

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE  
DE LA CIUDAD DE CHIMBOTE**

**INFORME DE INGENIERIA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO SANITARIO**

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER JUAN RONAL ALVITES BULLON**

**1996**

*Dedico este trabajo a la memoria de mi madre, a mi padre y hermanos por su apoyo permanente en mi educación*

*A mi tía Ernestina por haberme guiado en mi formación personal y profesional.*

*A mi esposa Rosa Elvira y mis hijos Diego y Braulio*

# **INDICE**

## **I.- INTRODUCCION**

- 1.1 Generalidades
- 1.2 Objetivos

## **II.- DESCRIPCION DEL ESTUDIO**

- 2.1 Ubicación, Expansión y Topografía
- 2.2 Clima
- 2.3 Vías de Comunicación
- 2.4 Precipitación Anual
- 2.5 Condiciones Sísmicas
- 2.6 Servicios Existentes
- 2.7 Plan Director
- 2.8 Población

## **III. DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS DEL SISTEMA AGUA POTABLE**

- 3.1 Fuentes de Abastecimiento
  - 3.1.1 Fuente Superficial
  - 3.1.2 Fuente Subterránea
- 3.2 Sistema de Tratamiento
  - 3.2.1 Aguas Superficiales
  - 3.2.2 Aguas Subterráneas
- 3.3 Sistema de Conducción - Impulsión
- 3.4 Sistema de Almacenamiento
- 3.5 Líneas de Aducción
- 3.6 Red de Distribución

## **IV.- EVALUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**

- 4.1 Sistema de Producción
  - 4.1.1 Recursos Hídricos
    - 4.1.1.1 Aguas Subterráneas
    - 4.1.1.2 Hidrología de Aguas Superficiales
  - 4.1.2 Toma y Conducción

- 4.2 Calidad de Agua y Sistema de Tratamiento
  - 4.2.1 Aguas Superficiales
    - 4.2.1.1 Calidad de Agua Cruda
    - 4.2.1.2 Tratamiento de Agua Cruda
  - 4.2.2 Abastecimiento de Aguas Subterráneas
- 4.3 Sistema de Conducción - Impulsión
  - 4.3.1 Líneas de Impulsión de los Pozos
  - 4.3.2 Líneas de Impulsión de las Estaciones de Bombeo
- 4.4 Sistema de Almacenamiento
- 4.5 Líneas de Aducción. Red de Distribución
- 4.6 Balance de Agua
  - 4.6.1 Producción
  - 4.6.2 Población Servida. cobertura
  - 4.6.3 Funcionamiento de Medidores
  - 4.6.4 Estimación de Pérdidas y Agua no Facturada
    - 4.6.4.1 Pérdidas Físicas
    - 4.6.4.2 Agua no Facturada

## **V.- MEDICIONES DE CAUDALES Y PRESIONES EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

- 5.1 Objetivos
- 5.2 Técnica de Medición Utilizada
  - 5.2.1 Pitometría
  - 5.2.2 Macromedición
  - 5.2.3 Niveles de Reservorio y Presiones
- 5.3 Resultados de las Mediciones
  - 5.3.1 Fuentes de Producción y Líneas de Impulsión - Conducción
  - 5.3.2 Línea de Aducción Red de Distribución
- 5.4 Análisis de los Resultados
  - 5.4.1 Fuentes de Producción Aguas Subterráneas y Líneas de Impulsión
  - 5.4.2 Líneas de Aducción - Red de Distribución

## **VI.- ACCIONES DE MEJORAMIENTO A TOMAR**

- 6.1 Acciones de Producción



- 6.1.1 Fuente Subterránea
- 6.1.2 Fuente Superficial
- 6.2 Acciones en Calidad de Agua y Sistema de Tratamiento
  - 6.2.1 Aguas Superficiales
  - 6.2.2 Aguas Subterráneas
- 6.3 Líneas de Impulsión - Conducción
- 6.4. Reservorios
- 6.5 Líneas de Aducción - Red de Distribución

## VII. ANEXOS

## RELACION DE CUADROS

- 2.01 Actividad Sísmica de la Región
- 3.01 Características de los Pozos
- 3.02 Características de la Línea de Impulsión - Conducción
- 3.03 Características de los Reservorios Existentes
- 3.04 Tuberías Principales de Aducción y sus Sectores de Consumo
- 3.05 Redes Principales y Secundarias
- 3.06 Horario de Suministro por Sectores
- 4.01 Datos Hidrogeológicos de los Pozos de Chimbote
- 4.02 Descargas Medias Mensuales del Río Santa
- 4.03 Caudales Medios Mensuales y Disponibilidad de Agua del Río Santa
- 4.04 Características Físico-Químicas del Agua del Río Santa
- 4.05 Características Físico-Químicas del Agua Cruda (Entrada a la Planta)
- 4.06 Características Físico-Químicas del Agua en la Entrada de la Planta de Tratamiento
- 4.07 Turbiedad Antes y Después de Sedimentación
- 4.08 Comparación entre los Parámetros de Lavado (Filtración)
- 4.09 Calidad del Agua Potable Tratada (Promedio del Año 1994)
- 4.10 Características del Agua Tratada
- 4.11 Datos Promedios de los Análisis Físico-Químicos del Agua Potable
- 4.12 Producción de los Últimos Tres Años en m<sup>3</sup>
- 4.13 Macromedidores Instalados en Chimbote
- 4.14 Número de Usuarios Empadronados y Facturados
- 4.15 Datos de Macromedición Enero 1996 con Referencia a Conexiones
- 4.16 Balance de Agua No Facturada (ANF) para los Años 1994 y 1995
- 5.01 Área de Servicio de los Pozos del Sistema de Agua Potable - Chimbote
- 5.02 Pérdidas en la Línea de Impulsión de los Pozos

- 5.03 Medición de Caudal Línea de Aducción : Laderas, Los Pinos y 2 de Junio
- 5.04 Medición de Caudal Línea de Aducción Santa Cruz
- 5.05 Medición de Caudal Línea de Aducción a Casuarinas y Sectores 1, 2 y 3
- 5.06 Medición de Caudal Línea de Aducción a Esperanza Baja
- 5.07 Medición de Caudal Línea de Aducción al Sector 4
- 5.08 Medición de Caudal Línea de Aducción al Sector 5
- 5.09 Medición de Caudal Línea de Aducción al Sector 6
- 5.10 Caudales y Presiones Línea de Aducción a Sectores 7 y 8
- 5.11 Mediciones de Presión y Caudal de Bombeo del Reservorio R-II al R-IV
- 5.12 Presiones en la Red de Distribución de Chimbote
- 5.13 Volúmenes de Consumo Mensual Estimado por Zonas de Servicio

## **RELACION DE FIGURAS**

- 3.01 Esquema General del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable de la Ciudad de Chimbote
- 3.1A Esquema de Flujo de la Planta de Tratamiento
- 3.02 Esquema de Tuberías de los Reservorios R-IIA, R-IIB y R-I
- 3.03 Esquema de Tuberías de los Reservorios RIII y RIIIA
- 3.04 Esquema de Tuberías del Reservoirio RIV
- 3.05 Esquema de Tuberías de los Reservorios RVI-A, RVI-B o Reservorios Gemelos
- 4.01 Esquema de la Toma del Río Santa, Caudales de Riego y Suministro o Planta de Tratamiento
- 4.02 Variación Mensual de Producción
- 5.01 Instalación del tubo Pitot Simplex

## CAPITULO I

### 1.1 GENERALIDADES

El presente tema de Titulación Extraordinaria "DIAGNOSTICO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE CHIMBOTE", se ha realizado tomando como fuente:

- Información recopilada en las oficinas de la Empresa Prestadora de Servicio de Agua Potable de Chimbote.
- Visitas de las diferentes instalaciones de la EPS de Chimbote.
- Trabajos de campo para evaluar las instalaciones existentes de la EPS.
- Plan Director de Desarrollo Urbano de la ciudad de Chimbote.
- Trabajos realizados por otras instituciones y organismos del Estado de la EPS de Chimbote.

La entidad responsable del Abastecimiento de Agua Potable para la ciudad de Chimbote es SEDACHIMBOTE (SERVICIO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE CHIMBOTE, CASMA Y HUARMEY). Existen otros sistemas que abastecen a la población como el de COVARS y SIDERPERU.

Pero que representan menos del 1% de la población total de Chimbote.

El presente trabajo se ha realizado tomando como base el sistema de Agua Potable administrado por SEDACHIMBOTE.

La ciudad de Chimbote está ubicada a 440 km. al norte de la ciudad de Lima, sobre la costa del Pacífico, pertenece a la Provincia de Santa del departamento de Ancash, a una altura sobre el nivel del mar de 0 a 80 m.s.n.m., siendo uno de los más importantes puertos pesqueros del Perú;

presenta una topografía plana en su mayor parte, principalmente en el centro de la ciudad y el sector de Nuevo Chimbote, sin embargo existen algunos cerros en cuyas laderas se han ubicado asentamientos humanos de importante tamaño.

El sector central de la ciudad en su mayoría se ubica a una elevación baja del orden de 6 m.s.n.m., pero en Nuevo Chimbote la población se ha extendido y continua expandiéndose hacia el este, hasta unos 80 m.s.n.m. La población total es de 297,659 habitantes, el censo del año 1993 arrojó 265,074 habitantes.

La población servida con agua potable es de 185,143 habitantes y con alcantarillado sanitario de 174,172 habitantes.

El clima es templado con lluvias escasas, la temperatura varía entre 15° y 25°C. Chimbote está ubicada en las coordenadas 09°-04'-15" latitud sur y 78°35'27" longitud oeste.

La ciudad de Chimbote, como principal puerto pesquero constituye un importante centro comercial e industrial, localizándose gran cantidad de industrias relacionadas con la actividad marina y sobre todo con el procesamiento del pescado (harina de pescado y conservas), estas industrias son grandes consumidores de agua, aunque actualmente no están conectadas al sistema y se abastecen por su cuenta mediante pozos. Constituyen sin embargo, en la actualidad, potenciales usuarios clandestinos y en el futuro potenciales consumidores debidamente registrados.

Son también los mayores contaminadores de la bahía de Chimbote con aguas residuales y posiblemente también con desechos líquidos. Es apreciable la contaminación

ambiental por malos olores que actualmente están ocasionando.

