4200.	115.6991	44.1962
41	Pipe	18 inch	STD	Steel	60.0000	901.5	1.6608	0.275604	0.19909	275.545	4090.	4150.	201.2708	115.5597
44	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	3.3162	0.008559	0.74195	8.557	3961.	3961.	397.1320	397.1199
45	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	0.0	0.0000	0.000000	0.00000	0.000	4090.	4090.	201.4707	201.4707
46	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	0.0	0.0000	0.000000	0.00000	0.000	4150.	4150.	115.7596	115.7596
47	Pipe	18 inch	STD	Steel	60.0000	898.6	1.6554	0.273934	0.19788	273.875	4090.	4150.	201.2670	115.5582
48	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	0.0	0.0000	0.000000	0.00000	0.000	4090.	4090.	201.4657	201.4657
49	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	0.0	0.0000	0.000000	0.00000	0.000	4150.	4150.	115.7569	115.7569
50	Pipe	18 inch	STD	Steel	1100.0000	898.6	1.6554	5.022114	0.19788	5021.044	3961.	4000.	397.6382	334.4138
51	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	898.6	1.6554	1.141390	0.19788	1141.146	4000.	4030.	334.3145	290.0314
52	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	898.6	1.6554	1.141390	0.19788	1141.146	4030.	4060.	289.9321	245.6494
53	Pipe	18 inch	STD	Steel	250.0000	898.6	1.6554	1.141390	0.19788	1141.146	4060.	4090.	245.5501	201.2670
54	Pipe	24 inch	STD (schedule 20)	Steel	10.0000	898.6	0.9113	0.010415	0.04514	10.413	4200.	4210.	44.1746	29.9398
55	Pipe	24 inch	STD (schedule 20)	Steel	270.0000	898.6	0.9113	0.281862	0.04525	281.802	4150.	4200.	115.6967	44.1963
56	Pipe	18 inch	STD	Steel	1.0000	898.6	1.6554	0.004566	0.19788	4.565	3961.	3961.	397.7185	397.7120

AFT Fathom Model

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
1	0.01339	1.103E+06	0.0018
5	0.01339	1.103E+06	0.0018
6	0.01339	1.103E+06	0.0018
7	0.01339	1.103E+06	0.0018
9	0.01431	5.525E+05	0.0018
10	0.01431	5.525E+05	0.0018
11	0.01431	5.525E+05	0.0018
12	0.01431	5.525E+05	0.0018
17	0.01455	4.099E+05	0.0018
36	0.01455	4.099E+05	0.0018
41	0.01431	5.525E+05	0.0018
44	0.01339	1.103E+06	0.0018
45	0.00000	0.000E+00	0.0018
46	0.00000	0.000E+00	0.0018
47	0.01432	5.507E+05	0.0018
48	0.00000	0.000E+00	0.0018
49	0.00000	0.000E+00	0.0018
50	0.01432	5.507E+05	0.0018
51	0.01432	5.507E+05	0.0018
52	0.01432	5.507E+05	0.0018
53	0.01432	5.507E+05	0.0018
54	0.01456	4.086E+05	0.0018
55	0.01456	4.086E+05	0.0018
56	0.01432	5.507E+05	0.0018

All Junction Table

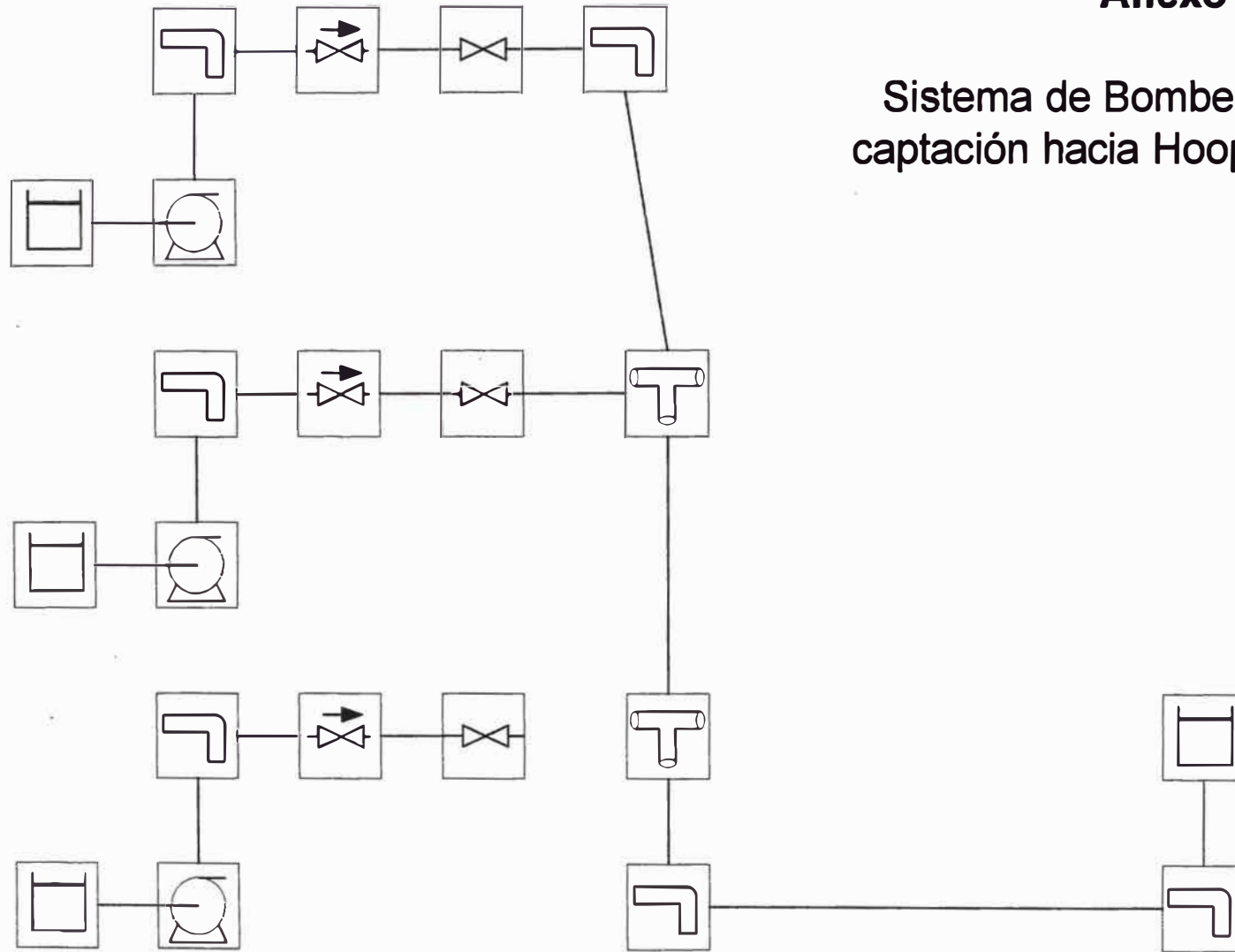
Jct	Name	P Static In (psia)	P Static Out (psia)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
1	Reservoir	14.70	14.70	0.000	3961.	3961.	0.00000
2	Valve	13.85	13.45	0.5000	3961.	3961.	0.39864
6	Pump	13.40	427.80	0.000	3961.	3961.	-414.39563
7	One-Way Valve	427.79	419.81	10.00	3961.	3961.	7.97289
8	Valve	419.80	411.83	10.00	3961.	3961.	7.97289
13	Tee/Wye	216.08	216.08	0.000	4090.	4090.	0.00000
16	Bend	58.89	58.87	0.3600	4200.	4200.	0.02181
17	Reservoir	44.70	44.70	0.000	4210.	4210.	0.00000
18	Valve	349.15	349.05	0.5000	4000.	4000.	0.09998

AFT Fathom Model

Jct	Name	P Static In (psia)	P Static Out (psia)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
19	Valve	304.75	304.65	0.5000	4030.	4030.	0.09998
20	Valve	260.36	260.26	0.5000	4060.	4060.	0.09998
35	Tee/Wye	130.40	130.40	0.000	4150.	4150.	0.00000
36	Dead End	216.17	216.17	0.000	4090.	4090.	0.00000
37	Dead End	130.46	130.46	0.000	4150.	4150.	0.00000
38	Valve	304.73	304.63	0.5000	4030.	4030.	0.09934
39	Dead End	216.16	216.16	0.000	4090.	4090.	0.00000
40	Dead End	130.45	130.45	0.000	4150.	4150.	0.00000
41	Bend	412.41	412.33	0.3713	3961.	3961.	0.07376
42	Reservoir	44.70	44.70	0.000	4210.	4210.	0.00000
43	Valve	349.11	349.01	0.5000	4000.	4000.	0.09934
44	Bend	58.89	58.87	0.3600	4200.	4200.	0.02167
45	Tee/Wye	216.07	216.07	0.000	4090.	4090.	0.00000
46	Valve	260.35	260.25	0.5000	4060.	4060.	0.09934
47	Tee/Wye	130.40	130.40	0.000	4150.	4150.	0.00000
48	Tee/Wye	412.26	412.26	0.000	3961.	3961.	0.00000

Anexo II

Sistema de Bombeo de Poza de captación hacia Hooper Clarificador



AFT Fathom Model

Title: AFT Fathom Model
 Analysis run on: 7/4/2003 2:10:26 PM
 Application version: AFT Fathom Version 5.0 (2001.10.15)
 Input File: C:\Calculos\ANEXO II

Execution Time= 0.35 seconds
 Total Number Of Head/Pressure Iterations= 409
 Total Number Of Flow Iterations= 30
 Total Number Of Temperature Iterations= 0
 Number Of Pipes= 20
 Number Of Junctions= 21
 Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change
 Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change
 Temperature Tolerance= 0.0001 relative change
 Flow Relaxation= (Automatic)
 Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model
 Fluid Database: AFT Standard
 Fluid: Water at 1 atm
 Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F
 Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F
 Temperature= 10 deg. C
 Density= 62.41296 lbm/ft³
 Viscosity= 3.1854 lbm/hr-ft
 Vapor Pressure= 0.17055 psia
 Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 1 atm
 Gravitational Acceleration= 1 g
 Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000
 Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300
 Total Inflow= 8408. gal/min
 Total Outflow= 8408. gal/min
 Maximum Pressure is 143.2 psia at Junction 2 Outlet
 Minimum Pressure is -25.79 psia at Junction 22 Outlet

WARNING Static pressure lower than vapor pressure at outlet of pipe 20 (local static pressure= -24.68 psia)
 WARNING Static pressure lower than vapor pressure at inlet of pipe 21 (local static pressure= -25.79 psia)
 WARNING Pipe 21 length is shorter than the elevation change (between Junction 22 and 23).

Pump Summary

Jct	Name	Vol. Flow (m ³ /hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
2	Pump	634.2	388.3	128.9	90.67	100.0	100.0	210.0	5800.	48.14	33.51	N/A
8	Pump	636.2	389.5	128.7	90.50	100.0	100.0	210.3	5800.	48.30	33.51	N/A

AFT Fathom Model

Jct	Name	Vol. Flow (m3/hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
14	Pump	639.2	391.3	128.4	90.27	100.0	100.0	210.7	5800.	48.52	33.51	N/A

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (feet)	P Inlet (psia)	Cv	K	Valve State
3	One-Way Valve	CHECK	2792.	388.3	0.3170	0.7313	85.32	4961.	0.7500	Open
5	Valve	REGULAR	2792.	388.3	4.2263	9.7511	84.99	1359.	10.0000	Open
9	One-Way Valve	CHECK	2801.	389.5	0.3190	0.7360	85.08	4961.	0.7500	Open
11	Valve	REGULAR	2801.	389.5	4.2534	9.8135	84.75	1359.	10.0000	Open
15	One-Way Valve	CHECK	2814.	391.3	0.3220	0.7429	84.73	4961.	0.7500	Open
17	Valve	REGULAR	2814.	391.3	4.2929	9.9047	84.40	1359.	10.0000	Open