La industria siderúrgica del país está en Chimbote (SIDER-PERU), la cual también es una de las mayores fuentes de contaminación de la ciudad, por los humos que produce así como por las descargas de aguas industriales que son dispuestas directamente al mar.

Los principales recursos hídricos provienen de aguas subterráneas y del río Santa a través del canal de irrigación IRCHIM.

## 1.2 OBJETIVOS

La situación que presenta la ciudad de Chimbote, es consecuencia de su vertiginoso y desordenado crecimiento poblacional y la exigencia de atender con los servicios de saneamiento básico, que permita satisfacer las necesidades primordiales que es el Suministro de Agua Potable y garantice las condiciones adecuadas a la población, teniendo en cuenta el aprovechamiento máximo de las instalaciones existentes.

Con las premisas expuestas, con este trabajo nos proponemos:

### 1. Determinar la capacidad Hidráulica del Sistema.-

Para cada uno de los componentes del sistema se determinará su capacidad y posibilidades de Ampliación y de optimizar su utilización, considerando además su edad, estado físico y confiabilidad.

Determinar las Pérdidas de agua en el Sistema de Abastecimiento de Agua.-

Este incluirá una estimación de los volúmenes realmente producidos de los volúmenes facturados y de los volúmenes que realmente debe consumir la población, con el propósito de determinar las pérdidas y desperdicios de agua actuales y el agua no contabilizada.

### 3. Definir programas de optimización del sistema.-

Dentro de los Programas de Optimización se definirán aquellas que involucran obras y modificaciones en la operación del sistema, las cuales serán en lo que respecta al desarrollo físico del sistema, el punto de Partida del Plan de Expansión.



## CAPITULO II

### DESCRIPCION DEL ESTUDIO

#### 2.1 UBICACION, EXPANSION Y TOPOGRAFIA

La ciudad de Chimbote, Distrito de la Provincia del Santa en la Región Chavín, se encuentra ubicado en el litoral norte de la costa peruana, a la altura del km 414 de la panamericana norte entre las coordenadas 8°989,000 8°999,000N y 103,000-113,000E que corresponde a la Bahía denominado los Ferroles.

Tiene una superficie aproximada de 2,600 Has y una altitud de 10 m.s.n.m.

La ciudad está situada en una planicie que se extiende alrededor de la Bahía de los Ferroles, ostentando en sus límites urbanos un relieve bastante pronunciado con elevaciones de hasta 500 metros sobre el nivel del mar.

Por el lado Norte; limita con las instalaciones de SIDERPERU y colinas que constituye su frontera natural, los terrenos de expansión urbana se extiende en la dirección sur, al este, la planicie esta bordeada por una cadena de colinas con alturas de hasta 500 metros, recortada por el Valle de Lacramarca.

Por el lado Sur, el límite de Chimbote esta marcado por una cadena de colinas nacientes al sur de la Bahía de Samanco.

Limita por el Este, con el Canal de Abastecimiento denominado " Carlos Leigh ", y por el Oeste con el Océano Pacífico (Bahía de Chimbote).

El relieve de la ciudad es relativamente plano, existe en el sentido norte-sur suaves pendientes de hasta el 1 % de inclinación.

## **2.2 CLIMA**

El clima en la ciudad de Chimbote es caluroso en verano, la temperatura alcanza hasta los 25°C y en invierno llega a un mínimo de 15°C. La humedad relativa media es de 70 %.

## **2.3 VIAS DE COMUNICACION**

La ciudad se encuentra unida con la Capital de la República por vía terrestre y aérea.

Asimismo con el resto de localidades del país se comunica por vía terrestre. Cuenta además con vía marítima.

## **2.4 PRECIPITACION ANUAL**

Conforme los principales indicadores climatológicos observados en la Estación Chimbote de la Región Chavín, durante los años 1989-90, dio la cifra de 2.0 m como precipitación pluvial media total con una humedad relativa de 78 % y con dirección predominante del viento hacia el Sur y a una velocidad media de 7.2 m/s.

## **2.5 CONDICIONES SISMICAS**

El Perú está ubicado en una Región de actividad sísmica, sus costas forman parte del círculo sísmico CirculoPacífico donde el movimiento tectónico es causado por el desplazamiento de la Placa Oceánica bajo la Placa Continental, siendo responsable de la gran actividad sísmica de la Región.

CUADRO Nº 2.01

ACTIVIDAD SISMICA		LA REGION	
FECHA	HORA	INTENSIDAD	MAGNITUD
1) 14-2-1658	----	-----	-----
2) 20-5-1917	----	-----	-----
3) 21-5-1937	10:13	VI	6.75
4) 24-5-1940	11:35	VIII	8.20
5) 10-11-1946	12:40	IX-X	7.25
6) 18-2-1956	12:49	VII	-----
7) 29-10-1956	10:42	VI	-----
8) 24-9-1963	11:30	VI-VIII	6.75
9) 17-10-1966	16:42	VIII	7.50
10) 31-5-1970	15:23	VIII	7.70

OBSERVACIONES:

- 1) Destrucción de la ciudad de Trujillo con numerosas víctimas.
- 2) Rajadura en Trujillo, fuerte en Chimbote y Casma, daños moderados.
- 3) Diversos daños en Trujillo, Chimbote y Casma.
- 4) Terremoto en Lima.
- 5) Sismo destructor en Sihuas, Conchucos, deslizamientos de casas y agrietamiento del terreno.
- 6) Sismo destructor localizado en Carhuaz.
- 7) Mínimas averías en Lima, Chimbote y Huánuco.
- 8) En Ancash fallaron las construcciones de adobe, derrumbes en gran escala, interrumpiendo caminos, enterrando canales, etc.
- 9) Terremoto destructor en Lima, Callao, Chimbote, Huacho tsunami en las costas del Callao, Chimbote, San Juan de 4.3 metros de altura con 29 replicas en 5 meses.
- 10) Epicentro localizado a 25 km. mar a dentro de Chimbote, abarco un área de 81,000 km<sup>2</sup>, hubo 50,000 muertos y 150,000 heridos.

La zona donde se efectuó el estudio está considerada de alta sismicidad.

## **2.6 SERVICIOS EXISTENTES**

La ciudad de Chimbote cuenta con la provisión de los siguientes servicios:

- Agua Potable : 38,576 conexiones domiciliarias activas
- Alcantarillado: 36,500 conexiones domiciliarias activas
- Salud : 437 camas. Hospitales IPSS.
- Teléfonos : 15,500 conexiones domiciliarias
- Correos : 2
- Estac. de Radio
- Locales : 20
- Agencias de
- Transporte
- Terrestre : 20
- Agencias de
- Transporte
- Aéreo : 15
- Agencias
- Bancarias : 08
- Parque
- Automotor : 13,322
- Centros
- Educativos : 459
- Centros
- Policiales : 6
- Cuarteles
- FF.AA. : 1

## **2.7 PLAN DIRECTOR**

A raíz de la ocurrencia del sismo del 31 de mayo del año 1970 que originó marcados estragos en la ciudad de Chimbote, el Supremo Gobierno dispuso que en el año 1972 se formara una comisión de Reconstrucción y

Rehabilitación (CRYSA) que conjuntamente con el Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo, estuvo encargado entre otras actividades básicas de la preparación del Plan Director de Chimbote.

El Plan Director de Chimbote con un Plan a largo plazo hasta el año 1990 contiene la concepción integral referente al programa y al espacio de desarrollo de la ciudad y esta constituido en 8 volúmenes.

Contiene los estudios demográficos detallados con estudios de migraciones, socio-económicos que le sirvieron de base para la predicción futura a largo plazo hasta el año 1990 de 640,000 habitantes.

A la fecha el Plan Director no ha sido actualizado por lo tanto habiendo analizado la documentación pertinente se puede comentar que no se ha alcanzado las metas previstas, habiendo dado el último Censo 1993 la cifra de 265,074 que representa un 40 % de la meta fijada en el Plan Director.

Igualmente con el área de expansión hacia la zona sur programado de 2,400 hectáreas sólo fue ocupada una extensión de 640 hectáreas.

## **2.8 POBLACION**

La población de Chimbote, según censo ha tenido el siguiente crecimiento poblacional:

<u>AÑOS</u>	<u>POBLACION</u>
1961	59,990 habitantes
1972	160,430 habitantes
1981	216,579 habitantes
1993	265,074 habitantes

Al año 1995 se ha estimado una población alrededor de los 279,000 habitantes tomando en consideración:

Haber mantenido la tasa de crecimiento de la población de 1.7 % correspondiente al último período Censal después de indicar factores socio económicos como la tendencia que tendrían las industrias pesqueras y siderúrgica en el futuro, que se presume sean moderadas y que no se repetirá el boom pesquero que ocurrió en años anteriores.

El análisis del Plan Director, cuyas metas propuestas para el año 1990 no fueron alcanzadas por el desarrollo de la población que si bien siguió la tendencia del crecimiento hacia la zona sur no cubrió la extensión prevista.

La compatibilización de densidades a las áreas delimitadas en el Plano de Zonificación, resultando 105 hab/Ha. para la extensión actual y 80 hab/Ha. como promedio de la densidad futura.

- Los actuales Programas de Control de la Natalidad.

## CAPITULO III

### DESCRIPCION, CARACTERISTICAS Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### 3.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

La ciudad de Chimbote se abastece de agua de 2 fuentes:

- La fuente de agua subterránea esta conformada por 15 Pozos tubulares.
- La fuente de agua superficial sustentada por una Planta de Tratamiento ubicada en la zona sur de la ciudad.

##### 3.1.1 Agua Superficial

La captación se realiza en la Toma de Vinzos en el Río Santa con una longitud de 80 km. de Canal, el agua es conducida por el Canal IRCHIM (50 km.) de donde se deriva al Canal Carlos Leigh (30 km.), que conduce hasta las Lagunas de Pre-Sedimentación.

El agua que trae el Canal Carlos Leigh es utilizada para propósitos múltiples: uso agrícola y fines de potabilización, siendo la Empresa SEDACHIMBOTE el ultimo usuario.

El agua que viene a través del Canal Carlos Leigh es almacenada en tres lagunas de Pre-Sedimentación con una capacidad total de 70,000 m<sup>3</sup>. (Laguna Nº1 de 30,000 m<sup>3</sup>, Laguna Nº2 de 15,000 m<sup>3</sup> y Laguna Nº 3 de 25,000 m<sup>3</sup> de capacidad).