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
1	Pipe	18 inch	STD	Steel	1.0000	634.2	1.168	0.002373	0.1028	2.372	3960.	3960.	-0.09898	-0.1024
2	Pipe	12 inch	STD	Steel	40.0000	634.2	2.414	0.576901	0.6251	576.778	3960.	4000.	128.50015	70.8002
3	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	634.2	2.414	0.007211	0.6251	7.210	4000.	4000.	70.63538	70.6251
4	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	634.2	2.414	0.007211	0.6251	7.210	4000.	4000.	70.30814	70.2979
5	Pipe	12 inch	STD	Steel	1.0000	634.2	2.414	0.014423	0.6251	14.419	4000.	4000.	66.07155	66.0510
6	Pipe	18 inch	STD	Steel	1.0000	636.2	1.172	0.002387	0.1035	2.386	3960.	3960.	-0.09961	-0.1030
7	Pipe	12 inch	STD	Steel	40.0000	636.2	2.422	0.580416	0.6289	580.292	3960.	4000.	128.26534	70.5604
8	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	636.2	2.422	0.007255	0.6289	7.254	4000.	4000.	70.39450	70.3842
9	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	636.2	2.422	0.007255	0.6289	7.254	4000.	4000.	70.06519	70.0549
10	Pipe	12 inch	STD	Steel	1.0000	636.2	2.422	0.013237	0.5737	13.234	4000.	4000.	65.80145	65.7826
11	Pipe	18 inch	STD	Steel	1.0000	639.2	1.178	0.002408	0.1044	2.407	3960.	3960.	-0.10054	-0.1040
12	Pipe	12 inch	STD	Steel	40.0000	639.2	2.433	0.585552	0.6345	585.427	3960.	4000.	127.92354	70.2113
13	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	639.2	2.433	0.007319	0.6345	7.318	4000.	4000.	70.04385	70.0334
14	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	639.2	2.433	0.007319	0.6345	7.318	4000.	4000.	69.71147	69.7011
15	Pipe	12 inch	STD	Steel	1.0000	639.2	2.433	0.013378	0.5799	13.376	4000.	4000.	65.40813	65.3891
17	Pipe	12 inch	STD	Steel	5.0000	1270.3	4.836	0.273970	2.3749	273.911	4000.	4000.	64.51228	64.1227
18	Pipe	12 inch	STD	Steel	40.0000	1909.4	7.269	4.837775	5.2420	4836.745	4000.	4000.	61.98742	55.1081
19	Pipe	12 inch	STD	Steel	5.0000	634.2	2.414	0.070935	0.6149	70.919	4000.	4000.	65.88620	65.7853
20	Pipe	None	None	Cylindrical Pipe	1000.0000	1909.4	6.241	66.105869	2.8652	66,091.791	4000.	4000.	54.62132	-39.3807
21	Pipe	None	None	Cylindrical Pipe	7.0000	1909.4	6.241	0.517062	3.2015	516.952	4000.	3973.	-40.48198	-2.8237

AFT Fathom Model

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
1	0.01494	3.887E+05	0.0018
2	0.01479	5.587E+05	0.0018
3	0.01479	5.587E+05	0.0018
4	0.01479	5.587E+05	0.0018
5	0.01479	5.587E+05	0.0018
6	0.01493	3.899E+05	0.0018
7	0.01479	5.605E+05	0.0018
8	0.01479	5.605E+05	0.0018
9	0.01479	5.605E+05	0.0018
10	0.01479	5.605E+05	0.0018
11	0.01492	3.917E+05	0.0018
12	0.01478	5.631E+05	0.0018
13	0.01478	5.631E+05	0.0018
14	0.01478	5.631E+05	0.0018
15	0.01478	5.631E+05	0.0018
17	0.01400	1.119E+06	0.0018
18	0.01368	1.682E+06	0.0018
19	0.01479	5.587E+05	0.0018
20	0.01095	1.559E+06	0.00006
21	0.01095	1.559E+06	0.00006

All Junction Table

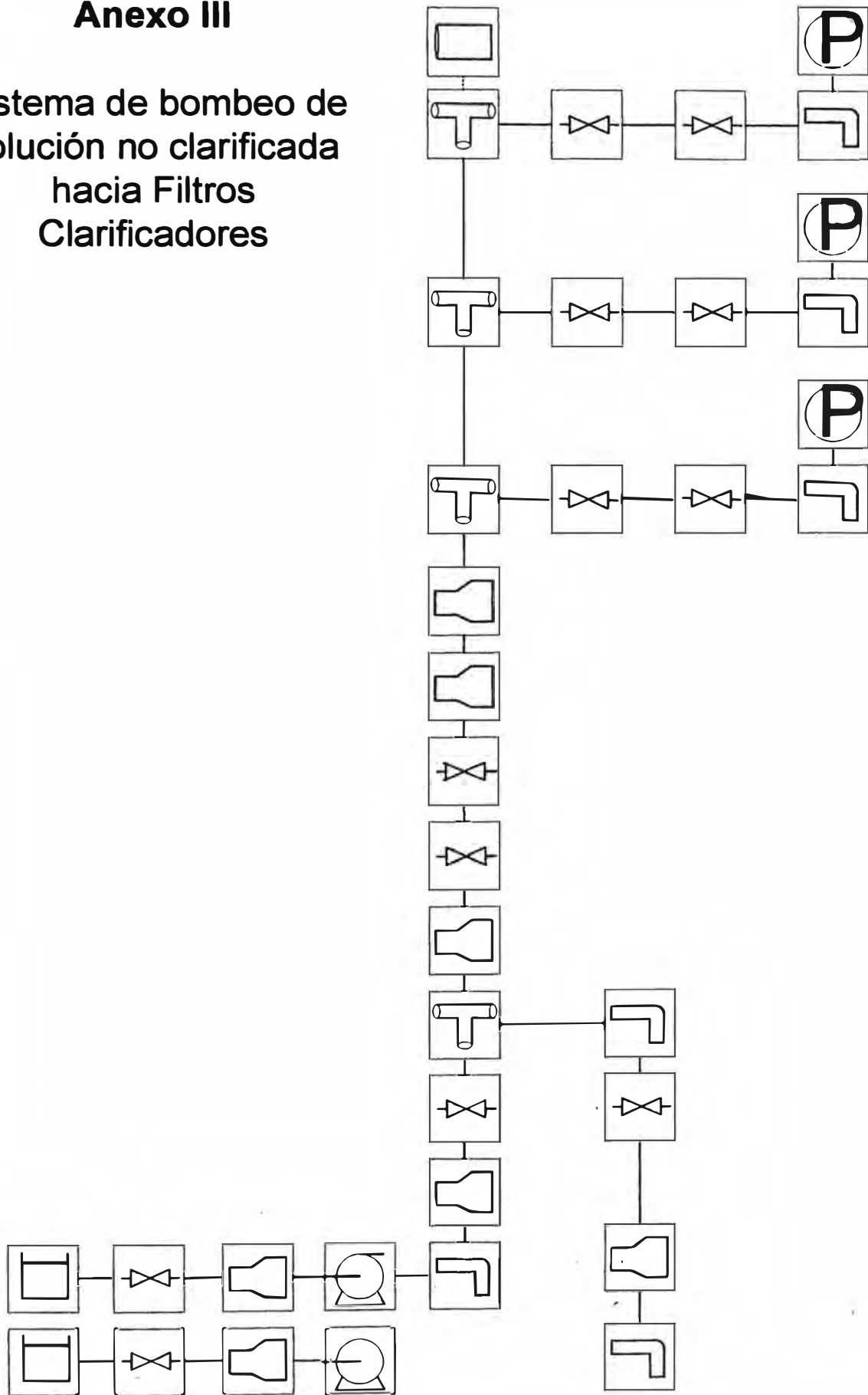
Jct	Name	P Static In (psia)	P Static Out (psia)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
1	Reservoir	14.70	14.70	0.000	3960.	3960.	0.0000
2	Pump	14.59	143.20	0.000	3960.	3960.	-128.9262
3	One-Way Valve	85.32	85.00	0.7500	4000.	4000.	0.3170
4	Bend	85.50	85.33	0.3900	4000.	4000.	0.1648
5	Valve	84.99	80.77	10.00	4000.	4000.	4.2263
6	Bend	80.75	80.58	0.3900	4000.	4000.	0.1648
7	Reservoir	14.70	14.70	0.000	3960.	3960.	0.0000
8	Pump	14.59	142.96	0.000	3960.	3960.	-128.6941
9	One-Way Valve	85.08	84.76	0.7500	4000.	4000.	0.3190
10	Bend	85.26	85.09	0.3900	4000.	4000.	0.1659
11	Valve	84.75	80.50	10.00	4000.	4000.	4.2534
13	Reservoir	14.70	14.70	0.000	3960.	3960.	0.0000
14	Pump	14.59	142.62	0.000	3960.	3960.	-128.3563

AFT Fathom Model

Jct	Name	P Static In (psia)	P Static Out (psia)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
15	One-Way Valve	84.73	84.41	0.7500	4000.	4000.	0.3220
16	Bend	84.91	84.74	0.3900	4000.	4000.	0.1674
17	Valve	84.40	80.10	10.00	4000.	4000.	4.2929
19	Tee/Wye	78.81	78.81	0.000	4000.	4000.	0.0000
20	Bend	69.80	69.32	0.3900	4000.	4000.	1.4941
21	Tee/Wye	80.15	80.15	0.000	4000.	4000.	0.0000
22	Bend	-24.68	-25.79	0.3900	4000.	4000.	1.1012
23	Reservoir	14.70	14.70	0.000	3973.	3973.	0.0000

Anexo III

Sistema de bombeo de
solución no clarificada
hacia Filtros
Clarificadores



AFT Fathom Model

B
·
I
·
S
·
A

Title: AFT Fathom Model
Analysis run on: 7/4/2003 2:11:47 PM
Application version: AFT Fathom Version 5.0 (2001.10.15)
Input File: C:\Calculos\ANEXO III

Execution Time= 0.28 seconds
Total Number Of Head/Pressure Iterations= 45
Total Number Of Flow Iterations= 22
Total Number Of Temperature Iterations= 0
Number Of Pipes= 36
Number Of Junctions= 37
Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change
Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change
Temperature Tolerance= 0.0001 relative change
Flow Relaxation= (Automatic)
Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model
Fluid Database: AFT Standard
Fluid: Water at 1 atm
Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F
Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F
Temperature= 5 deg. C
Density= 62.42814 lbm/ft³
Viscosity= 3.68676 lbm/hr-ft
Vapor Pressure= 0.12406 psia
Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 1 atm
Gravitational Acceleration= 1 g
Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000
Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300
Total Inflow= 7925. gal/min
Total Outflow= 7925. gal/min
Maximum Pressure is 5716. psia at Junction 70 Inlet
Minimum Pressure is 13.30 psia at Junction 4 Inlet

WARNING Pipe 16 length is shorter than the elevation change (between Junction 15 and 17).
WARNING Pipe 21 length is shorter than the elevation change (between Junction 21 and 23).
WARNING Pipe 22 length is shorter than the elevation change (between Junction 23 and 24).
WARNING Pipe 70 length is shorter than the elevation change (between Junction 70 and 71).
WARNING Pipe 46 length is shorter than the elevation change (between Junction 47 and 48).

Pump Summary

AFT Fathom Model

Jct	Name	Vol. Flow (m3/hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
4	Pump	900.0	551.2	96.86	68.10	100.0	N/A	223.9	N/A	N/A	32.35	N/A
11	Pump	900.0	551.2	97.14	68.29	100.0	N/A	224.5	N/A	N/A	32.35	N/A

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (feet)	P Inlet (psia)	Cv	K	Valve State
2	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.4257	0.9818	13.76	6076.	0.5000	Open
7	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.2864	0.6606	106.58	7408.	0.5000	Open
9	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.4257	0.9818	13.76	6076.	0.5000	Open
14	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.2864	0.6606	106.85	7408.	0.5000	Open
18	Valve	REGULAR	7925.	1102.3	20.4317	47.1288	99.41	1754.	6.0000	Open
19	One-Way Valve	CHECK	7925.	1102.3	1.7026	3.9274	101.19	6076.	0.5000	Open
24	Valve	REGULAR	2729.	379.5	0.2018	0.4656	75.29	6076.	0.5000	Open
25	Valve	REGULAR	2729.	379.5	0.2018	0.4656	75.07	6076.	0.5000	Open
48	Valve	REGULAR	2614.	363.6	0.1852	0.4272	75.24	6076.	0.5000	Open
49	Valve	REGULAR	2614.	363.6	0.1852	0.4272	75.04	6076.	0.5000	Open
71	Valve	REGULAR	2583.	359.2	0.1808	0.4170	75.23	6076.	0.5000	Open
72	Valve	REGULAR	2583.	359.2	0.1808	0.4170	75.04	6076.	0.5000	Open

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (liter/sec)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dP/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)
1	Pipe	12 inch	STD	Steel	2.0000	250.0	3.426	0.057018	1.2360	57.020	3961.	3961.	-0.8513
2	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	250.0	3.426	0.014255	1.2360	14.255	3961.	3961.	-1.3581
3	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	250.0	3.426	0.014255	1.2360	14.255	3961.	3961.	-1.3784
4	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	250.0	7.746	0.112588	9.7620	112.591	3961.	3961.	91.9661
5	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	250.0	7.746	0.067553	9.7620	67.555	3961.	3961.	89.9773
6	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	250.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	91.8929
7	Pipe	12 inch	STD	Steel	2.0000	250.0	3.426	0.057018	1.2360	57.020	3961.	3961.	-0.8513
8	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	250.0	3.426	0.014255	1.2360	14.255	3961.	3961.	-1.3581
9	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	250.0	3.426	0.014255	1.2360	14.255	3961.	3961.	-1.3784
10	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	250.0	7.746	0.112588	9.7620	112.591	3961.	3961.	92.2388
11	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	250.0	7.746	0.067553	9.7620	67.555	3961.	3961.	90.2500
12	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	250.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	92.1656
13	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	250.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	91.8669