A la salida de las Lagunas el agua es conducida a través de una tubería de  $\phi$  14" de A.C. y a 350 m. antes de ingresar a la Planta de Tratamiento.

Cabe añadir, que las épocas de mayor turbiedad son de Abril Diciembre. Estas lagunas presentan actualmente abundante maleza la que no permite el total aprovechamiento de las mismas. en la actualidad no se encuentran impermeabilizadas motivo por el cual el Ministerio de Salud recomienda revestirlas, pero al no contar con la partida necesaria, el almacenamiento actual tiene un proceso de filtración natural, que a su vez es lento, produciendo una acumulación de barro y limo que llega a niveles de 1.00 mt. o más.



CUADRO Nº 3.01

**CARACTERISTICAS DE LOS POZOS**

POZO Nº	DIAMETRO POZO	RENDIMIENTO PROM. (lt/seg)	PROFUNDIDAD ACTUAL (m)	RENDIMIENTO PERFORACION (lt/seg)
3	15"	28	38.50	60
4	15"	50	37.35	70
5	15"	38	38.35	70
7	15"	48	46	60
8	15"	28	38.15	50
10	15"	34		40
11	15"	30	45.42	40
12	15"	25	39.50	45
13	15"	30	64.38	60
14	15"	20	37.60	40
15	15"	50	50	70
16	15"	25	55	60
17	15"	24	68	30
18	15"	48	54	60
19	15"	52	40	60

### **3.1.2 Aguas Subterráneas**

El volumen total de agua Subterránea de Chimbote, se produce a través de 15 pozos tubulares.

Los Pozos están agrupados en baterías con el objeto de utilizar una misma línea de impulsión hasta los reservorios.

La producción promedio anual de por pozo en el año de 1995 se muestra en el cuadro 3.01, el mismo que indica también el rendimiento de cada pozo cuando fue perforado.

La mayor parte de los Pozos se encuentran ubicados al Nor-Este de la ciudad de Chimbote y en las zonas de la Campiña y Santo Domingo, que son eminentemente agrícolas.

De los 15 pozos, 12 trabajan con suministro eléctrico y 3 con equipo electrógeno, estando en estudio la electrificación de esos pozos. Los pozos trabajan durante las 24 horas del día.

## **3.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO**

### **3.2.1 Aguas Superficiales**

El agua proveniente del canal Leigh es almacenada en las lagunas 1, 2, 3 mencionadas anteriormente. En algunas ocasiones el agua es captada directamente del canal, haciéndola pasar a través de un desarenador compuesto de cuatro baterías; el tratamiento del agua proveniente de las lagunas es conducido a la Planta de Tratamiento mediante una tubería A.C.  $\phi$  14", ingresando por una caja de válvulas.

La Planta de Tratamiento ha sido diseñada para tratar hasta 200 Lts./seg. Efectuando ajustes en la

operación de la planta se llega a producir hasta 270 Lts./seg.

Esta constituida (ver figura N°3.01A) por "

### **Mezcla Rápida**

Es una estructura de forma rectangular de Concreto Armado de 1.00x1.00x1.60 m<sup>3</sup>, donde aplican el coagulante (Sulfato de Aluminio) y ayudante de coagulación (Cal).

### **Floculadores**

Está conformado por cuatro unidades de floculadores de pantallas de flujo horizontal de Concreto Armado. Cada unidad tiene una dimensión de 25x9.28x0.90 m<sup>3</sup>.

El ingreso a cada unidad de floculación es a través del canal que se deriva del Medidor Parshall.

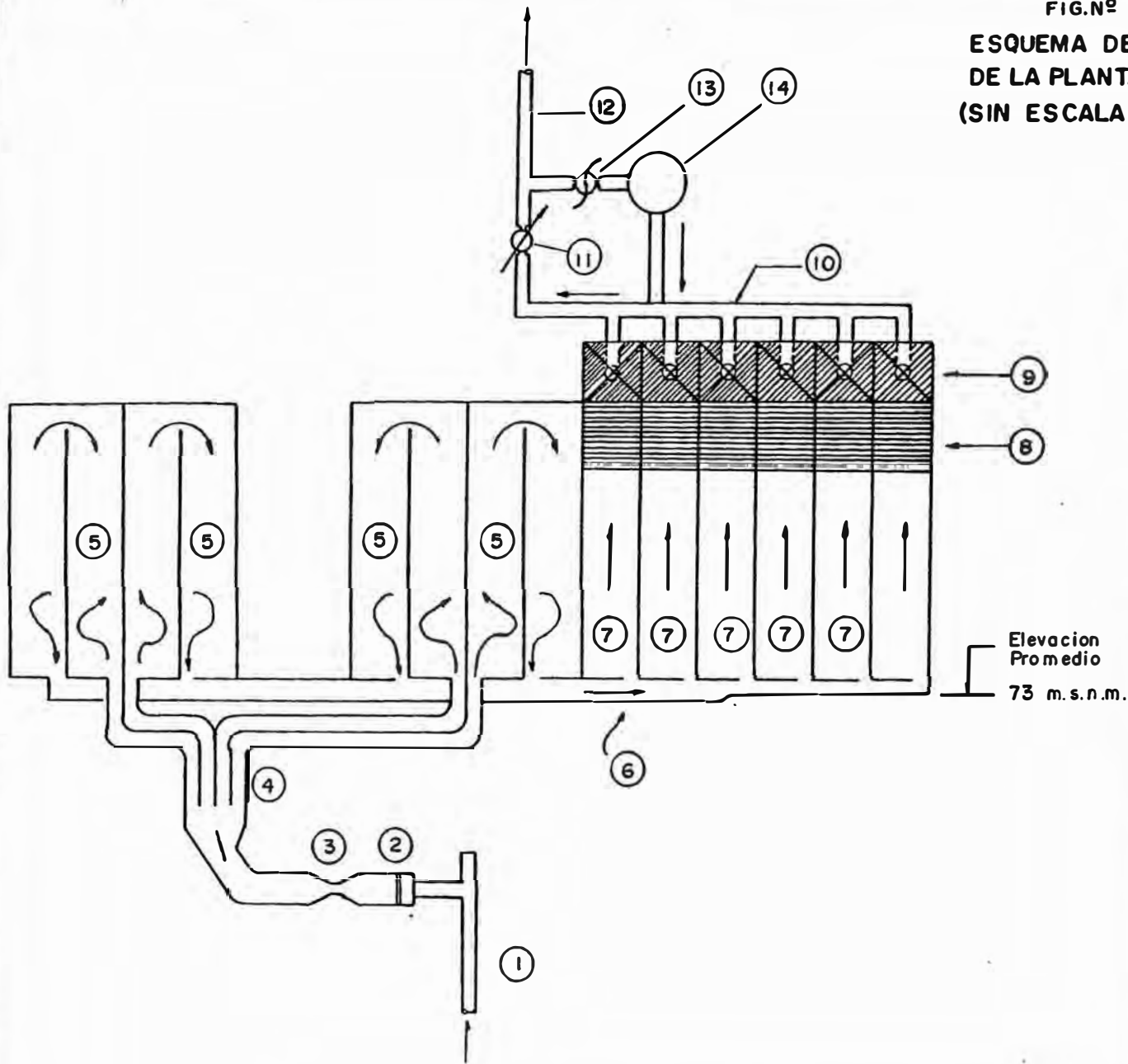
Las unidades se encuentran en buen estado (dos construidas en 1,965 y las otras en 1,992.

### **Sedimentadores**

Son de tipo convencional en número de 6, con ventanas, tiene forma rectangular y mide 24 m. de largo por 4.50 m. de ancho; su profundidad a la entrada es de 2.4 m. y al final de 3.75 m., el fondo es de plano inclinado hacia las tolvas de salida del barro que se acumula.

En el año 1,992 con la ampliación de planta se acondicionaron placas paralelas inclinadas a 60° de A.C. (105 placas por unidad) en una longitud de 7.00 m. con la finalidad de incrementar cinco veces más la carrera de sedimentación.

FIG. Nº 3.01 A  
 ESQUEMA DE FLUJO  
 DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO  
 (SIN ESCALA)



No.	DESCRIPCION
①	Tubería de $\phi 14''$ AC proveniente de las lagunas.
②	Cámara de Mezcla Rapida.
③	Medidor Parshall
④	Distribuidor a floculadores
⑤	Floculación Hidráulica
⑥	Canal de conexión Floculación - Sedimentación
⑦	Sedimentación lenta.
⑧	Sedimentación laminar.
⑨	Filtración
⑩	Tubería de Recolección - Filtración
⑪	Medidor de silleta MACROMETER (no operativo)
⑫	Tubería de $\phi 18''$ AC hacia los Reservorios Gemelos
⑬	Estación de Bombeo Tanque de lavado
⑭	Tanque de Lavado de filtros.

### Filtro

Está conformado por una batería de 6 Filtros, los cuales están constituidos por estructuras abiertas en las que el agua fluye en forma descendente a través de la arena impulsado por la fuerza de gravedad. Los Filtros constan de tres partes: La galería de operación, galería de tubos y caja de filtros.

### Cloración

Esta se realiza a la salida de los filtros con un equipo de inyección al vacío, marca WALLAGE TIERNAM

### **3.2.2 Aguas Subterráneas**

El tratamiento es realizada a través de la desinfección a la salida de algunos pozos tubulares con cloro.

Los equipos utilizados para la desinfección es por inyección al vacío, aplicados en los pozos P-4, P-5, P-7, P-11, P-15.

### **3.3 SISTEMA DE CONDUCCION - IMPULSION**

Este sistema se refiere a las tuberías que transportan agua desde los pozos hasta los reservorios, aquellas que impulsan el agua entre reservorios mediante estaciones de bombeo, la que conducen el agua de la Planta de Tratamiento a los Reservorios Gemelos RVI, tal como se observa en la figura N° 3.01 y plano N° 01.

En el cuadro N° 3.02 se indican las características de las líneas instaladas.

Indicaremos que la Línea de Impulsión que interconecta los Pozos 15, 16, 17, 18 y que abastece los Reservorios R-II y R-III, simultáneamente existe una válvula de Compuerta de  $\phi$  14" que se ubica en esta Línea

a la altura del Pozo 17, cuya operación es la siguiente:  
Trabaja abierta totalmente cuando existe rebombeo del Reservorio R-III a los Reservorios Gemelos de Buenos Aires, cuando la Planta de Tratamiento deja de funcionar por falta de agua, originada por los períodos de corte de agua al Canal Carlos Leigh, para la realización de trabajos de mantenimiento que ejecuta el Proyecto especial CHINECAS.

Al aperturarse dicha válvula nos permite que además de los pozos 15, 16 y 17 llegan también al R-III, aumentando el caudal de llegada a dicho Reservorio.

Cuando no existe rebombeo del R-III a los Reservorios Gemelos de Buenos Aires, está válvula trabaja cerrada, de tal manera que toda el agua que bombean los Pozos 15, 16 y 17 llegan al Reservorio R-IIA.

La línea de Impulsión que va del Reservorio R-IIA al R-IV, es utilizada desde el momento en que el Reservorio R-IIA tenga nivel de agua suficiente para poder rebompear al R-IV.

La línea de Impulsión que va del R-IV al R-V, es utilizado desde el momento en que el R-IV tenga nivel de agua suficiente para poder rebompear al R-V.

#### **3.4 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO**

La capacidad de almacenamiento actual es de 21850 m<sup>3</sup>.

De los diferentes reservorios que reciben agua del campo de pozos y de la Planta de Tratamiento, se distribuye el agua a los diferentes sectores de la ciudad. En el cuadro Nº 3.03 se presentan las características de cada reservorio, así como el estado actual desde el punto de vista visual.

CUADRO N° 3.02

**CARACTERISTICAS DE LA LINEA DE IMPULSION-CONDUCCION**

LÍNEA	DIÁMETRO PULGADA	LONGITUD m	MATERIAL	EDAD PROMEDIO AÑOS	ESTADO
P11 - A	8"	260	A.C.	20	EXCELENTE
P10 - A	10"	70	A.C.	20	REGULAR
A - B	12"	310	A.C.	20	REGULAR
B - RII B	14"	830	A.C.	20	REGULAR
P13 - C	10"	350	A.C.	20	REGULAR
P12 - C	12"	60	A.C.	20	REGULAR
C - D	12"	355	A.C.	20	REGULAR
F3 - D	10"	420	A.C.	20	REGULAR
D - RIIA	14"	1280	A.C.	20	REGULAR
P7 - E	12"	540	A.C.	30	REGULAR
P5 - E	12"	80	A.C.	30	REGULAR
E - RII A	12"	420	A.C.	30	REGULAR
P3 - RI	8"	1110	HF	40	MAL
P17 - F	8"	250	A.C.	20	REGULAR
F - G	14"	40	A.C.	20	REGULAR
P16 - G	8"	50	A.C.	20	REGULAR
G - H	12"	300	A.C.	20	REGULAR
P15 - H	8"	270	A.C.	20	REGULAR
H - I	14"	280	A.C.	30	REGULAR
P14 - I	8"	290	A.C.	30	REGULAR
I - RIIA	16"	1200	A.C.	30	REGULAR
P4 - RIII A	8"	4600	A.C.	25	REGULAR
P4 - M	8"	410	P.V.C.	4	EXCELENTE
P16 - K	8"	250	A.C.	8	EXCELENTE
P19 - K	8"	150	A.C.	8	EXCELENTE
K - L	16"	330	A.C.	8	EXCELENTE
L - RIII	16"	3200	A.C.	25	BUENO
RIIA - RIV	8"	1580	A.C.	22	REGULAR
RIV - RV	8"	300	A.C.	22	REGULAR
RIII - RVI	14"	3930	A.C.	20	BUENO
Planta - RVI	18"	780	A.C.	20	BUENO

FUENTE: SEDACHIMBOTE

CUADRO 3.03

CARACTERISTICAS DE LOS RESERVORIOS EXISTENTES

RESERVORIO	C O T A FONDO m.e.n.m.	VOLUMEN m <sup>3</sup>	Porcentaje con respect. al total %	TIPO DE RESERVORIO	CAMARA DE VALVULAS Y DE EQUIP.	TUB DE LIMPIEZA REBOSE	OBSERVACION ESTADO *	EDAD (AÑOS)
RI	40	1100	5.03	APOY.-CONCRETO	MAL ESTADO	-	MALO	39
RIIA	53.4	6000	27.46	APOY.-CONCRETO	REG. ESTADO	DIAM. 24"	BUENO	27
RIIB	53.4	6000	27.46	APOY.-CONCRETO	REG. ESTADO	DIAM. 24"	BUENO	12
RIII	45	3600	16.48	APOY.-CONCRETO	MAL ESTADO	-	BUENO	27
RIIIA	45	1000	4.58	APOY.-CONCRETO	MAL ESTADO	DIAM. 14"	BUENO	5
RIV	100	350	1.60	APOY.-CONCRETO	MAL ESTADO	DIAM. 6"	BUENO	22
RV	142	600	2.75	APOY.-CONCRETO	BUEN ESTADO	DIAM. 6"	BUENO	22
RVI A (1)	70	1600	7.32	APOY.-CONCRETO	BUEN ESTADO	DIAM. 12"	BUENO	6
RVI B (2)	70	1600	7.32	APOY.-CONCRETO	BUEN ESTADO	DIAM. 12"	BUENO	25
TOTALES		21850						

\* EL ESTADO DEL RESERVORIO SE REFIERE DESDE PUNTO DE VISTA ESTRUCTURAL



El funcionamiento de los mismos es:

A. RESERVORIO R-I

Este es abastecido por los Pozos 3A, 5 y 7A, ingresando un flujo de agua aproximado de 120 lps.

Al momento que se llene este Reservoirio, el agua que llega de las Líneas de Impulsión son desviadas hacia el R-IIA a través del cerrado de válvulas, aperturandose al día siguiente a partir de las 5 a.m. El techo del Reservoirio es de planchas corrugadas de A.C. No cuenta con tubería de rebose, ni de limpieza.

B. RESERVORIOS R-IIA Y R-IIB

Estos Reservoirios se encuentran interconectados a través de una tubería de  $\phi$  24" de fierro rolado.

Estos Reservoirios son abastecidos de la siguiente manera:

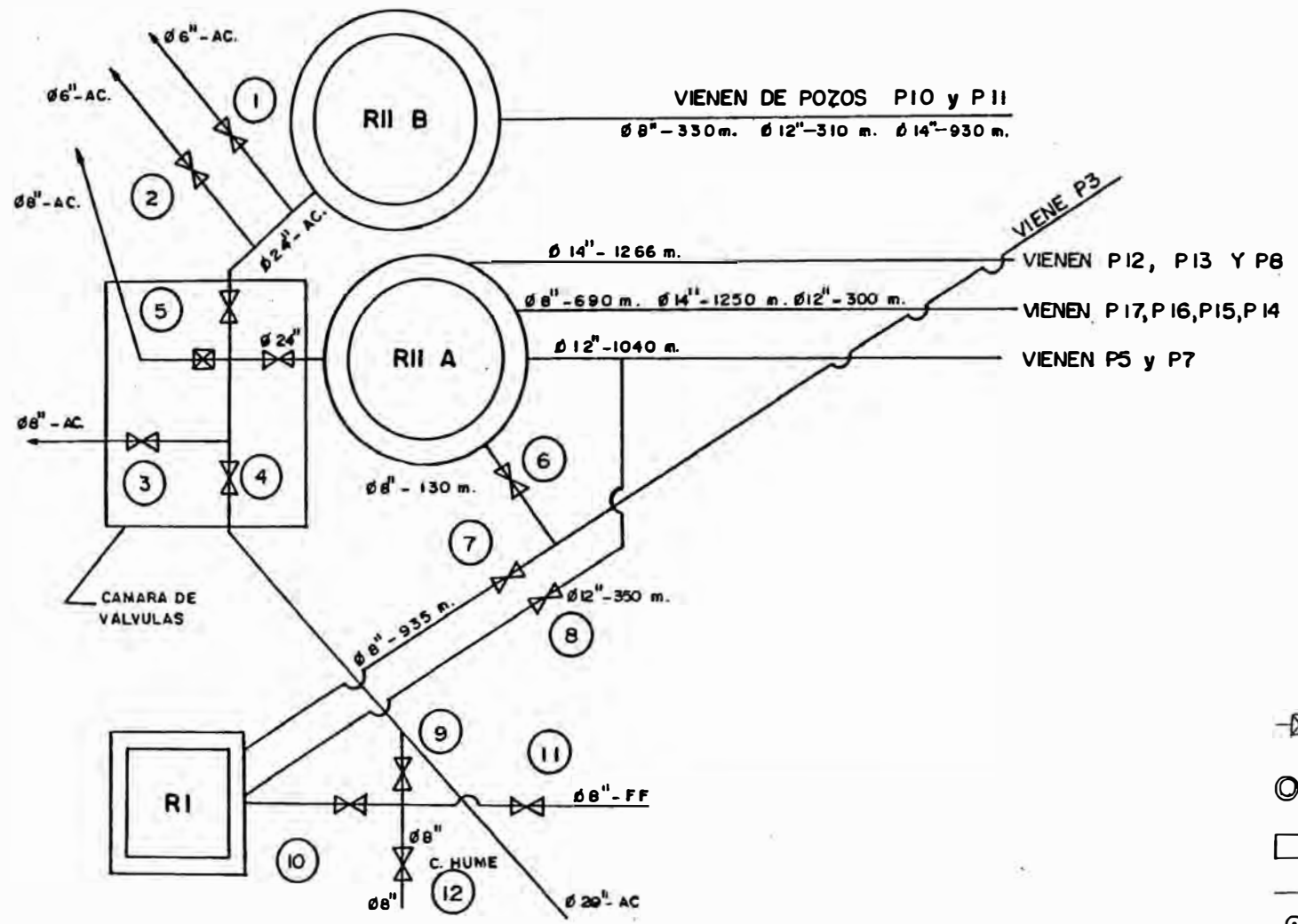
- El R-IIA, a través de los ingresos que provienen de los Pozos 12, 13, 8, 15, 16, 17 y a partir de las 10 a.m. hasta las 6 a.m. del día siguiente por dos tuberías que provienen de los Pozos P-5, P-7A y P-3A.
- El R-IIB, a través de un ingreso que provienen de los Pozos 10 y 11.

El llenado de ambos Reservoirios es simultáneo, ya que la válvula que se ubica en la interconexión de la tubería de los Reservoirios permanece abierta.