AFT Fathom Model

B · I · S · A

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (liter/sec)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)
14	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	250.0	2.810	0.008669	0.7516	8.669	3961.	3961.	91.5942
15	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	2.0000	250.0	2.810	0.034676	0.7517	34.677	3961.	3961.	91.6312
16	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	500.0	5.621	0.032832	2.8467	32.833	3961.	3962.	89.8637
17	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	500.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3962.	3962.	86.5690
18	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	500.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3962.	3962.	84.7891
19	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	500.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3962.	3962.	64.2802
20	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	500.0	5.621	0.032832	2.8467	32.833	3962.	3962.	65.2072
21	Pipe	16 inch	STD (schedule 30)	Steel	16.0000	500.0	4.243	0.515934	1.3980	515.949	3962.	0.	66.0082
22	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	172.2	2.359	0.007004	0.6073	7.004	0.	3966.	5701.4805
23	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	172.2	2.359	0.007004	0.6073	7.004	3966.	3966.	60.3887
24	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	172.2	2.359	0.007004	0.6073	7.004	3966.	3966.	60.1769
25	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	172.2	2.359	0.006647	0.5763	6.647	3966.	3966.	60.0095
46	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	164.9	2.260	0.006457	0.5598	6.457	0.	3966.	5701.4321
47	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	164.9	2.260	0.006457	0.5598	6.457	3966.	3966.	60.3576
48	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	164.9	2.260	0.006457	0.5598	6.457	3966.	3966.	60.1632
49	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	164.9	2.260	0.006709	0.5817	6.710	3966.	3966.	60.0095
70	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	162.9	2.233	0.006311	0.5472	6.311	0.	3966.	5701.4189
71	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	162.9	2.233	0.006311	0.5472	6.311	3966.	3966.	60.3492
72	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	162.9	2.233	0.006311	0.5472	6.311	3966.	3966.	60.1594
73	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	162.9	2.233	0.006632	0.5750	6.632	3966.	3966.	60.0094
94	Pipe	16 inch	STD (schedule 30)	Steel	4.0000	327.9	2.782	0.057500	0.6232	57.502	0.	0.	5701.3228
95	Pipe	16 inch	STD (schedule 30)	Steel	4.0000	162.9	1.383	0.015363	0.1665	15.363	0.	0.	5701.6641
96	Pipe	12 inch	STD	Steel	3965.9201	0.0	0.000	0.000000	0.0000	0.000	0.	3966.	5701.7808

Pipe	P Static Out (psig)	f	Reynolds No.	Roughness
1	-0.9324	0.01452	6.852E+05	0.0018
2	-1.3784	0.01452	6.852E+05	0.0018
3	-1.3986	0.01452	6.852E+05	0.0018
4	91.8060	0.01492	1.030E+06	0.0018
5	89.8812	0.01492	1.030E+06	0.0018
6	91.8806	0.01449	6.206E+05	0.0018
7	-0.9324	0.01452	6.852E+05	0.0018
8	-1.3784	0.01452	6.852E+05	0.0018
9	-1.3986	0.01452	6.852E+05	0.0018
10	92.0786	0.01492	1.030E+06	0.0018
11	90.1539	0.01492	1.030E+06	0.0018
12	92.1533	0.01449	6.206E+05	0.0018

AFT Fathom Model

Pipe	P Static Out (psig)	f	Reynolds No.	Roughness
13	91.8546	0.01449	6.206E+05	0.0018
14	91.5819	0.01449	6.206E+05	0.0018
15	91.5819	0.01449	6.206E+05	0.0018
16	87.9682	0.01372	1.241E+06	0.0018
17	86.4917	0.01383	1.370E+06	0.0018
18	84.7118	0.01383	1.370E+06	0.0018
19	64.2029	0.01383	1.370E+06	0.0018
20	65.1605	0.01372	1.241E+06	0.0018
21	5700.5786	0.01361	1.078E+06	0.0018
22	60.5906	0.01504	4.719E+05	0.0018
23	60.3788	0.01504	4.719E+05	0.0018
24	60.1670	0.01504	4.719E+05	0.0018
25	60.0001	0.01504	4.719E+05	0.0018
46	60.5428	0.01511	4.520E+05	0.0018
47	60.3484	0.01511	4.520E+05	0.0018
48	60.1540	0.01511	4.520E+05	0.0018
49	60.0000	0.01511	4.520E+05	0.0018
70	60.5300	0.01513	4.466E+05	0.0018
71	60.3402	0.01513	4.466E+05	0.0018
72	60.1504	0.01513	4.466E+05	0.0018
73	60.0000	0.01513	4.466E+05	0.0018
94	5701.2412	0.01411	7.071E+05	0.0018
95	5701.6421	0.01526	3.514E+05	0.0018
96	60.9006	0.00000	0.000E+00	0.0018

All Junction Table

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
1	Reservoir	0.0000	0.000	0.000	3961.	3961.	0.0000
2	Valve	-0.9324	-1.358	0.5000	3961.	3961.	0.4257
3	Area Change	-1.3784	-1.378	0.000	3961.	3961.	0.0000
4	Pump	-1.3986	91.966	0.000	3961.	3961.	-96.8644
5	Bend	91.8060	89.977	0.4203	3961.	3961.	1.8287
6	Area Change	89.8812	91.893	0.4060	3961.	3961.	1.7665
7	Valve	91.8806	91.594	0.5000	3961.	3961.	0.2864
8	Reservoir	0.0000	0.000	0.000	3961.	3961.	0.0000
9	Valve	-0.9324	-1.358	0.5000	3961.	3961.	0.4257

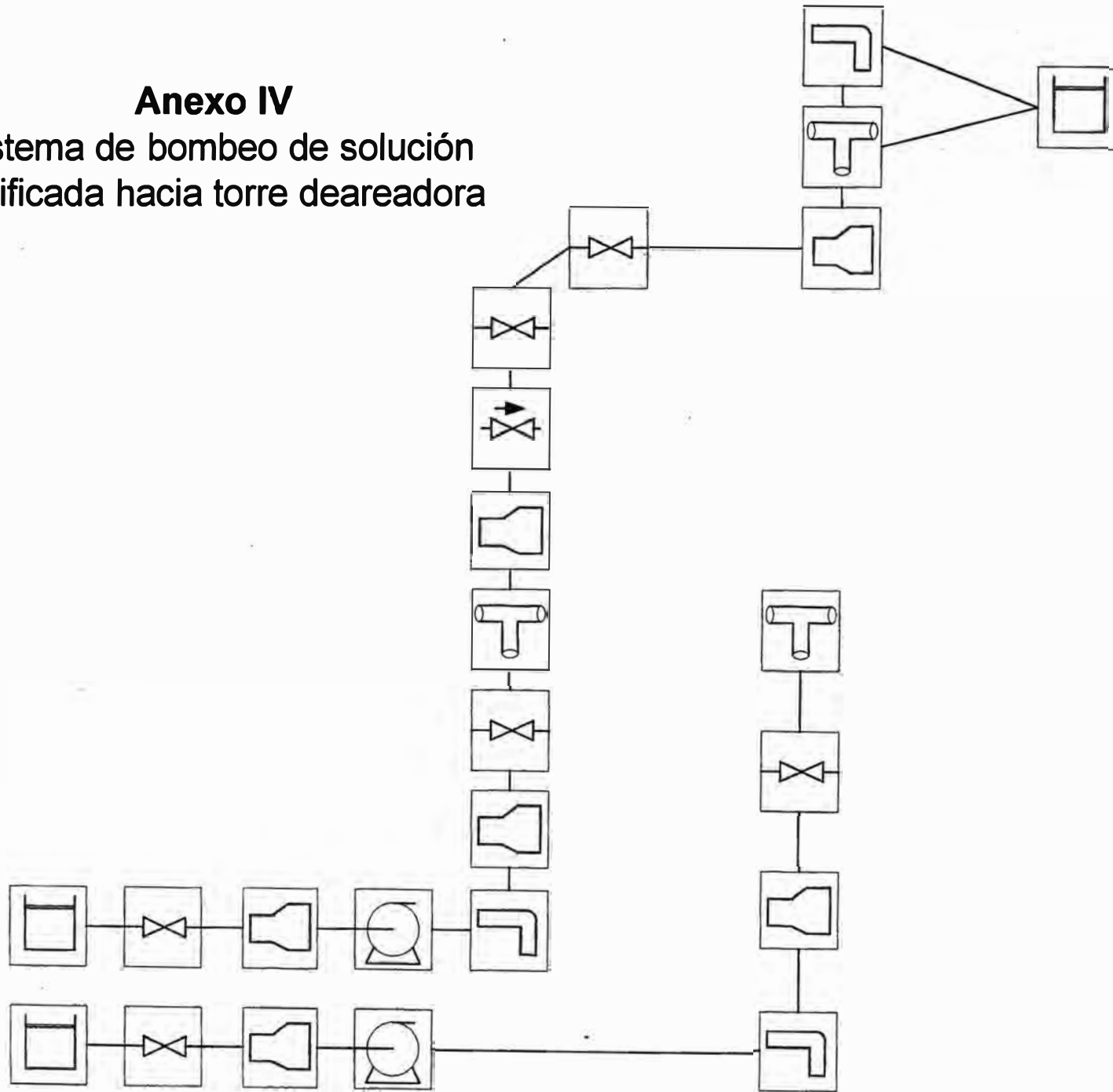
AFT Fathom Model

B · I · S · A

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
10	Area Change	-1.3784	-1.378	0.000	3961.	3961.	0.0000
11	Pump	-1.3986	92.239	0.000	3961.	3961.	-97.1371
12	Bend	92.0786	90.250	0.4203	3961.	3961.	1.8287
13	Area Change	90.1539	92.166	0.4060	3961.	3961.	1.7665
14	Valve	92.1533	91.867	0.5000	3961.	3961.	0.2864
15	Tee/Wye	91.1365	91.136	0.000	3961.	3961.	0.0000
16	Bend	91.8546	91.631	0.3900	3961.	3961.	0.2234
17	Area Change	87.9682	86.569	0.1243	3962.	3962.	0.2849
18	Valve	84.7118	64.280	6.000	3962.	3962.	20.4317
19	One-Way Valve	86.4917	84.789	0.5000	3962.	3962.	1.7026
20	Area Change	64.2029	65.207	0.03232	3962.	3962.	0.1101
21	Area Change	65.1605	66.008	0.06007	3962.	3962.	0.1376
23	Tee/Wye	5701.1748	5701.175	0.000	0.	0.	0.0000
24	Valve	60.5906	60.389	0.5000	3966.	3966.	0.2018
25	Valve	60.3788	60.177	0.5000	3966.	3966.	0.2018
26	Bend	60.1670	60.010	0.3900	3966.	3966.	0.1574
47	Tee/Wye	5701.4702	5701.470	0.000	0.	0.	0.0000
48	Valve	60.5428	60.358	0.5000	3966.	3966.	0.1852
49	Valve	60.3484	60.163	0.5000	3966.	3966.	0.1852
50	Bend	60.1540	60.010	0.3900	3966.	3966.	0.1445
70	Tee/Wye	5701.6753	5701.675	0.000	0.	0.	0.0000
71	Valve	60.5300	60.349	0.5000	3966.	3966.	0.1808
72	Valve	60.3402	60.159	0.5000	3966.	3966.	0.1808
73	Bend	60.1504	60.009	0.3900	3966.	3966.	0.1410
92	Dead End	60.9006	60.901	0.000	3966.	3966.	0.0000
107	Assigned Pressure	60.0001	60.000	0.000	3966.	3966.	0.0000
108	Assigned Pressure	60.0000	60.000	0.000	3966.	3966.	0.0000
109	Assigned Pressure	60.0000	60.000	0.000	3966.	3966.	0.0000

Anexo IV

Sistema de bombeo de solución clarificada hacia torre deaeradora



AFT Fathom Model

Title: AFT Fathom Model

Analysis run on: 7/4/2003 2:12:58 PM

Application version: AFT Fathom Version 5.0 (2001.10.15)

Input File: C:\Calculos\ANEXO IV

Execution Time= 0.08 seconds

Total Number Of Head/Pressure Iterations= 37

Total Number Of Flow Iterations= 4

Total Number Of Temperature Iterations= 0

Number Of Pipes= 24

Number Of Junctions= 24

Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change

Temperature Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Relaxation= (Automatic)

Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model

Fluid Database: AFT Standard

Fluid: Water at 1 atm

Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F

Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F

Temperature= 5 deg. C

Density= 62.42814 lbm/ft³

Viscosity= 3.68676 lbm/hr-ft

Vapor Pressure= 0.12406 psia

Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 1 atm

Gravitational Acceleration= 1 g

Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000

Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300

Total Inflow= 7925. gal/min

Total Outflow= 7925. gal/min

Maximum Pressure is 55.07 psia at Junction 11 Outlet

Minimum Pressure is 6.387 psia at Junction 22 Inlet

Pump Summary

Jct	Name	Vol. Flow (m3/hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
4	Pump	900.0	551.2	45.00	31.64	100.0	N/A	104.0	N/A	N/A	32.35	N/A
11	Pump	900.0	551.2	45.28	31.83	100.0	N/A	104.6	N/A	N/A	32.35	N/A

Valve Summary

AFT Fathom Model

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (feet)	P Inlet (psia)	Cv	K	Valve State
2	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.4257	0.9818	13.76	6076.	0.5000	Open
7	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.2864	0.6606	54.71	7408.	0.5000	Open
9	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.4257	0.9818	13.76	6076.	0.5000	Open
14	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.2864	0.6606	54.99	7408.	0.5000	Open
18	Valve	REGULAR	7925.	1102.3	20.4317	47.1288	48.54	1754.	6.0000	Open
19	One-Way Valve	CHECK	7925.	1102.3	2.5540	5.8911	51.17	4961.	0.7500	Open
21	Valve	REGULAR	7925.	1102.3	1.7026	3.9274	28.03	6076.	0.5000	Open