Cada Reservoirio cuenta con una tubería de rebose uniéndose luego a una Tubería de Limpieza de  $\phi$  24" de concreto reforzado, la misma que falta conectarla a la red de desagüe, ya que en la actualidad esta tubería

FIG. N° 3.02

ESQUEMA DE TUBERIAS  
DE LOS RESERVORIOS RII - A, RII - B  
Y RESERVORIO RI



VALV.	SECTOR ABASTECIDO
1	ESPERANZA BAJA
2	STA. CRUZ
3	LADERAS DEL NORTE DOS DE JUNIO (Parte Baja) LOS PINOS HOSPITAL
4	ZONA NORTE
5	RM
6	RIIA
7	RI
8	RI
9	Puede acrecentar RI cerrando (11 y 2) abriendo (10)
10	Controla Val. 11 y Valvula 12
11	EL CARMEN EL PORVENIR SAN FRANCISCO 21 DE ABRIL
12	EL PROGRESO
4	HAYA DE LA TORRE MANUEL AREVALO CUSCO URBANO LA BALANZA ACERO RAMON CASTILLA BOLIVAR A y B PUEBLO LIBRE

LEYENDA

- ESTACION DE BOMBEO
- RESERVORIO
- DEMANDA Vs ZONA DE CONSUMO
- TUBERIA PRINCIPAL
- POZO DE PRODUCCION
- VALVULA OPERATIVA

culmina en la bajada del Cerro donde se ubica este Reservoirio, frente a la Urb. Laderas del Norte.

Del Reservoirio R-IIA existen dos salidas:

- Una de  $\phi$  8", que abastece a las Urb. Laderas del Norte, Los Pinos y parte baja del P.J. 2 de Junio.
- Una de 29", que abastece a los sectores 1, 2 y 3.

En la interconexión de los dos Reservoirios, existe dos salidas de  $\phi$  6" que se encarga de abastecer: una al P.J. Esperanza Baja y la otra al P.J. Santa Cruz.

El Reservoirio R-IIA hace también la función de cisterna, ya que existe en la caseta de válvulas, dos equipos de bombeo que impulsa el agua hacia el R-IV a través de una tubería de  $\phi$  8". En la figura N<sup>o</sup> 3.02 se esquematiza la interconexión de los reservoirios.

#### C. RESERVORIOS R-III Y R-IIIA

Estos Reservoirios se encuentran interconectados a través de una tubería de  $\phi$  12" de fierro Schedule grado 40.

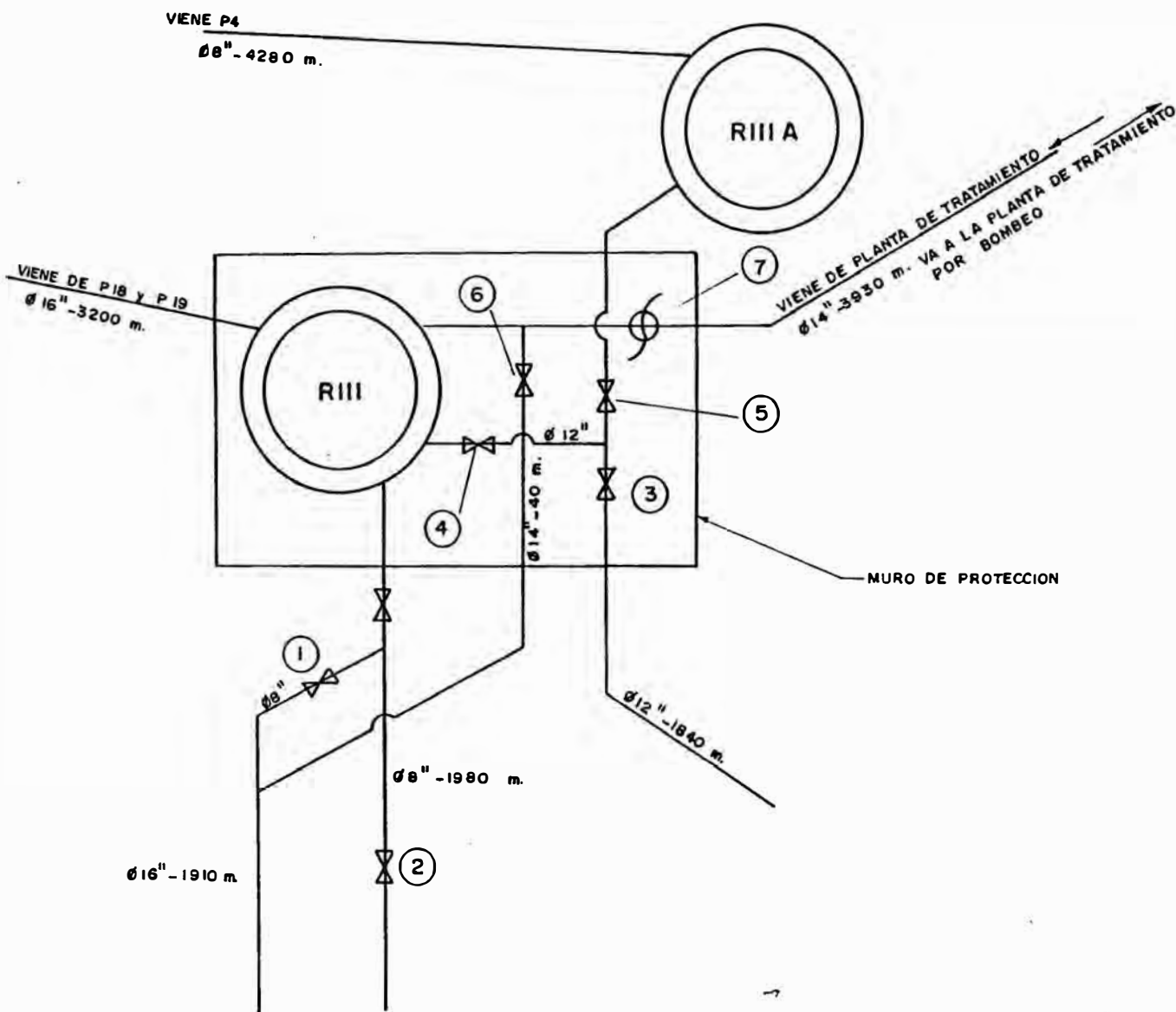
El abastecimiento es a través de una tubería de  $\phi$  16" que ingresa por el R-III proveniente de los Pozos 18 y 19 y ocasionalmente de los Pozos 15, 16 y 17 cuando se apertura la válvula de  $\phi$  14", que se ubica en la Línea de Impulsión a la altura del Pozo 17.

El Reservoirio R-IIIA es abastecido a través de una Línea de Impulsión  $\phi$  8" que viene del Pozo P-4 y que se encarga de abastecer al sector 6.

El Reservoirio R-III tiene tres salidas:

- a) Una tubería de  $\phi$  8" de A.C. clase 105, que luego de

FIG. Nº 3.03  
 ESQUEMA DE TUBERIAS  
 DE LOS RESERVORIOS RIII y RIIIA



VALV.	SECTOR ABASTECIDO
1 y 6	SAN JUAN MIRAFLORES 1 <sup>er</sup> y 2 <sup>do</sup> MIRAFLORES 3 <sup>er</sup> ZONA REUBICACION MIRAFLORES 2 <sup>da</sup> ZONA FLORIDA ALTA LA LIBERTAD MIRAFLORES BAJO
2	15 ABRIL TRAPECIO SEÑOR DE LOS MILAGROS
3	PPAO 3 DE OCTUBRE 1 <sup>er</sup> DE MAYO VILLA MARIA
4	LAS BRISAS Abierto en combinacion con lo que permite alimentar PPAO. 3 de Octubre. 1 <sup>er</sup> de Mayo Villa Maria y Los Brisas
5	Cerrando 4 y Abriendo 3 y 5 Permite abastecer PPAO, 3 de Octubre. 1 <sup>er</sup> de Mayo Villa Maria y Los Brisas

LEYENDA

- RESERVORIO
- DEMANDA 1/6 ZONA DE CONSUMO
- TUBERIA PRINCIPAL
- VALVULA OPERATIVA
- ESTACION DE BOMBEO

un metro de recorrido, se ha insertado una Yee de fierro fundido de  $\phi$  8", bifurcándose en:

- Una tubería de  $\phi$  8" que trabaja como Línea de Aducción y que abastece al Sector 4.
  - Una tubería de  $\phi$  8" de A.C. clase 105, que trabaja como Línea de Aducción, que luego de un recorrido de 11 m. se le ha colocado una ampliación de 8" a 16", instalada luego la tubería de A.C.  $\phi$  16" clase 105, que abastece al Sector 5. 5.
- b) Una tubería de  $\phi$  12" que es la que interconecta con el R-III A y que abastece al Sector 6.
- c) Una tubería de  $\phi$  14", que luego de un metro se bifurca en dos:
- Una de  $\phi$  14" que después de 60m. se conecta con la Línea de Aducción de  $\phi$  16" con la finalidad de aumentar la capacidad de salida de la tubería del Reservorio y trabaje a presión en el abastecimiento al sector 5.
  - Una de  $\phi$  14" que actúa como Línea de Impulsión hacia los Reservorios Gemelos de Buenos Aires, cuando no llega agua a la Planta de Tratamiento o su producción es mínima.

El Reservorio R-III hace la función de cisterna cuando se bombea el agua a los Reservorios Gemelos de Buenos Aires, para lo cual se cuenta con dos motores petroleros de 85 HP cada uno, trabajando en forma alternada o simultáneamente si las circunstancias lo requieren.

El R-III no cuenta con tubería de rebose ni de limpieza.

El Reservoirio R-III A cuenta con tuberías de rebose y de limpieza, pero la longitud de esta última es muy corta, de tal manera que para poder usarla se tendrá que alargar esta tubería, ya que de lo contrario, al momento de usarla malograría el camino de acceso al Reservoirio.

En la figura N<sup>o</sup> 3.03 se esquematiza el sistema de interconexión de los reservoirios.

#### D. RESERVIORIO R-IV

Es abastecido a través de un rebombeo que proviene de los reservoirios del R-II, a través de una tubería de A.C.  $\phi$  6".

Se encarga de abastecer a: 2 de Junio (parte alta), Esperanza Alta (parte baja) y P.J. San Pedro (parte baja).

Cuenta con sistemas de rebose y limpieza y funciona adecuadamente. En la figura N<sup>o</sup> 3.04 se esquematiza el sistema.

#### E. RESERVIORIO R-V

Es abastecido a través del rebombeo que proviene del reservoirio R-IV a través de una tubería de 6".

Se encarga del abastecimiento de la parte alta del P.J. San Pedro y Esperanza Alta.

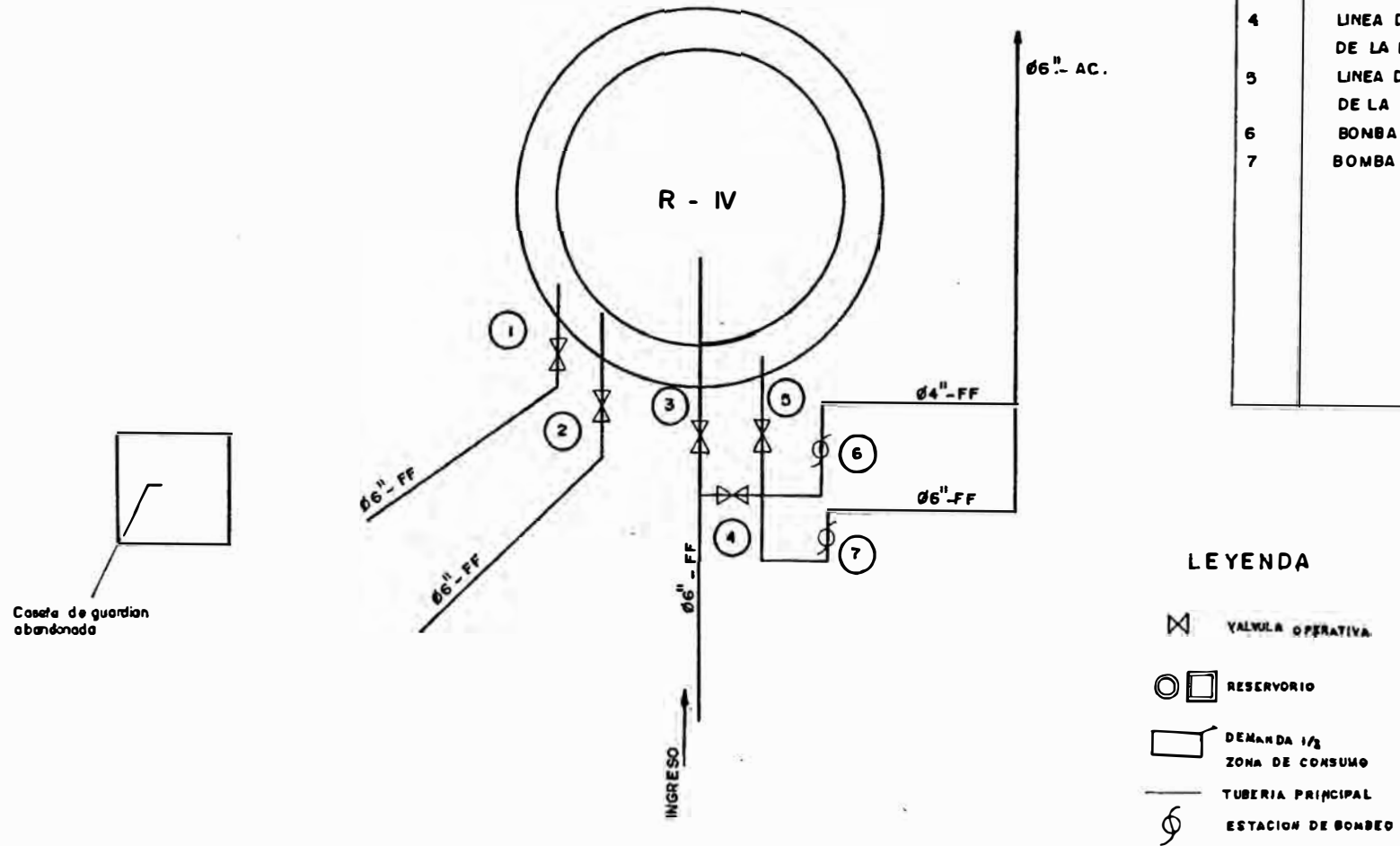
Cuenta con un sistema de rebose y limpieza, y funciona adecuadamente.

#### F. RESERVIORIOS RVI

Estos se encuentran en buen estado, interconectándose entre ellos.






FIG. Nº 3.04

ESQUEMA DE TUBERIAS  
DEL RESERVORIO RIV



VALV	SECTOR ABASTECIDO
1	REBOSE Y LIMPIEZA
2	ESPERANZA ALTA SAN PEDRO BAJO 2 DE JUNIO (Parte Alta)
3	LINEA DE LLEGADA DEL RII A
4	LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA #6
5	LINEA DE SUCCION DE LA BOMBA #7
6	BOMBA AL RV
7	BOMBA AL RV

LEYENDA

-  VALVULA OPERATIVA
-  RESERVORIO
-  DEMANDA 1/2  
ZONA DE CONSUMO
-  TUBERIA PRINCIPAL
-  ESTACION DE BOMBEO

Es abastecido a través de la Línea de Conducción de  $\phi$  18" de A.C. que viene de la Planta de Tratamiento, ingresando por el fondo de cada Reservoirio (dos).

Se encarga del abastecimiento de los sectores 7 y 8 de la ciudad, aperturándose las válvulas desde la hora en que llenan los reservoirios ( 4.00 A.M. aprox.), hasta las 10:00 p.m., hora en que se cierran las válvulas hasta el día siguiente.

Cuentan con sistemas de rebose y limpieza, los mismos que descargan aún mismo buzón, tal como se muestra en la figura Nº 3.05

### **3.5 LÍNEAS DE ADUCCIÓN**

De cada Reservoirio existen una o más líneas de Aducción que se encargan del abastecimiento a los diferentes sectores de la ciudad.

En el Cuadro Nº 3.04 se indica las longitudes, diámetros y zonas de abastecimiento de cada una de las líneas de Aducción.

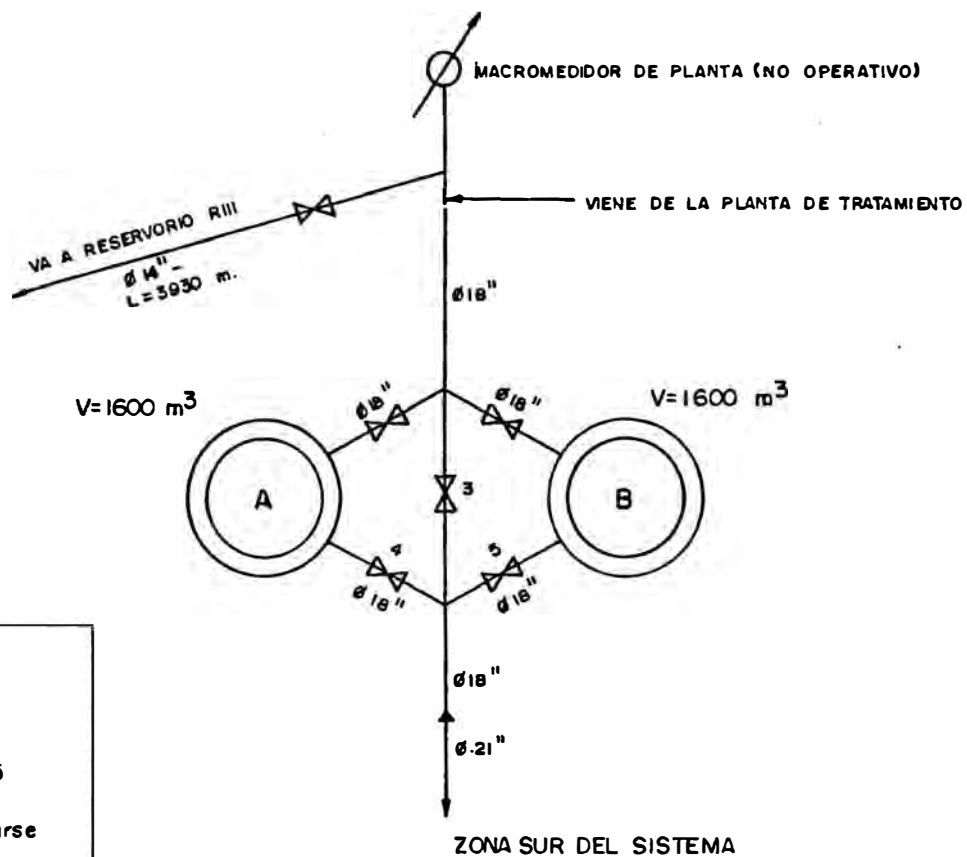
La zona del Reservoirio R-V, abastece al sector más alto de la ciudad, desde la elevación 142 hasta 80 m.s.n.m. la tubería principal es  $\phi$  6" A.C., con una longitud aproximada de 124 m. El sector abastecido es San Pedro y Esperanza Alta; la zona del reservoirio RIV abarca el sector medio alto de la ciudad, desde la elevación 80 hasta los 40 m.n.s.m. la tubería principal es de A.C. de  $\phi$  6" y 114 m de longitud. abastece a San Pedro, 2 de Junio (Parte Alta).

La zona de los Reservoirios R-II y R-I. Estos almacenamientos a pesar de contar con diferentes elevaciones, constituyen una sola zona, desde que las



FIG Nº 3.05

ESQUEMA DE TUBERIAS  
DE LOS RESERVORIOS RVI-A, RVI-B  
O RESERVORIOS GEMELOS



**SECUENCIA DE ABRIR  
Y CERRAR VALVULAS**

10 pm. Cierre de 3, 4 y 5  
 3 am. Abre 3  
 5 am. Abre 4 hasta vaciarse  
 1/4 tanque.  
 10 am. (1) Abre 5 hasta vaciarse  
 hasta las 10 pm.  
 3 pm. Abre 4 hasta las 10 pm.

(1) Hora aproximada

**LEYENDA**

- RESERVORIO
- DEMANDA 1/6  
ZONA DE CONSUMO
- TUBERIA PRINCIPAL
- VALVULA OPERATIVO
- MACROMEDIDOR

redes de distribución, se encuentran unidas en las redes secundarias, tal como se presenta en la figura Nº 3.01.