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
1	Pipe	12 inch	STD	Steel	2.0000	900.0	3.426	0.057018	1.2360	57.020	3961.	3961.	-0.8513	-0.9324
2	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	900.0	3.426	0.014255	1.2360	14.255	3961.	3961.	-1.3581	-1.3784
3	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	900.0	3.426	0.014255	1.2360	14.255	3961.	3961.	-1.3784	-1.3986
4	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	900.0	7.746	0.112588	9.7620	112.591	3961.	3961.	40.1043	39.9442
5	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	900.0	7.746	0.067553	9.7620	67.555	3961.	3961.	38.1155	38.0194
6	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	40.0312	40.0188
7	Pipe	12 inch	STD	Steel	2.0000	900.0	3.426	0.057018	1.2360	57.020	3961.	3961.	-0.8513	-0.9324
8	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	900.0	3.426	0.014255	1.2360	14.255	3961.	3961.	-1.3581	-1.3784
9	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	900.0	3.426	0.014255	1.2360	14.255	3961.	3961.	-1.3784	-1.3986
10	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	900.0	7.746	0.112588	9.7620	112.591	3961.	3961.	40.3770	40.2169
11	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	900.0	7.746	0.067553	9.7620	67.555	3961.	3961.	38.3882	38.2921
12	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	40.3038	40.2915
13	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	40.0051	39.9928
14	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	39.7325	39.7201
15	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	2.0000	900.0	2.810	0.034678	0.7517	34.679	3961.	3961.	39.7695	39.7201
16	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	1800.0	5.621	0.032832	2.8467	32.833	3961.	3961.	38.0019	37.9552
17	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3961.	3961.	36.5560	36.4788
18	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3961.	3961.	33.9248	33.8476
20	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	1800.0	5.621	0.032832	2.8467	32.833	3961.	3961.	12.7503	12.7036
21	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	35.0000	1800.0	5.621	2.298219	2.8467	2298.288	3961.	3974.	12.7036	-9.5820
22	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	1.0000	407.6	1.273	0.003896	0.1689	3.896	3974.	3974.	-7.4086	-7.4141
23	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	1.0000	407.6	1.273	0.003896	0.1689	3.896	3974.	3974.	-7.4599	-7.4654
24	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	1.0000	1392.5	4.348	0.039997	1.7340	39.998	3974.	3974.	-8.6621	-8.7190
26	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3961.	3961.	13.4159	13.3386

AFT Fathom Model

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
1	0.01452	6.852E+05	0.0018
2	0.01452	6.852E+05	0.0018
3	0.01452	6.852E+05	0.0018
4	0.01492	1.030E+06	0.0018
5	0.01492	1.030E+06	0.0018
6	0.01449	6.206E+05	0.0018
7	0.01452	6.852E+05	0.0018
8	0.01452	6.852E+05	0.0018
9	0.01452	6.852E+05	0.0018
10	0.01492	1.030E+06	0.0018
11	0.01492	1.030E+06	0.0018
12	0.01449	6.206E+05	0.0018
13	0.01449	6.206E+05	0.0018
14	0.01449	6.206E+05	0.0018
15	0.01449	6.206E+05	0.0018
16	0.01372	1.241E+06	0.0018
17	0.01383	1.370E+06	0.0018
18	0.01383	1.370E+06	0.0018
20	0.01372	1.241E+06	0.0018
21	0.01372	1.241E+06	0.0018
22	0.01588	2.810E+05	0.0018
23	0.01588	2.810E+05	0.0018
24	0.01396	9.602E+05	0.0018
26	0.01383	1.370E+06	0.0018

All Junction Table

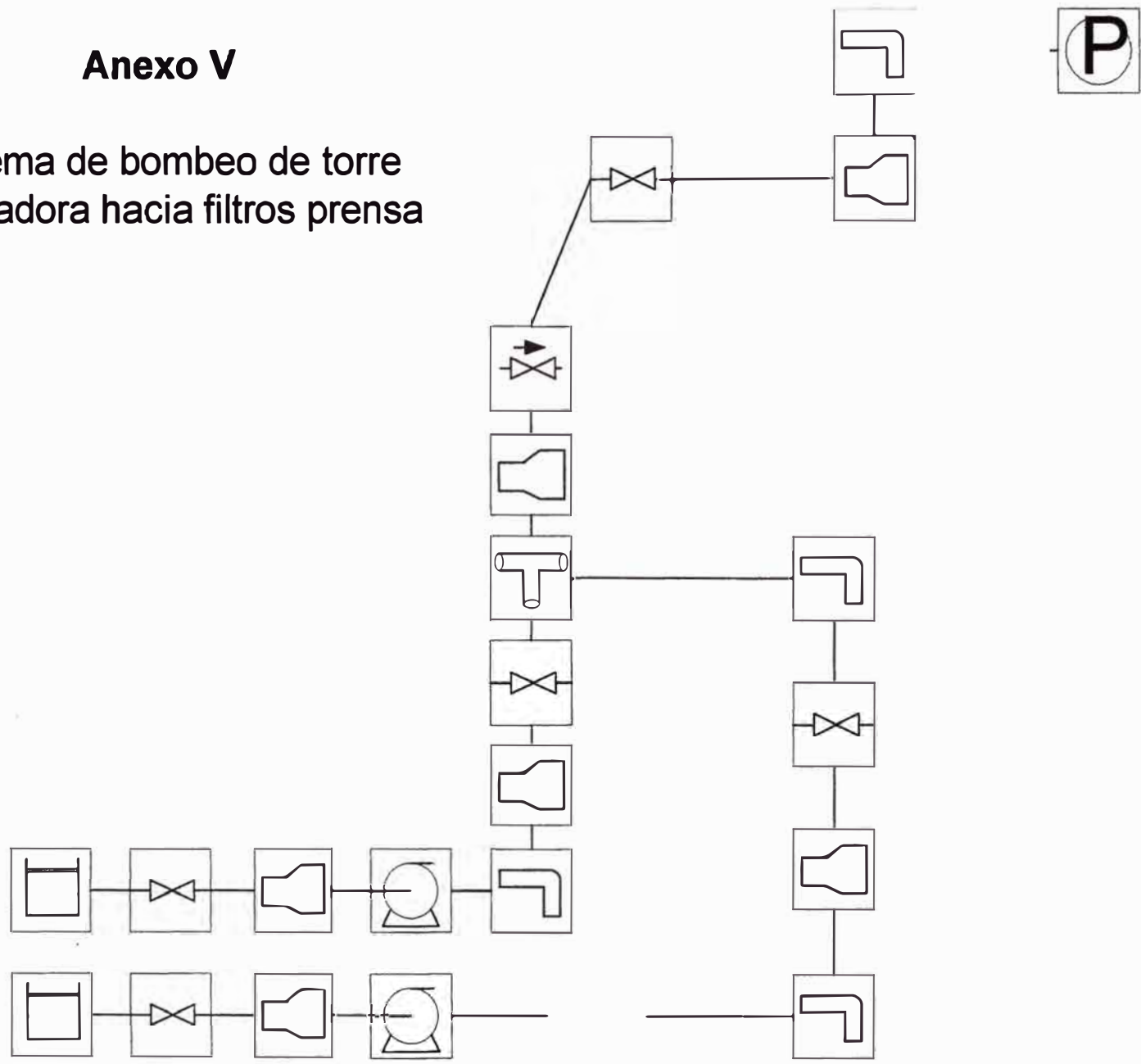
Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
1	Reservoir	0.0000	0.000	0.000	3961.	3961.	0.00000
2	Valve	-0.9324	-1.358	0.5000	3961.	3961.	0.42566
3	Area Change	-1.3784	-1.378	0.000	3961.	3961.	0.00000
4	Pump	-1.3986	40.104	0.000	3961.	3961.	-45.00262
5	Bend	39.9442	38.116	0.4203	3961.	3961.	1.82866
6	Area Change	38.0194	40.031	0.4060	3961.	3961.	1.76654
7	Valve	40.0188	39.732	0.5000	3961.	3961.	0.28637
8	Reservoir	0.0000	0.000	0.000	3961.	3961.	0.00000
9	Valve	-0.9324	-1.358	0.5000	3961.	3961.	0.42566

AFT Fathom Model

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
10	Area Change	-1.3784	-1.378	0.000	3961.	3961.	0.00000
11	Pump	-1.3986	40.377	0.000	3961.	3961.	-45.27531
12	Bend	40.2169	38.388	0.4203	3961.	3961.	1.82866
13	Area Change	38.2921	40.304	0.4060	3961.	3961.	1.76654
14	Valve	40.2915	40.005	0.5000	3961.	3961.	0.28637
15	Tee/Wye	39.2747	39.275	0.000	3961.	3961.	0.00000
16	Bend	39.9928	39.769	0.3900	3961.	3961.	0.22337
17	Area Change	37.9552	36.556	0.1243	3961.	3961.	0.28486
18	Valve	33.8476	13.416	6.000	3961.	3961.	20.43168
19	One-Way Valve	36.4788	33.925	0.7500	3961.	3961.	2.55396
20	Area Change	12.7036	12.704	0.000	3961.	3961.	0.00000
21	Valve	13.3386	12.750	0.5000	3961.	3961.	1.70264
22	Tee/Wye	-8.3093	-8.309	0.000	3974.	3974.	0.00000
23	Bend	-7.4141	-7.460	0.3900	3974.	3974.	0.04581
24	Reservoir	-7.3480	-7.348	0.000	3974.	3974.	0.00000

Anexo V

Sistema de bombeo de torre deaeradora hacia filtros prensa



AFT Fathom Model

Title: AFT Fathom Model
 Analysis run on: 7/4/2003 2:14:02 PM
 Application version: AFT Fathom Version 5.0 (2001.10.15)
 Input File: C:\Calculos\ANEXO V

Execution Time= 0.05 seconds
 Total Number Of Head/Pressure Iterations= 2
 Total Number Of Flow Iterations= 2
 Total Number Of Temperature Iterations= 0
 Number Of Pipes= 21
 Number Of Junctions= 22
 Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change
 Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change
 Temperature Tolerance= 0.0001 relative change
 Flow Relaxation= (Automatic)
 Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model
 Fluid Database: AFT Standard
 Fluid: Water at 1 atm
 Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F
 Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F
 Temperature= 5 deg. C
 Density= 62.42814 lbm/ft³
 Viscosity= 3.68676 lbm/hr-ft
 Vapor Pressure= 0.12406 psia
 Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 1 atm
 Gravitational Acceleration= 1 g
 Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000
 Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300
 Total Inflow= 7925. gal/min
 Total Outflow= 7925. gal/min
 Maximum Pressure is 124.7 psia at Junction 11 Outlet
 Minimum Pressure is 6.537 psia at Junction 4 Inlet

WARNING Pipe 20 length is shorter than the elevation change (between Junction 20 and 21).

Pump Summary

Jct	Name	Vol. Flow (m ³ /hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
4	Pump	900.0	551.2	121.6	85.53	100.0	N/A	281.1	N/A	N/A	16.11	N/A
11	Pump	900.0	551.2	121.9	85.72	100.0	N/A	281.8	N/A	N/A	16.11	N/A

AFT Fathom Model

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (feet)	P Inlet (psia)	Cv	K	Valve State
2	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.09969	0.2299	7.135	12,556.	0.5000	Open
7	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.28637	0.6606	124.323	7,408.	0.5000	Open
9	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.09969	0.2299	7.135	12,556.	0.5000	Open
14	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.28637	0.6606	124.596	7,408.	0.5000	Open
18	Valve	REGULAR	7925.	1102.3	20.43168	47.1288	118.152	1,754.	6.0000	Open
19	One-Way Valve	CHECK	7925.	1102.3	2.55396	5.8911	120.783	4,961.	0.7500	Open

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dP/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
1	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	900.0	1.658	0.009316	0.2019	9.316	3961.	3961.	-7.547	-7.561
2	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	900.0	1.658	0.002329	0.2019	2.329	3961.	3961.	-7.660	-7.664
3	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	-8.146	-8.159
4	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	900.0	7.746	0.112588	9.7620	112.591	3961.	3961.	109.713	109.553
5	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	900.0	7.746	0.067553	9.7620	67.555	3961.	3961.	107.724	107.628
6	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	109.640	109.627
7	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	900.0	1.658	0.009316	0.2019	9.316	3961.	3961.	-7.547	-7.561
8	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	900.0	1.658	0.002329	0.2019	2.329	3961.	3961.	-7.660	-7.664
9	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	-8.146	-8.159
10	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	900.0	7.746	0.112588	9.7620	112.591	3961.	3961.	109.986	109.825
11	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	900.0	7.746	0.067553	9.7620	67.555	3961.	3961.	107.997	107.901
12	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	109.912	109.900
13	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	109.614	109.601
14	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008669	0.7516	8.669	3961.	3961.	109.341	109.329
15	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	2.0000	900.0	2.810	0.034676	0.7517	34.677	3961.	3961.	109.378	109.329
16	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	1800.0	5.621	0.032832	2.8467	32.833	3961.	3961.	107.611	107.564
17	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3961.	3961.	106.165	106.087
19	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3961.	3961.	83.024	82.947
20	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	1800.0	5.621	0.032832	2.8467	32.833	3961.	3972.	83.952	67.761
21	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	20.0000	1800.0	5.621	1.313267	2.8467	1313.307	3972.	3972.	66.868	65.000
22	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3961.	3961.	103.533	103.456

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
1	0.01456	4.767E+05	0.0018
2	0.01456	4.767E+05	0.0018