De los reservorios R-II, se abastecen en forma independiente a los sectores de: Santa Cruz, Esperanza Baja, así como el sector constituido por: Laderas, Los Pinos y 2 de Junio (parte baja). Las tuberías de Aducción para estos sectores son de P.V.C. y A.C. cuyas longitudes son de: 120, 310 y 440, respectivamente. La tubería principal que sale de los tanques RII, tiene una longitud de 4280 metros, en diámetros que varían desde las 29" hasta las 8". Esta tubería va distribuyendo el agua hasta los sectores centrales de Chimbote, tal como se parecía en la figura 3.01 y se resume en el cuadro 3.04

Del Reservorio RI sale una tubería de distribución de 8" AC, que supe de agua dos sectores que se encuentran en el parte central de la ciudad, pero cuyas redes están interconectadas con las tuberías principales de los reservorios RII, constituyéndose prácticamente en una sola zona de presión. Esta situación hace que en horas de la tarde, cuando la presión del sistema aumenta, se cierre la salida del tanque RI se abre una válvula instalada en una tubería "by pass", que se interconecta con las salidas de los tanques RII y RI. Veáse figura 3.02

La zona de consumo (de los tanques RI y RII) abarca desde los sectores del casco urbano hasta los sectores de Miramar, Alto Perú y parte de Miraflores, abastecidos por las tuberías principales que provienen de los tanques RII con tubería mayormente de 16", 14" y 12".

Esta gran zona de consumo está separada con respecto a la zona que abastece los reservorio RIII mediante válvulas de compuerta cerradas, tal como se muestra en las figuras 3.01 y 3.03



CUADRO N° 3.04

**TUBERIAS PRINCIPALES DE ADUCCION Y SUS SECTORES DE CONSUMO**

ZONA DE CONSUMO	RESERVOIRIO QUE ABASTECE	DIAMETRO	MATERIAL	LONGITUD m	COTAS m s. n. m.
<b>ZONA IV (CENTRAL)</b>	R III A-B	16"	A.C.	2000	CF=45 m.
SAN JUAN	R III A-B	8"	A.C.	2000	
MIRAFLORES ALTO	R III A-B				
2da Zona MIRAFLORES	R III A-B	12"	A.C.	1020	
15 DE ABRIL	R III A-B				
TRAPECIO	R III A-B				
SEÑOR DE LOS MILAGROS	R III A-B				
FLORIDA ALTA	R III A-B				
LA LIBERTAD	R III A-B				
PPAO	R III A-B				
3 DE OCTUBRE	R III A-B				
1ro DE MAYO	R III A-B				
VILLA MARIA	R III A-B				
LAS BRIGAS	R III A-B				
<b>ZONA V (SUR)</b>	RVI	21"	A.C.		CF=70 m.
ENACE	RVI	12"	A.C.		
SAN DIEGO	RVI	8"	A.C.		
BELLAMAR	RVI				
DAVID DASSO	RVI				
SAN LUIS	RVI				
ZONAS (1A - 1B)	RVI				
ZONAS (2A - 2B)	RVI				
ZONAS 3A, 3B, 3C, 3D	RVI				
ZONAS 4A - 4B	RVI				
ZONAS 5A, 5B, 5C, 5D	RVI				
URB. LAS CASUARINAS	RVI				
BUENOS AIRES 1ra y 2da ZONA	RVI				
URB. MIGUEL GRAU	RVI				
ZONA SEMIRUSTICA	RVI				
ZONA INDUSTRIAL	RVI				
GARATEA	RVI				
AGRUP. MARISCAL LUZURIAGA	RVI				

La zona IV de los reservorios RIII, comprende los sectores desde Miraflores (parte baja) hasta las urbanizaciones de 15 de Abril, Trapecio y el PPAO y otros sectores sobre la margen izquierda del río Lacramarca. De estos tanques salen cuatro tuberías que luego se reúnen en tres, véase figura 3.01, abasteciendo a los sectores de la siguiente forma: tubería de 16" A.C. que abastece a los sectores de Miraflores y otros, tubería de 8" A.C. que supe de agua a los sectores de 15 de Abril, Trapecio y los sectores bajos de esta zona central.

La tercera tubería de 12" A.C. abastece los sectores del PPAO y las partes bajas después del puente del río Lacramarca. Es de mencionar que estas dos grandes zonas de consumo, zonas III y IV, no obstante estar separadas por válvulas cerradas en las tuberías principales, existen tuberías menores que los interconectan; que no afectan las condiciones de servicio, dado que los problemas de desabastecimiento que se tiene en la actualidad en ambas zonas son de las mismas características, así como la cota de los reservorios es muy similar.

La última zona de consumo (V) esta definida como Nuevo Chimbote y se abastece de los Reservorios RVI (Gemelos), cuya agua procede de la planta de tratamiento.

La tubería principal de esta zona está conformada por una línea de 29" y 12" de A.C., abasteciendo las zona de Bella Mar, Piletas Garatea, David Dasso, y sectores 7 y 8 Esta zona de consumo, en la que mejor se encuentra desde el punto de vista de abastecimiento, ya existe sectores que poseen las 24 horas de servicio.

### 3.6 RED DE DISTRIBUCION

En el cuadro 3.05 se presenta un resumen de la red principal y una estimación de la red secundaria de aproximadamente 400 km, con diámetros que van desde los  $\phi$  3" hasta los  $\phi$  29". Es de subrayar, que el personal de Control Operacional ha realizado un enorme esfuerzo para obtener un catastro confiable del 65% de las válvulas y de un 30 % de las tuberías. Aún persiste información verbal, a través de los fontaneros que tienen varios años de trabajar en el sistema que todavía no se ha verificado ni puesto en planos de catastro. en el cuadro 3.05 se presenta un resumen de las tuberías que comprende la red, aclarando que sus longitudes en algunos casos son aproximados especialmente en sus tuberías de relleno.

En la actualidad el suministro de agua se lleva a cabo por horarios de consumo, de los Reservorios principalmente, en cada una de las zonas descritas. El horario de suministro que se lleva a cabo se resume en el cuadro 3.06, observándose que los sectores más perjudicados en la actualidad son los de las zonas altas, y los más favorecidos son los que abastecen a los Reservorios de RVI (Gemelos). Dentro de la red de distribución únicamente en los sectores de PPAO, 9 de Octubre y Villa María, se realiza el abastecimiento por subsectores, mediante el cierre completo de válvulas de compuerta. En la zona de los tanques Gemelos (RVI) por los problemas de capacidad que presenta la línea de aducción de 12" mencionada anteriormente, el suministro tiene que realizarse por sectores, especialmente en las horas de máximo consumo.

Resumiremos que el promedio de abastecimiento diario es de 7 horas, cubriéndose a una población aproximada del 71% con respecto al total.

CUADRO N° 3.05

METRADO DE TUBERIA - RED DE DISTRIBUCION

MATERIAL	LONGITUD TUBERIA (ML)									
	2"	3"	4"	6"	8"	10"	12"	14"	16"	20"
F.F.*	-	-	1810	2910	8230	-	-	-	-	-
CONCRETO HUME	-	-	-	-	1730	-	-	-	-	-
A.C.	1200	11000	300000	12000	21360	3040	5560	6370	7920	520
P.V.C.	1000	-	5000	-	700	-	-	-	-	-
TOTAL	2200	11000	306810	14910	32020	3040	5560	6370	7920	520

LONGITUD TOTAL : 390350

\* LONGITUDES APROXIMADAS

Existen muchos sectores (4, 5 y 6 y parte del 1) en donde las presiones son muy pequeñas, lo que hace que existan frecuentes reclamos por parte de los usuarios.





CUADRO N° 3.06

HORARIOS DE SUMINISTRO POR SECTORES

ZONA DE CONSUMO	RESERVOIRIO QUE ABASTECE	NUMERO USUARIOS	HORARIO DE SUMINISTRO	
			MANANA	TARDE
<b>ZONA IV (CENTRAL)</b>				
SAN JUAN	R III A-B	9505	5 AM - 9 AM	3 PM - 5.3 PM
MIRAFLORES ALTO	R III A-B		5 AM - 9 AM	3 PM - 5.3 PM
2da Zona	R III A-B		5 AM - 9 AM	3 PM - 5.3 PM
15 DE ABRIL	R III A-B		5 AM - 9 AM	3 PM - 5.3 PM
TRAPECIO	R III A-B		5 AM - 9 AM	3 PM - 5.3 PM
SEÑOR DE LOS MILAGROS	R III A-B		5 AM - 9 AM	3 PM - 5.3 PM
FLORIDA ALTA	R III A-B		5 AM - 9 AM	3 PM - 5.3 PM
LA LIBERTAD	R III A-B		5 AM - 9 AM	3 PM - 5.3 PM
PPAO	R III A-B		5 AM - 9 AM	
3 DE OCTUBRE	R III A-B		5 AM - 9 AM	
1ro DE MAYO	R III A-B			1 PM - 6 PM
VILLA MARIA	R III A-B		9 AM - 1 PM	
LAS BRISAS	R III A-B			2 PM - 6 PM
<b>ZONA V (SUR)</b>				
ENACE	RVI	7600	5 AM - 12 M	12 M - 10 PM
SAN DIEGO	RVI		5 AM - 12 M	12 M - 10 PM
BELLAMAR	RVI		5 AM - 12 M	12 M - 10 PM
DAVID DASSO	RVI			12 M - 4 PM
SAN LUIS	RVI		5 AM - 9 AM	
ZONAS (1A - 1B)	RVI		5 AM - 9 AM	4 PM - 6 PM
ZONAS (2A - 2B)	RVI		5 AM - 9 AM	4 PM - 7 PM
ZONAS 3A, 3B, 3C, 3D	RVI		5 AM - 9 AM	4 PM - 6 PM
ZONAS 4A - 4B	RVI			9 PM - 3 PM
ZONAS 5A, 5B, 5C, 5D	RVI			9 PM - 3 PM
URB. LAS CASUARINAS	RVI		5 AM - 12 M	
BUENOS AIRES 1ra y 2da ZONA	RVI		5 AM - 12 M	12 M - 11 PM
URB. MIGUEL GRAU	RVI		5 AM - 12 M	12 M - 11 PM
ZONA SEMIRUSTICA	RVI		5 AM - 12 M	12 M - 11 PM
BUENOS AIRES	RVI		5 AM - 12 M	12 M - 11 PM
ZONA INDUSTRIAL	RVI		5 AM - 12 M	12 M - 11 PM
BUENOS AIRES	RVI		5 AM - 12 M	12 M - 11 PM
GARATEA	RVI		5 AM - 12 M	12 M - 11 PM
AGRUP. MARISCAL LUZURIAGA	RVI		5 AM - 12 M	12 M - 11 PM
<b>TOTALES</b>			<b>38578</b>	

NOTA: LA DOTACION PROMEDIO ES SEGUN NUMERO DE USUARIOS CON 5 PERSONAS POR CONEXION

## CAPITULO IV

### EVALUACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

#### 4.1 SISTEMA DE PRODUCCION

##### 4.1.1 Recursos Hidricos

Las fuentes de agua de origen subterráneo son captadas por medio de 15 pozos, cuya producción es de 520 l/s. A continuación se presenta la descripción detallada de las características hidrogeológicas del acuífero y del estado actual de los pozos, indicándose los problemas más relevantes que se presentan y el estado actual de los equipos electromecánicos instalados en cada uno de ellos.