AFT Fathom Model

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
3	0.01449	6.206E+05	0.0018
4	0.01492	1.030E+06	0.0018
5	0.01492	1.030E+06	0.0018
6	0.01449	6.206E+05	0.0018
7	0.01456	4.767E+05	0.0018
8	0.01456	4.767E+05	0.0018
9	0.01449	6.206E+05	0.0018
10	0.01492	1.030E+06	0.0018
11	0.01492	1.030E+06	0.0018
12	0.01449	6.206E+05	0.0018
13	0.01449	6.206E+05	0.0018
14	0.01449	6.206E+05	0.0018
15	0.01449	6.206E+05	0.0018
16	0.01372	1.241E+06	0.0018
17	0.01383	1.370E+06	0.0018
19	0.01383	1.370E+06	0.0018
20	0.01372	1.241E+06	0.0018
21	0.01372	1.241E+06	0.0018
22	0.01383	1.370E+06	0.0018

All Junction Table

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
1	Reservoir	-7.348	-7.348	0.000	3961.	3961.	0.00000
2	Valve	-7.561	-7.660	0.5000	3961.	3961.	0.09969
3	Area Change	-7.664	-8.146	0.5480	3961.	3961.	0.10926
4	Pump	-8.159	109.713	0.000	3961.	3961.	-121.64974
5	Bend	109.553	107.724	0.4203	3961.	3961.	1.82866
6	Area Change	107.628	109.640	0.4060	3961.	3961.	1.76654
7	Valve	109.627	109.341	0.5000	3961.	3961.	0.28637
8	Reservoir	-7.348	-7.348	0.000	3961.	3961.	0.00000
9	Valve	-7.561	-7.660	0.5000	3961.	3961.	0.09969
10	Area Change	-7.664	-8.146	0.5480	3961.	3961.	0.10926
11	Pump	-8.159	109.986	0.000	3961.	3961.	-121.92243
12	Bend	109.825	107.997	0.4203	3961.	3961.	1.82866
13	Area Change	107.901	109.912	0.4060	3961.	3961.	1.76654
14	Valve	109.900	109.614	0.5000	3961.	3961.	0.28637

AFT Fathom Model

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
15	Tee/Wye	108.883	108.883	0.000	3961.	3961.	0.00000
16	Bend	109.601	109.378	0.3900	3961.	3961.	0.22337
17	Area Change	107.564	106.165	0.1243	3961.	3961.	0.28486
18	Valve	103.456	83.024	6.000	3961.	3961.	20.43168
19	One-Way Valve	106.087	103.533	0.7500	3961.	3961.	2.55396
20	Area Change	82.947	83.952	0.03232	3961.	3961.	0.11006
21	Bend	67.761	66.868	0.3900	3972.	3972.	0.89347
22	Assigned Pressure	65.000	65.000	0.000	3972.	3972.	0.00000

AFT Fathom Model

Title: AFT Fathom Model

Analysis run on: 8/8/2003 3:33:47 PM

Application version: AFT Fathom Version 5.0 (2001.10.15)

Input File: C:\Calculos\ANEXO VI..fth

Execution Time= 0.31 seconds

Total Number Of Head/Pressure Iterations= 247

Total Number Of Flow Iterations= 23

Total Number Of Temperature Iterations= 0

Number Of Pipes= 36

Number Of Junctions= 37

Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change

Temperature Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Relaxation= (Automatic)

Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model

Fluid Database: AFT Standard

Fluid: Water at 1 atm

Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F

Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F

Temperature= 5 deg. C

Density= 62.42814 lbm/ft³

Viscosity= 3.68676 lbm/hr-ft

Vapor Pressure= 0.12406 psia

Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 1 atm

Gravitational Acceleration= 1 g

Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000

Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300

Total Inflow= 6985. gal/min

Total Outflow= 6985. gal/min

Maximum Pressure is 5716. psia at Junction 70 Inlet

Minimum Pressure is 13.60 psia at Junction 4 Inlet

WARNING Pipe 16 length is shorter than the elevation change (between Junction 15 and 17).

WARNING Pipe 21 length is shorter than the elevation change (between Junction 21 and 23).

WARNING Pipe 22 length is shorter than the elevation change (between Junction 23 and 24).

WARNING Pipe 70 length is shorter than the elevation change (between Junction 70 and 71).

WARNING Pipe 46 length is shorter than the elevation change (between Junction 47 and 48).

Pump Summary

AFT Fathom Model

Jct	Name	Vol. Flow (m3/hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
4	Pump	795.5	487.2	81.06	56.99	100.0	100.0	165.6	6500	53.89	32.62	N/A
11	Pump	790.1	483.8	81.22	57.10	100.0	100.0	164.8	6500	53.52	32.64	N/A

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (feet)	P Inlet (psia)	Cv	K	Valve State
2	Valve	REGULAR	3503	487.2	0.3326	0.7671	13.97	6076	0.5000	Open
7	Valve	REGULAR	3503	487.2	0.2237	0.5161	91.86	7408	0.5000	Open
9	Valve	REGULAR	3478	483.8	0.3280	0.7566	13.98	6076	0.5000	Open
14	Valve	REGULAR	3478	483.8	0.2207	0.5090	92.07	7408	0.5000	Open
18	Valve	REGULAR	6979	970.7	6.6017	15.2278	85.88	2717	2.5000	Open
19	One-Way Valve	CHECK	6979	970.7	1.3203	3.0456	87.26	6076	0.5000	Open
24	Valve	REGULAR	2405	334.5	0.1567	0.3616	75.16	6076	0.5000	Open
25	Valve	REGULAR	2405	334.5	0.1567	0.3616	74.99	6076	0.5000	Open
48	Valve	REGULAR	2303	320.4	0.1438	0.3317	75.12	6076	0.5000	Open
49	Valve	REGULAR	2303	320.4	0.1438	0.3317	74.97	6076	0.5000	Open
71	Valve	REGULAR	2275	316.5	0.1403	0.3237	75.11	6076	0.5000	Open
72	Valve	REGULAR	2275	316.5	0.1403	0.3237	74.96	6076	0.5000	Open

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (liter/sec)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)
1	Pipe	12 inch	STD	Steel	2.0000	221.0	3.028	0.045040	0.9763	45.042	3961	3961	-0.6651
2	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	221.0	3.028	0.011260	0.9763	11.260	3961	3961	-1.0617
3	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	221.0	3.028	0.011260	0.9763	11.260	3961	3961	-1.0778
4	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	221.0	6.847	0.088546	7.6775	88.549	3961	3961	77.2309
5	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	221.0	6.847	0.053128	7.6775	53.129	3961	3961	75.6763
6	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	221.0	2.484	0.006856	0.5945	6.856	3961	3961	77.1724
7	Pipe	12 inch	STD	Steel	2.0000	219.5	3.008	0.044453	0.9636	44.454	3961	3961	-0.6560
8	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	219.5	3.008	0.011113	0.9636	11.113	3961	3961	-1.0473
9	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	219.5	3.008	0.011113	0.9636	11.113	3961	3961	-1.0631
10	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	219.5	6.800	0.087369	7.5754	87.372	3961	3961	77.4433
11	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	219.5	6.800	0.052422	7.5754	52.423	3961	3961	75.9099

AFT Fathom Model

Pipe	Pipe Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (liter/sec)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)
12	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	219.5	2.467	0.006767	0.5868	6.767	3961.	3961.	77.3856
13	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	219.5	2.467	0.006767	0.5868	6.767	3961	3961.	77.1553
14	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	221.0	2.484	0.007151	0.6200	7.151	3961.	3961.	76.9390
15	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	2.0000	219.5	2.467	0.027143	0.5884	27.144	3961.	3961.	76.9735
16	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	440.3	4.950	0.025674	2.2261	25.675	3961.	3962.	75.5997
17	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	440.3	6.034	0.042427	3.6786	42.428	3962.	3962.	72.6293
18	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	440.3	6.034	0.042427	3.6786	42.428	3962.	3962.	71.2486
19	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	440.3	6.034	0.042427	3.6786	42.428	3962.	3962.	64.5866
20	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	440.3	4.950	0.025674	2.2261	25.675	3962.	3962.	65.3050
21	Pipe	16 inch	STD (schedule 30)	Steel	16.0000	440.3	3.736	0.409163	1.1086	409.175	3962.	0.	65.9259
22	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	151.7	2.079	0.005514	0.4781	5.514	0.	3966.	5701.3477
23	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	151.7	2.079	0.005514	0.4781	5.514	3966.	3966.	60.3025
24	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	151.7	2.079	0.005514	0.4781	5.514	3966.	3966.	60.1379
25	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	151.7	2.079	0.005473	0.4745	5.473	3966.	3966.	60.0078
46	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	145.3	1.992	0.005083	0.4408	5.084	0.	3966.	5701.3091
47	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	145.3	1.992	0.005083	0.4408	5.084	3966.	3966.	60.2777
48	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	145.3	1.992	0.005083	0.4408	5.084	3966.	3966.	60.1266
49	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	145.3	1.992	0.005063	0.4390	5.063	3966.	3966.	60.0072
70	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	143.5	1.967	0.004968	0.4307	4.968	0.	3966.	5701.2988
71	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	143.5	1.967	0.004968	0.4307	4.968	3966.	3966.	60.2710
72	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	143.5	1.967	0.004968	0.4307	4.968	3966.	3966.	60.1236
73	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	143.5	1.967	0.004947	0.4290	4.947	3966.	3966.	60.0071
94	Pipe	16 inch	STD (schedule 30)	Steel	4.0000	288.7	2.450	0.045178	0.4896	45.179	0.	0.	5701.2256
95	Pipe	16 inch	STD (schedule 30)	Steel	4.0000	143.5	1.218	0.012127	0.1314	12.127	0.	0.	5701.4893
96	Pipe	12 inch	STD	Steel	3965.9201	0.0	0.000	0.000000	0.0000	0.000	0.	3966.	5701.5796

Pipe	P Static Out (psig)	f	Reynolds No.	Roughness
1	-0.7292	0.01468	6.057E+05	0.0018
2	-1.0778	0.01468	6.057E+05	0.0018
3	-1.0938	0.01468	6.057E+05	0.0018
4	77.1050	0.01502	9.107E+05	0.0018
5	75.6007	0.01502	9.107E+05	0.0018
6	77.1627	0.01467	5.485E+05	0.0018
7	-0.7193	0.01469	6.015E+05	0.0018
8	-1.0631	0.01469	6.015E+05	0.0018
9	-1.0789	0.01469	6.015E+05	0.0018

AFT Fathom Model

Pipe	P Static Out (psig)	f	Reynolds No.	Roughness
10	77.3191	0.01503	9.044E+05	0.0018
11	75.8353	0.01503	9.044E+05	0.0018
12	77.3759	0.01468	5.448E+05	0.0018
13	77.1456	0.01468	5.448E+05	0.0018
14	76.9288	0.01467	5.485E+05	0.0018
15	76.9349	0.01468	5.448E+05	0.0018
16	73.7143	0.01384	1.093E+06	0.0018
17	72.5690	0.01393	1.207E+06	0.0018
18	71.1883	0.01393	1.207E+06	0.0018
19	64.5262	0.01393	1.207E+06	0.0018
20	65.2685	0.01384	1.093E+06	0.0018
21	5700.6489	0.01375	9.497E+05	0.0018
22	60.4593	0.01525	4.158E+05	0.0018
23	60.2947	0.01525	4.158E+05	0.0018
24	60.1301	0.01525	4.158E+05	0.0018
25	60.0000	0.01525	4.158E+05	0.0018
46	60.4215	0.01532	3.983E+05	0.0018
47	60.2705	0.01532	3.983E+05	0.0018
48	60.1194	0.01532	3.983E+05	0.0018
49	60.0000	0.01532	3.983E+05	0.0018
70	60.4114	0.01535	3.935E+05	0.0018
71	60.2639	0.01535	3.935E+05	0.0018
72	60.1165	0.01535	3.935E+05	0.0018
73	60.0000	0.01535	3.935E+05	0.0018
94	5701.1611	0.01429	6.227E+05	0.0018
95	5701.4722	0.01552	3.096E+05	0.0018
96	60.6991	0.00000	0.000E+00	0.0018

All Junction Table

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
1	Reservoir	0.0000	0.000	0.000	3961	3961	0.00000
2	Valve	-0.7292	-1.062	0.5000	3961	3961	0.33256
3	Area Change	-1.0778	-1.078	0.000	3961	3961	0.00000
4	Pump	-1.0938	77.231	0.000	3961	3961	-81.05892

AFT Fathom Model

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
5	Bend	77.1050	75.676	0.4203	3961.	3961.	1.42869
6	Area Change	75.6007	77.172	0.4060	3961.	3961.	1.38016
7	Valve	77.1627	76.939	0.5000	3961.	3961.	0.22373
8	Reservoir	0.0000	0.000	0.000	3961.	3961.	0.00000
9	Valve	-0.7193	-1.047	0.5000	3961.	3961.	0.32801
10	Area Change	-1.0631	-1.063	0.000	3961.	3961.	0.00000
11	Pump	-1.0789	77.443	0.000	3961.	3961.	-81.21903
12	Bend	77.3191	75.910	0.4203	3961.	3961.	1.40916
13	Area Change	75.8353	77.386	0.4060	3961.	3961.	1.36129
14	Valve	77.3759	77.155	0.5000	3961.	3961.	0.22067
15	Tee/Wye	76.5864	76.586	0.000	3961.	3961.	0.00000
16	Bend	77.1456	76.974	0.3900	3961.	3961.	0.17213
17	Area Change	73.7143	72.629	0.1243	3962.	3962.	0.22090
18	Valve	71.1883	64.587	2.500	3962.	3962.	6.60170
19	One-Way Valve	72.5690	71.249	0.5000	3962.	3962.	1.32034
20	Area Change	64.5262	65.305	0.03232	3962.	3962.	0.08535
21	Area Change	65.2685	65.926	0.06007	3962.	3962.	0.10672
23	Tee/Wye	5701.1108	5701.111	0.000	0	0	0.00000
24	Valve	60.4593	60.303	0.5000	3966.	3966.	0.15675
25	Valve	60.2947	60.138	0.5000	3966.	3966.	0.15675
26	Bend	60.1301	60.008	0.3900	3966.	3966.	0.12226
47	Tee/Wye	5701.3384	5701.338	0.000	0	0	0.00000
48	Valve	60.4215	60.278	0.5000	3966.	3966.	0.14381
49	Valve	60.2705	60.127	0.5000	3966.	3966.	0.14381
50	Bend	60.1194	60.007	0.3900	3966.	3966.	0.11217
70	Tee/Wye	5701.4980	5701.498	0.000	0	0	0.00000
71	Valve	60.4114	60.271	0.5000	3966.	3966.	0.14034
72	Valve	60.2639	60.124	0.5000	3966.	3966.	0.14034
73	Bend	60.1165	60.007	0.3900	3966.	3966.	0.10947
92	Dead End	60.6991	60.699	0.000	3966.	3966.	0.00000
107	Assigned Pressure	60.0000	60.000	0.000	3966.	3966.	0.00000
108	Assigned Pressure	60.0000	60.000	0.000	3966.	3966.	0.00000
109	Assigned Pressure	60.0000	60.000	0.000	3966.	3966.	0.00000

AFT Fathom Model

Title: AFT Fathom Model
 Analysis run on: 8/8/2003 3:55:50 PM
 Application version: AFT Fathom Version 5.0 (2001.10.15)
 Input File: C:\Calculos\ANEXO VII.fth

Execution Time= 0.35 seconds
 Total Number Of Head/Pressure Iterations= 302
 Total Number Of Flow Iterations= 33
 Total Number Of Temperature Iterations= 0
 Number Of Pipes= 24
 Number Of Junctions= 24
 Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change
 Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change
 Temperature Tolerance= 0.0001 relative change
 Flow Relaxation= (Automatic)
 Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model
 Fluid Database: AFT Standard
 Fluid: Water at 1 atm
 Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F
 Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F
 Temperature= 5 deg. C
 Density= 62.42814 lbm/ft³
 Viscosity= 3.68676 lbm/hr-ft
 Vapor Pressure= 0.12406 psia
 Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 1 atm
 Gravitational Acceleration= 1 g
 Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000
 Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300
 Total Inflow= 7164. gal/min
 Total Outflow= 7164. gal/min
 Maximum Pressure is 49.86 psia at Junction 11 Outlet
 Minimum Pressure is 6.563 psia at Junction 22 Inlet

Pump Summary

Jct	Name	Vol. Flow (m ³ /hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
4	Pump	819.4	501.8	39.00	27.42	100.0	100.0	82.06	7000.	51.54	32.56	N/A
11	Pump	807.8	494.7	39.11	27.50	100.0	100.0	81.13	7000.	50.81	32.59	N/A

AFT Fathom Model

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (feet)	P Inlet (psia)	Cv	K	Valve State
2	Valve	REGULAR	3608.	501.8	0.3528	0.8138	13.92	6076	0.5000	Open
7	Valve	REGULAR	3608.	501.8	0.2374	0.5475	49.56	7408	0.5000	Open
9	Valve	REGULAR	3556.	494.7	0.3429	0.7909	13.94	6076	0.5000	Open
14	Valve	REGULAR	3556.	494.7	0.2307	0.5321	49.79	7408.	0.5000	Open
18	Valve	REGULAR	7164.	996.4	16.6946	38.5087	44.52	1754.	6.0000	Open
19	One-Way Valve	CHECK	7164.	996.4	2.0868	4.8136	46.67	4961	0.7500	Open
21	Valve	REGULAR	7164.	996.4	1.3912	3.2091	27.76	6076.	0.5000	Open

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Pipe Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
1	Pipe	12 inch	STD	Steel	2.0000	819.4	3.119	0.047653	1.0329	47.654	3961.	3961.	-0.7056	-0.7734
2	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	819.4	3.119	0.011913	1.0329	11.914	3961.	3961.	-1.1262	-1.1431
3	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	819.4	3.119	0.011913	1.0329	11.914	3961.	3961.	-1.1431	-1.1601
4	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	819.4	7.052	0.093783	8.1315	93.786	3961.	3961.	34.9405	34.8071
5	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	819.4	7.052	0.056270	8.1315	56.271	3961.	3961.	33.2914	33.2114
6	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	819.4	2.559	0.007252	0.6288	7.252	3961.	3961.	34.8788	34.8685
7	Pipe	12 inch	STD	Steel	2.0000	807.8	3.075	0.046373	1.0052	46.374	3961.	3961.	-0.6858	-0.7517
8	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	807.8	3.075	0.011593	1.0052	11.594	3961.	3961.	-1.0946	-1.1111
9	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	807.8	3.075	0.011593	1.0052	11.594	3961.	3961.	-1.1111	-1.1276
10	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	807.8	6.952	0.091217	7.9090	91.220	3961.	3961.	35.1653	35.0355
11	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	807.8	6.952	0.054730	7.9090	54.732	3961.	3961.	33.5625	33.4846
12	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	807.8	2.522	0.007058	0.6120	7.058	3961.	3961.	35.1052	35.0951
13	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	807.8	2.522	0.007058	0.6120	7.058	3961.	3961.	34.8644	34.8544
14	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	819.4	2.559	0.008549	0.7413	8.550	3961.	3961.	34.6311	34.6189
15	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	2.0000	807.8	2.522	0.029652	0.6428	29.653	3961.	3961.	34.6745	34.6323
16	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	1627.1	5.081	0.027005	2.3414	27.005	3961.	3961.	33.2217	33.1833
17	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1627.1	6.194	0.044634	3.8700	44.635	3961.	3961.	32.0400	31.9766
18	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1627.1	6.194	0.044634	3.8700	44.635	3961.	3961.	29.8897	29.8263
20	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	1627.1	5.081	0.027005	2.3414	27.005	3961.	3961.	12.5874	12.5490
21	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	35.0000	1627.1	5.081	1.901991	2.3559	1902.048	3961.	3974.	12.5490	-9.1731
22	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	1.0000	369.2	1.153	0.003241	0.1405	3.241	3974.	3974.	-7.3976	-7.4022
23	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	1.0000	369.2	1.153	0.003249	0.1408	3.249	3974.	3974.	-7.4398	-7.4444
24	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	1.0000	1257.9	3.928	0.032922	1.4272	32.923	3974.	3974.	-8.4200	-8.4668

AFT Fathom Model

Pipe	Pipe Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
26	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1627.1	6.194	0.044634	3.8700	44.635	3961.	3961.	13.1316	13.0681

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
1	0.01464	6.238E+05	0.0018
2	0.01464	6.238E+05	0.0018
3	0.01464	6.238E+05	0.0018
4	0.01500	9.380E+05	0.0018
5	0.01500	9.380E+05	0.0018
6	0.01463	5.650E+05	0.0018
7	0.01466	6.150E+05	0.0018
8	0.01466	6.150E+05	0.0018
9	0.01466	6.150E+05	0.0018
10	0.01501	9.247E+05	0.0018
11	0.01501	9.247E+05	0.0018
12	0.01465	5.570E+05	0.0018
13	0.01465	5.570E+05	0.0018
14	0.01463	5.650E+05	0.0018
15	0.01465	5.570E+05	0.0018
16	0.01381	1.122E+06	0.0018
17	0.01391	1.239E+06	0.0018
18	0.01391	1.239E+06	0.0018
20	0.01381	1.122E+06	0.0018
21	0.01381	1.122E+06	0.0018
22	0.01609	2.546E+05	0.0018
23	0.01609	2.546E+05	0.0018
24	0.01407	8.674E+05	0.0018
26	0.01391	1.239E+06	0.0018

All Junction Table

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
1	Reservoir	0.0000	0.000	0.000	3961.	3961.	0.00000
2	Valve	-0.7734	-1.126	0.5000	3961.	3961.	0.35280
3	Area Change	-1.1431	-1.143	0.000	3961.	3961.	0.00000

AFT Fathom Model

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
4	Pump	-1.1601	34.940	0.000	3961	3961	-39.00121
5	Bend	34.8071	33.291	0.4203	3961	3961	1.51566
6	Area Change	33.2114	34.879	0.4060	3961	3961	1.46417
7	Valve	34.8685	34.631	0.5000	3961	3961	0.23735
8	Reservoir	0.0000	0.000	0.000	3961	3961	0.00000
9	Valve	-0.7517	-1.095	0.5000	3961	3961	0.34288
10	Area Change	-1.1111	-1.111	0.000	3961	3961	0.00000
11	Pump	-1.1276	35.165	0.000	3961	3961	-39.11195
12	Bend	35.0355	33.562	0.4203	3961	3961	1.47304
13	Area Change	33.4846	35.105	0.4060	3961	3961	1.42300
14	Valve	35.0951	34.864	0.5000	3961	3961	0.23068
15	Tee/Wye	34.2617	34.262	0.000	3961	3961	0.00000
16	Bend	34.8544	34.674	0.3900	3961	3961	0.17993
17	Area Change	33.1833	32.040	0.1243	3961	3961	0.23276
18	Valve	29.8263	13.132	6.000	3961	3961	16.69462
19	One-Way Valve	31.9766	29.890	0.7500	3961	3961	2.08683
20	Area Change	12.5490	12.549	0.000	3961	3961	0.00000
21	Valve	13.0681	12.587	0.5000	3961	3961	1.39122
22	Tee/Wye	-8.1332	-8.133	0.000	3974	3974	0.00000
23	Bend	-7.4022	-7.440	0.3900	3974	3974	0.03760
24	Reservoir	-7.3480	-7.348	0.000	3974	3974	0.00000

AFT Fathom Model

Title: AFT Fathom Model

Analysis run on: 8/8/2003 4:24:51 PM

Application version: AFT Fathom Version 5.0 (2001.10.15)

Input File: C:\Calculos\ANEXO VIII.fth

Execution Time= 0.23 seconds

Total Number Of Head/Pressure Iterations= 257

Total Number Of Flow Iterations= 22

Total Number Of Temperature Iterations= 0

Number Of Pipes= 21

Number Of Junctions= 22

Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change

Temperature Tolerance= 0.0001 relative change

Flow Relaxation= (Automatic)

Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model

Fluid Database: AFT Standard

Fluid: Water at 1 atm

Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F

Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F

Temperature= 5 deg. C

Density= 62.42814 lbm/ft³

Viscosity= 3.68676 lbm/hr-ft

Vapor Pressure= 0.12406 psia

Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 1 atm

Gravitational Acceleration= 1 g

Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000

Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300

Total Inflow= 7395. gal/min

Total Outflow= 7395. gal/min

Maximum Pressure is 121.0 psia at Junction 11 Outlet

Minimum Pressure is 6.639 psia at Junction 4 Inlet

WARNING Pipe 20 length is shorter than the elevation change (between Junction 20 and 21).

Pump Summary

Jct	Name	Vol. Flow (m ³ /hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
4	Pump	841.9	515.5	117.4	82.54	100.0	100.0	253.8	5063	73.20	16.18	N/A

AFT Fathom Model

Jct	Name	Vol. Flow (m3/hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
11	Pump	837.8	513.1	117.6	82.68	100.0	100.0	253.0	5063	72.86	16.19	N/A

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (feet)	P Inlet (psia)	Cv	K	Valve State
2	Valve	REGULAR	3707.	515.5	0.08722	0.2012	7.162	12,556.	0.5000	Open
7	Valve	REGULAR	3707.	515.5	0.25056	0.5780	120.650	7,408.	0.5000	Open
9	Valve	REGULAR	3689.	513.1	0.08639	0.1993	7.164	12,556.	0.5000	Open
14	Valve	REGULAR	3689.	513.1	0.24817	0.5725	120.889	7,408.	0.5000	Open
18	Valve	REGULAR	7393.	1028.3	17.77913	41.0103	115.281	1,754.	6.0000	Open
19	One-Way Valve	CHECK	7393.	1028.3	2.22239	5.1263	117.570	4,961.	0.7500	Open

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
1	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	841.9	1.551	0.008217	0.1781	8.218	3961.	3961.	-7.522	-7.534
2	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	841.9	1.551	0.002054	0.1781	2.054	3961.	3961.	-7.621	-7.624
3	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	841.9	2.629	0.007635	0.6620	7.635	3961.	3961.	-8.047	-8.057
4	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	841.9	7.245	0.098856	8.5714	98.859	3961.	3961.	106.030	105.889
5	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	841.9	7.245	0.059314	8.5714	59.315	3961.	3961.	104.289	104.205
6	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	841.9	2.629	0.007635	0.6620	7.635	3961.	3961.	105.965	105.954
7	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	837.8	1.544	0.008144	0.1765	8.144	3961.	3961.	-7.521	-7.532
8	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	837.8	1.544	0.002036	0.1765	2.036	3961.	3961.	-7.619	-7.622
9	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	837.8	2.616	0.007566	0.6560	7.566	3961.	3961.	-8.040	-8.051
10	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	837.8	7.211	0.097940	8.4919	97.943	3961.	3961.	106.268	106.129
11	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	837.8	7.211	0.058764	8.4919	58.766	3961.	3961.	104.544	104.460
12	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	837.8	2.616	0.007566	0.6560	7.566	3961.	3961.	106.204	106.193
13	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	837.8	2.616	0.007566	0.6560	7.566	3961.	3961.	105.945	105.934
14	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	841.9	2.629	0.007561	0.6556	7.562	3961.	3961.	105.703	105.693
15	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	2.0000	837.8	2.616	0.030201	0.6547	30.202	3961.	3961.	105.740	105.697
16	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	1679.1	5.243	0.028698	2.4883	28.699	3961.	3961.	104.200	104.159
17	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1679.1	6.392	0.047446	4.1138	47.447	3961.	3961.	102.942	102.874
19	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1679.1	6.392	0.047446	4.1138	47.447	3961.	3961.	82.805	82.738

AFT Fathom Model

Pipe	Pipe Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Pipe Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
20	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	1679.1	5.243	0.028698	2.4883	28.699	3961.	3972.	83.612	67.428
21	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	20.0000	1679.1	5.243	1.160398	2.5153	1160.433	3972.	3972.	66.650	65.000
22	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1679.1	6.392	0.047446	4.1138	47.447	3961.	3961.	100.652	100.585

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
1	0.01468	4.459E+05	0.0018
2	0.01468	4.459E+05	0.0018
3	0.01459	5.805E+05	0.0018
4	0.01497	9.637E+05	0.0018
5	0.01497	9.637E+05	0.0018
6	0.01459	5.805E+05	0.0018
7	0.01469	4.438E+05	0.0018
8	0.01469	4.438E+05	0.0018
9	0.01459	5.777E+05	0.0018
10	0.01498	9.591E+05	0.0018
11	0.01498	9.591E+05	0.0018
12	0.01459	5.777E+05	0.0018
13	0.01459	5.777E+05	0.0018
14	0.01459	5.805E+05	0.0018
15	0.01459	5.777E+05	0.0018
16	0.01378	1.158E+06	0.0018
17	0.01388	1.278E+06	0.0018
19	0.01388	1.278E+06	0.0018
20	0.01378	1.158E+06	0.0018
21	0.01378	1.158E+06	0.0018
22	0.01388	1.278E+06	0.0018

All Junction Table

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
1	Reservoir	-7.348	-7.348	0.000	3961.	3961.	0.00000
2	Valve	-7.534	-7.621	0.5000	3961.	3961.	0.08722
3	Area Change	-7.624	-8.047	0.5480	3961.	3961.	0.09560
4	Pump	-8.057	106.030	0.000	3961.	3961.	-117.39285

AFT Fathom Model

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
5	Bend	105.889	104.289	0.4203	3961.	3961.	1.60000
6	Area Change	104.205	105.965	0.4060	3961.	3961.	1.54565
7	Valve	105.954	105.703	0.5000	3961.	3961.	0.25056
8	Reservoir	-7.348	-7.348	0.000	3961.	3961.	0.00000
9	Valve	-7.532	-7.619	0.5000	3961.	3961.	0.08639
10	Area Change	-7.622	-8.040	0.5480	3961.	3961.	0.09469
11	Pump	-8.051	106.268	0.000	3961.	3961.	-117.59290
12	Bend	106.129	104.544	0.4203	3961.	3961.	1.58477
13	Area Change	104.460	106.204	0.4060	3961.	3961.	1.53093
14	Valve	106.193	105.945	0.5000	3961.	3961.	0.24817
15	Tee/Wye	105.307	105.307	0.000	3961.	3961.	0.00000
16	Bend	105.934	105.740	0.3900	3961.	3961.	0.19358
17	Area Change	104.159	102.942	0.1243	3961.	3961.	0.24788
18	Valve	100.585	82.805	6.000	3961.	3961.	17.77913
19	One-Way Valve	102.874	100.652	0.7500	3961.	3961.	2.22239
20	Area Change	82.738	83.612	0.03232	3961.	3961.	0.09577
21	Bend	67.428	66.650	0.3900	3972.	3972.	0.77747
22	Assigned Pressure	65.000	65.000	0.000	3972.	3972.	0.00000

AFT Fathom Model

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/mln)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (feet)	P Inlet (psia)	Cv	K	Valve State
2	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.4257	0.9818	13.76	6076.	0.5000	Open
7	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.2864	0.6606	54.71	7408.	0.5000	Open
9	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.4257	0.9818	13.76	6076.	0.5000	Open
14	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.2864	0.6606	54.99	7408.	0.5000	Open
18	Valve	REGULAR	7925.	1102.3	20.4317	47.1288	48.54	1754.	6.0000	Open
19	One-Way Valve	CHECK	7925.	1102.3	2.5540	5.8911	51.17	4961.	0.7500	Open
21	Valve	REGULAR	7925.	1102.3	1.7026	3.9274	28.03	6076.	0.5000	Open

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
1	Pipe	12 inch	STD	Steel	2.0000	900.0	3.426	0.057018	1.2360	57.020	3961.	3961.	-0.8513	-0.9324
2	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	900.0	3.426	0.014255	1.2360	14.255	3961.	3961.	-1.3581	-1.3784
3	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	900.0	3.426	0.014255	1.2360	14.255	3961.	3961.	-1.3784	-1.3986
4	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	900.0	7.746	0.112588	9.7620	112.591	3961.	3961.	40.1043	39.9442
5	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	900.0	7.746	0.067553	9.7620	67.555	3961.	3961.	38.1155	38.0194
6	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	40.0312	40.0188
7	Pipe	12 inch	STD	Steel	2.0000	900.0	3.426	0.057018	1.2360	57.020	3961.	3961.	-0.8513	-0.9324
8	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	900.0	3.426	0.014255	1.2360	14.255	3961.	3961.	-1.3581	-1.3784
9	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	900.0	3.426	0.014255	1.2360	14.255	3961.	3961.	-1.3784	-1.3986
10	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	900.0	7.746	0.112588	9.7620	112.591	3961.	3961.	40.3770	40.2169
11	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	900.0	7.746	0.067553	9.7620	67.555	3961.	3961.	38.3882	38.2921
12	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	40.3038	40.2915
13	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	40.0051	39.9928
14	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	39.7325	39.7201
15	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	2.0000	900.0	2.810	0.034678	0.7517	34.679	3961.	3961.	39.7695	39.7201
16	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	1800.0	5.621	0.032832	2.8467	32.833	3961.	3961.	38.0019	37.9552
17	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3961.	3961.	36.5560	36.4788
18	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3961.	3961.	33.9248	33.8476
20	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	1800.0	5.621	0.032832	2.8467	32.833	3961.	3961.	12.7503	12.7036
21	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	35.0000	1800.0	5.621	2.298219	2.8467	2298.288	3961.	3974.	12.7036	-9.5820
22	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	1.0000	407.6	1.273	0.003896	0.1689	3.896	3974.	3974.	-7.4086	-7.4141
23	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	1.0000	407.6	1.273	0.003896	0.1689	3.896	3974.	3974.	-7.4599	-7.4654
24	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	1.0000	1392.5	4.348	0.039997	1.7340	39.998	3974.	3974.	-8.6621	-8.7190
26	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3961.	3961.	13.4159	13.3386

AFT Fathom Model

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
1	0.01452	6.852E+05	0.0018
2	0.01452	6.852E+05	0.0018
3	0.01452	6.852E+05	0.0018
4	0.01492	1.030E+06	0.0018
5	0.01492	1.030E+06	0.0018
6	0.01449	6.206E+05	0.0018
7	0.01452	6.852E+05	0.0018
8	0.01452	6.852E+05	0.0018
9	0.01452	6.852E+05	0.0018
10	0.01492	1.030E+06	0.0018
11	0.01492	1.030E+06	0.0018
12	0.01449	6.206E+05	0.0018
13	0.01449	6.206E+05	0.0018
14	0.01449	6.206E+05	0.0018
15	0.01449	6.206E+05	0.0018
16	0.01372	1.241E+06	0.0018
17	0.01383	1.370E+06	0.0018
18	0.01383	1.370E+06	0.0018
20	0.01372	1.241E+06	0.0018
21	0.01372	1.241E+06	0.0018
22	0.01588	2.810E+05	0.0018
23	0.01588	2.810E+05	0.0018
24	0.01396	9.602E+05	0.0018
26	0.01383	1.370E+06	0.0018

All Junction Table

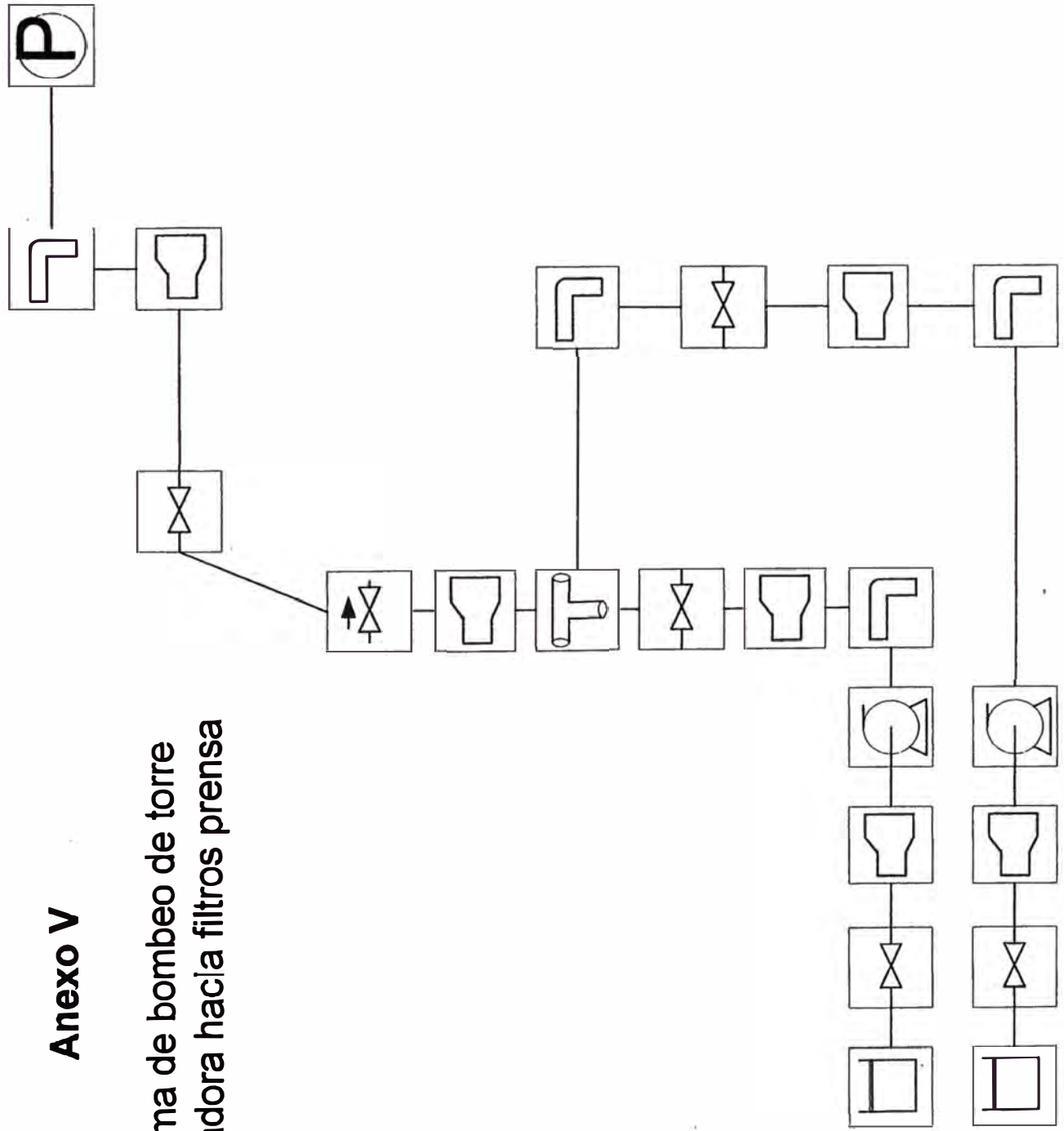
Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
1	Reservoir	0.0000	0.000	0.000	3961.	3961.	0.00000
2	Valve	-0.9324	-1.358	0.5000	3961.	3961.	0.42566
3	Area Change	-1.3784	-1.378	0.000	3961.	3961.	0.00000
4	Pump	-1.3986	40.104	0.000	3961.	3961.	-45.00262
5	Bend	39.9442	38.116	0.4203	3961.	3961.	1.82866
6	Area Change	38.0194	40.031	0.4060	3961.	3961.	1.76654
7	Valve	40.0188	39.732	0.5000	3961.	3961.	0.28637
8	Reservoir	0.0000	0.000	0.000	3961.	3961.	0.00000
9	Valve	-0.9324	-1.358	0.5000	3961.	3961.	0.42566

AFT Fathom Model

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
10	Area Change	-1.3784	-1.378	0.000	3961.	3961.	0.00000
11	Pump	-1.3986	40.377	0.000	3961.	3961.	-45.27531
12	Bend	40.2169	38.388	0.4203	3961.	3961.	1.82866
13	Area Change	38.2921	40.304	0.4060	3961.	3961.	1.76654
14	Valve	40.2915	40.005	0.5000	3961.	3961.	0.28637
15	Tee/Wye	39.2747	39.275	0.000	3961.	3961.	0.00000
16	Bend	39.9928	39.769	0.3900	3961.	3961.	0.22337
17	Area Change	37.9552	36.556	0.1243	3961.	3961.	0.28486
18	Valve	33.8476	13.416	6.000	3961.	3961.	20.43168
19	One-Way Valve	36.4788	33.925	0.7500	3961.	3961.	2.55396
20	Area Change	12.7036	12.704	0.000	3961.	3961.	0.00000
21	Valve	13.3386	12.750	0.5000	3961.	3961.	1.70264
22	Tee/Wye	-8.3093	-8.309	0.000	3974.	3974.	0.00000
23	Bend	-7.4141	-7.460	0.3900	3974.	3974.	0.04581
24	Reservoir	-7.3480	-7.348	0.000	3974.	3974.	0.00000

Anexo V

Sistema de bombeo de torre deareadora hacia filtros prensa



AFT Fathom Model

Title: AFT Fathom Model
 Analysis run on: 7/4/2003 2:14:02 PM
 Application version: AFT Fathom Version 5.0 (2001.10.15)
 Input File: C:\Calculos\ANEXO V

Execution Time= 0.05 seconds
 Total Number Of Head/Pressure Iterations= 2
 Total Number Of Flow Iterations= 2
 Total Number Of Temperature Iterations= 0
 Number Of Pipes= 21
 Number Of Junctions= 22
 Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change
 Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change
 Temperature Tolerance= 0.0001 relative change
 Flow Relaxation= (Automatic)
 Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model
 Fluid Database: AFT Standard
 Fluid: Water at 1 atm
 Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F
 Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F
 Temperature= 5 deg. C
 Density= 62.42814 lbm/ft³
 Viscosity= 3.68676 lbm/hr-ft
 Vapor Pressure= 0.12406 psia
 Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 1 atm
 Gravitational Acceleration= 1 g
 Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000
 Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300
 Total Inflow= 7925. gal/min
 Total Outflow= 7925. gal/min
 Maximum Pressure is 124.7 psia at Junction 11 Outlet
 Minimum Pressure is 6.537 psia at Junction 4 Inlet

WARNING Pipe 20 length is shorter than the elevation change (between Junction 20 and 21).

Pump Summary

Jct	Name	Vol. Flow (m ³ /hr)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (meters)	Overall Efficiency (Percent)	Speed (Percent)	Overall Power (hp)	BEP (gal/min)	% of BEP (Percent)	NPSHA (feet)	NPSHR (feet)
4	Pump	900.0	551.2	121.6	85.53	100.0	N/A	281.1	N/A	N/A	16.11	N/A
11	Pump	900.0	551.2	121.9	85.72	100.0	N/A	281.8	N/A	N/A	16.11	N/A

AFT Fathom Model

Valve Summary

Jct	Name	Valve Type	Vol. Flow (gal/min)	Mass Flow (lbm/sec)	DP (psid)	DH (feet)	P Inlet (psia)	Cv	K	Valve State
2	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.09969	0.2299	7.135	12,556.	0.5000	Open
7	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.28637	0.6606	124.323	7,408.	0.5000	Open
9	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.09969	0.2299	7.135	12,556.	0.5000	Open
14	Valve	REGULAR	3963.	551.2	0.28637	0.6606	124.596	7,408.	0.5000	Open
18	Valve	REGULAR	7925.	1102.3	20.43168	47.1288	118.152	1,754.	6.0000	Open
19	One-Way Valve	CHECK	7925.	1102.3	2.55396	5.8911	120.783	4,961.	0.7500	Open

Pipe Output Table

Pipe	Name	Pipe Nominal Size	Pipe Type-Schedule	Pipe Material	Length (meters)	Vol. Flow (m3/hr)	Velocity (meters/sec)	dH (meters)	dPf/dx (psi/100 ft)	dP Static Friction (mm H2O std.)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	P Static In (psig)	P Static Out (psig)
1	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	900.0	1.658	0.009316	0.2019	9.316	3961.	3961.	-7.547	-7.561
2	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	900.0	1.658	0.002329	0.2019	2.329	3961.	3961.	-7.660	-7.664
3	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	-8.146	-8.159
4	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	900.0	7.746	0.112588	9.7620	112.591	3961.	3961.	109.713	109.553
5	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	900.0	7.746	0.067553	9.7620	67.555	3961.	3961.	107.724	107.628
6	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	109.640	109.627
7	Pipe	18 inch	STD	Steel	2.0000	900.0	1.658	0.009316	0.2019	9.316	3961.	3961.	-7.547	-7.561
8	Pipe	18 inch	STD	Steel	0.5000	900.0	1.658	0.002329	0.2019	2.329	3961.	3961.	-7.660	-7.664
9	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	-8.146	-8.159
10	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.5000	900.0	7.746	0.112588	9.7620	112.591	3961.	3961.	109.986	109.825
11	Pipe	8 inch	STD (schedule 40)	Steel	0.3000	900.0	7.746	0.067553	9.7620	67.555	3961.	3961.	107.997	107.901
12	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	109.912	109.900
13	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008670	0.7517	8.670	3961.	3961.	109.614	109.601
14	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	900.0	2.810	0.008669	0.7516	8.669	3961.	3961.	109.341	109.329
15	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	2.0000	900.0	2.810	0.034676	0.7517	34.677	3961.	3961.	109.378	109.329
16	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	1800.0	5.621	0.032832	2.8467	32.833	3961.	3961.	107.611	107.564
17	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3961.	3961.	106.165	106.087
19	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3961.	3961.	83.024	82.947
20	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	0.5000	1800.0	5.621	0.032832	2.8467	32.833	3961.	3972.	83.952	67.761
21	Pipe	14 inch	STD (schedule 30)	Steel	20.0000	1800.0	5.621	1.313267	2.8467	1313.307	3972.	3972.	66.868	65.000
22	Pipe	12 inch	STD	Steel	0.5000	1800.0	6.853	0.054310	4.7090	54.311	3961.	3961.	103.533	103.456

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
1	0.01456	4.767E+05	0.0018
2	0.01456	4.767E+05	0.0018

B · I · S · A

AFT Fathom Model

Pipe	f	Reynolds No.	Roughness
3	0.01449	6.206E+05	0.0018
4	0.01492	1.030E+06	0.0018
5	0.01492	1.030E+06	0.0018
6	0.01449	6.206E+05	0.0018
7	0.01456	4.767E+05	0.0018
8	0.01456	4.767E+05	0.0018
9	0.01449	6.206E+05	0.0018
10	0.01492	1.030E+06	0.0018
11	0.01492	1.030E+06	0.0018
12	0.01449	6.206E+05	0.0018
13	0.01449	6.206E+05	0.0018
14	0.01449	6.206E+05	0.0018
15	0.01449	6.206E+05	0.0018
16	0.01372	1.241E+06	0.0018
17	0.01383	1.370E+06	0.0018
19	0.01383	1.370E+06	0.0018
20	0.01372	1.241E+06	0.0018
21	0.01372	1.241E+06	0.0018
22	0.01383	1.370E+06	0.0018

All Junction Table

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
1	Reservoir	-7.348	-7.348	0.000	3961.	3961.	0.00000
2	Valve	-7.561	-7.660	0.5000	3961.	3961.	0.09969
3	Area Change	-7.664	-8.146	0.5480	3961.	3961.	0.10926
4	Pump	-8.159	109.713	0.000	3961.	3961.	-121.64974
5	Bend	109.553	107.724	0.4203	3961.	3961.	1.82866
6	Area Change	107.628	109.640	0.4060	3961.	3961.	1.76654
7	Valve	109.627	109.341	0.5000	3961.	3961.	0.28637
8	Reservoir	-7.348	-7.348	0.000	3961.	3961.	0.00000
9	Valve	-7.561	-7.660	0.5000	3961.	3961.	0.09969
10	Area Change	-7.664	-8.146	0.5480	3961.	3961.	0.10926
11	Pump	-8.159	109.986	0.000	3961.	3961.	-121.92243
12	Bend	109.825	107.997	0.4203	3961.	3961.	1.82866
13	Area Change	107.901	109.912	0.4060	3961.	3961.	1.76654
14	Valve	109.900	109.614	0.5000	3961.	3961.	0.28637

AFT Fathom Model

Jct	Name	P Static In (psig)	P Static Out (psig)	Loss Factor (K)	Elevation Inlet (meters)	Elevation Outlet (meters)	dP Static Friction (psid)
15	Tee/Wye	108.883	108.883	0.000	3961.	3961.	0.00000
16	Bend	109.601	109.378	0.3900	3961.	3961.	0.22337
17	Area Change	107.564	106.165	0.1243	3961.	3961.	0.28486
18	Valve	103.456	83.024	6.000	3961.	3961.	20.43168
19	One-Way Valve	106.087	103.533	0.7500	3961.	3961.	2.55396
20	Area Change	82.947	83.952	0.03232	3961.	3961.	0.11006
21	Bend	67.761	66.868	0.3900	3972.	3972.	0.89347
22	Assigned Pressure	65.000	65.000	0.000	3972.	3972.	0.00000

AFT Fathom Model

Title: AFT Fathom Model
Analysis run on: 8/8/2003 3:33:47 PM
Application version: AFT Fathom Version 5.0 (2001.10.15)
Input File: C:\Calculos\ANEXO VI..fth

Execution Time= 0.31 seconds
Total Number Of Head/Pressure Iterations= 247
Total Number Of Flow Iterations= 23
Total Number Of Temperature Iterations= 0
Number Of Pipes= 36
Number Of Junctions= 37
Matrix Method= Gaussian Elimination

Pressure/Head Tolerance= 0.0001 relative change
Flow Rate Tolerance= 0.0001 relative change
Temperature Tolerance= 0.0001 relative change
Flow Relaxation= (Automatic)
Pressure Relaxation= (Automatic)

Constant Fluid Property Model
Fluid Database: AFT Standard
Fluid: Water at 1 atm
Max Fluid Temperature Data= 212 deg. F
Min Fluid Temperature Data= 32 deg. F
Temperature= 5 deg. C
Density= 62.42814 lbm/ft³
Viscosity= 3.68676 lbm/hr-ft
Vapor Pressure= 0.12406 psia
Viscosity Model= Newtonian

Atmospheric Pressure= 1 atm
Gravitational Acceleration= 1 g
Turbulent Flow Above Reynolds Number= 4000
Laminar Flow Below Reynolds Number= 2300
Total Inflow= 6985. gal/min
Total Outflow= 6985. gal/min
Maximum Pressure is 5716. psia at Junction 70 Inlet
Minimum Pressure is 13.60 psia at Junction 4 Inlet

WARNING Pipe 16 length is shorter than the elevation change (between Junction 15 and 17).
WARNING Pipe 21 length is shorter than the elevation change (between Junction 21 and 23).
WARNING Pipe 22 length is shorter than the elevation change (between Junction 23 and 24).
WARNING Pipe 70 length is shorter than the elevation change (between Junction 70 and 71).
WARNING Pipe 46 length is shorter than the elevation change (between Junction 47 and 48).

Huarcaya, Dalila (Pierina)

Eso

by Alejandro Sanz

Primero, que tu has sido para mi
lo más grande de este mundo
yo que fui lo que tu digas
pero que hasta te regalo aquellas risas
dos, que alguna vez quisimos compartir
el breve instante que es la vida
y tres, que hoy yo vivo en la ruinas
de un silencio que va dejándome sin voz

Lo que no entiendo es que ahora vengas otra vez
a prometerme una vida entera pero a tu manera..
en que momento de mi largo caminar perdimos Eso..

Verdad que soy difícil pero he sido para ti lo único profundo
también verdad que procuraba estar conmigo cuando estaba
mas confuso, confuso...

Tu tratando de existir, que me perdone el universo
y yo guardándome el secreto
que ya no quiero escuchar otro bolero mas
y tu empeñada en que querías ser feliz y yo sentir

Lo que no entiendo es que ahora vengas otra vez
a prometerme una vida entera pero a tu manera
dime amor en que momento de tu largo caminar
perdimos Eso..pero no, no

Yo te buscaba en los azules y me enfrentaba a tempestades
y ahora no se si tu exististe o eres solo un sueño que yo tuve
pero es que hay gente que no consigues olvidar jamás
no importa el tiempo que eso dure..

Una frase resumió lo diferente de los dos..
seguro ya no hay nada, hoy seguro ya no hay nada,
que lo que dure hoy no duro...

No puede ser verdad si yo aun sin olvidar
yo te buscaba entre las nubes, y me enfrentaba a tempestades
y ahora no se si tu exististe o eres solo un sueño que yo tuve
pero es que hay gente que no consigues olvidar jamás
no importa el tiempo que eso dure...

No puede ser verdad se me había olvidado,
ya no te busco en los azules, ni me enfrento a tempestades
ya no me importa si me quisiste porque en mi sueño yo te tuve
además hay gente que no consigues olvidar jamás
no importa el tiempo que eso dure...