Las características de la otra fuente, el río Santa, son adecuadas para el tipo de tratamiento actual, cuyas características principales se explican en la siguiente sección.

##### 4.1.1.1 Aguas Subterráneas

En el sistema operan al presente 15 pozos. La mayoría de los pozos se encuentran en las partes NE de la ciudad y algunos afuera de la ciudad, que penetran en el acuífero aluvional que ocupa el valle de Chimbote desde el mar hacia tierra adentro al Noreste.

El bombeo total llega a 16 MCM/año (fuente: SEDA-CHIMBOTE véase cuadro 4.01). La observación de los pozos permite extraer las siguientes conclusiones:

\* En todos los pozos se observa un

descenso de los caudales, desde su inicio hasta la fecha.

\* Paralelo con el descenso de los caudales se aprecia descenso en los niveles estáticos.

\* Independientemente del descenso de los caudales, se observa un significativo ascenso en los niveles dinámicos.

El pequeño descenso en los niveles estáticos, atribuido a la densidad de la distribución de los pozos, no puede ser la causa del fuerte descenso en los caudales. Por otro lado, el ascenso de los niveles dinámicos indica claramente que el descenso en los caudales es causado por factores mecánicos y no por causas hidrogeológicas.

El arenamiento apreciable de todos los pozos (cuadro 4.01) obstruye parte de los filtros por lo que llega menos agua al pozo, disminuyendo su caudal. Además, el daño causado por la arena es otro factor del descenso del caudal.

La concentración de los cloruros en los pozos (cuadro 4.01) es relativamente elevada variando entre un mínimo de 250 mg/l a un máximo de 710 mg/l. La concentración sube desde el NE (tierra adentro) hacia el SO (hacia el mar). Los valores relativamente altos son en el resultado del gran flujo de retorno de

riego, que ocasionan niveles someros de agua, con el consiguiente incremento en la evapotranspiración y ascenso de la salinidad.

En cuanto a las instalaciones Electromecánicas podemos indicar:

Todas las bombas existentes son de fabricación local (Hidrostral-BJ), cuentan con sistemas de lubricación por aceite. Con respecto al rendimiento la mayoría de los equipos trabajan en un punto de operación diferente al determinado por el fabricante (evaluación efectuada por SEDACHIMBOTE), este parámetro debe ser considerado para mejorar la eficiencia del sistema de bombeo y lograr así una mejora del sistema; no solo desde el punto de vista técnico sino económico.

Tres de los 15 pozos son activados por motores Diesel, los doce restantes son activados por motores eléctricos de 440 voltios; la energía eléctrica se toma de las redes locales de Hidrandina S.A.

Todos los pozos cuentan con un esquema eléctrico estándar consistente en una acometida de 13.2 Kv de las redes de Hidrandina S.A. con Sub-Estaciones propias del equipo convencional (mayoría de ellas es biposte aéreo), tablero de control y arranque por un Sistema Estrella-Triángulo. En general el estado del equipamiento eléctrico en las instalaciones no cumple

con los requisitos de seguridad para operación y maniobra según disposiciones vigentes, por ejemplo:

- Cables sueltos y no protegidos
- Sub-Estaciones sin puertas
- Instrumentos de control y medición en gran parte averiados o no calibrados
- Falta de protecciones eléctricas: fusibles, relés de sobrecarga, etc.
- Los tableros en general están abandonados y necesitan un mantenimiento integral
- Falta de alumbrado en las casetas y patios.

Los pozos son operados en forma manual, contando con el personal permanente 24 horas al día. En relación a la instalación de tuberías debemos indicar que algunos pozos no cuentan con medidores de caudal, ni tampoco con medidores de presión, en otros casos dichos instrumentos están descalibrados por lo que el personal para la toma de datos la ejecuta con mayor dificultad.

En general las casetas se encuentran en un estado no adecuado de conservación, pero a pesar de lo indicado, el equipamiento está funcionando.

CUADRO N° 4.01

DATOS HIDROGEOLOGICOS DE LOS POZOS DE CHIMBOTE

POZO	AÑO DE PERFORAC	PROFUNDIDAD m		ÁREA MIENTO	PROFUND. NIVEL ESTAL m		PROFUND. NIVEL DINAM m		CARGAL m³/m²		ABATAMIENTO m		CAUDAL ESPECIF m³/m		BOMBEO ANUAL m³/1000m²	CLORURO mg/l
		INICIAL	PRESENTE		INICIAL	PRESENTE	INICIAL	PRESENTE	INICIAL	PRESENTE	INICIAL	PRESENTE	INICIAL	PRESENTE		
3A	1979	40	38	2	2.9	4.25	35	24.4	216	108	32.1	20.12	6.7	5.4	0.85	276
4	1970	50	37	13	3.2	4.13	16.8	12	252	209		7.87		26.5	1.38	260
5	1969	45	38	7		4.65		18		158		13.35		11.8	1.43	370
7	1987	58	46	12	5.2	5.43	22.4	16	292	179	18.2	9.57	16	18.7	1.38	288
8	1972	68	38	30	3.4	4.65	15	18	120	122	11.6	13.35	15.6	9.4	0.92	290
10	1977	70	45	25	4.7	6.3	21.6	24	144	124					0.97	377
11	1977	65	40	25	6.1	6.4	18	15	144	108					0.84	247
12	1973	70	39	31	3.6	4.65	29.3	14.26	178	65	35.2	9.41	5	6.9	0.93	355
13	1973	70	64	6	3.05	6.76	28.81	10	198	122	25.76	3.24	7.7	37.6	1.14	285
14	1987	67	38	29	4.86		38.66	24	184	108					0.84	550
15	1971	60	50	10	3.6	6.3	8.6	15.85	216	205	4.9	5.55	44.1	21.5	1.27	311
16	1971	80	55	5	2.6	3.2	32	18.35	173	90	29.4	15.5	5.9	5.3	0.69	292
17	1972	70	68	2	2.6	5	48.94	24	151	124	46.44	19	3.2	6.5	1.03	313
18	1987	60	54	6	3.95	4.2	13.5	15	263	173	11.46	10.8	22.9	16	1.15	640
19	1987	60	59	8	1.53	4.1	21.2	29	287	187	19.67	15.9	14.6	11.8	1.3	710
TOTAL															18	

23

#### 4.1.1.2 Hidrogeología de Aguas Superficiales

##### a) Generalidades

La ciudad de Chimbote recibe agua potable no sólo de perforaciones sino también del canal Carlos Leigh, que es uno de los canales principales de irrigación de la región. En la actualidad, la cantidad de agua abastecida a la ciudad de esta fuente asciende a 200 l/seg.

##### b) Flujos Mensuales del Río Santa

El río Santa es uno de los pocos ríos en Perú que fluyen hacia el Océano Pacífico y llevan caudal todo el año. Ello se debe a que drena la región de la montaña alta, cuyas cúspides están cubiertas de nieve durante todo el año.

En la estación lluviosa, durante los meses diciembre-marzo, los flujos son torrenciales y las aguas arrastran grandes cantidades de sedimento. Las cantidades de sedimentos son menores durante el período de deshielo de la nieve, en la estación seca. Durante el viaje de reconocimiento a la zona de Huaráz realizado el día 16.02.96, durante el período más intenso de la estación lluviosa, se observó el flujo del río santa antes y después de llover, y se comprobó que era limpio antes de la tormenta pero luego ésta arrastraba grandes cantidades de sedimentos.

En el área de drenaje de la cuenca del Río Santa existen varias estaciones



hidrométricas en las que se miden los flujos en forma consecutiva a lo largo de muchos años. La estación hidrométrica relevante para el presente estudio hidrológico es la de Condorcerro. Esta estación abarca un área de drenaje de alrededor de 10,400 Km<sup>2</sup>, cuya mayor parte se halla ubicada a una altura superior a los 2,000 m.s.n.m. La estación es operada por Electro-Perú y se encuentra en la latitud 8°39' y longitud 78°15'. El nivel topográfico de la estación es 450 m.s.n.m., aguas abajo de la planta de electricidad. Todas las desviaciones a las zonas de irrigación hacia el norte y el sur del Río Santa ( los proyectos especiales Chincas Sur y Chavimochic Norte), están ubicadas aguas abajo de dicha estación.

El cuadro Nº 4.02 presenta un resumen de los flujos mensuales en el Condorcerro por el período 1956-1995 (40 años). el promedio de flujo en la estación durante el período señalado, llega a un orden de magnitud de  $4.4 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/año y el año de menos flujo (1992), el mismo que fue de  $2.0 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/año señalado, llega a un orden de magnitud de  $4.4 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/año y el año de menos flujo (1992), el mismo que fue de  $2.0 \times 10^9$  m<sup>3</sup>/año. Los meses de menores flujos van de julio a setiembre y el mes de flujo mínimo registrado en el período mencionado, fue julio de 1992, con 30.5 m<sup>3</sup>/seg. El mes de agosto registra el promedio mínimo: 46 m<sup>3</sup>/seg.

CUADRO N° 4.02

Estación : Condorcerto

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AUG	SET	OCT	NOV	DIC	Mensual
1956	166.12	216.11	356.27	366.02	105.68	64.39	45.17	45.89	46.05	71.51	66.87	74.62	4267.37
1957	116.7	139.54	295.32	538.8	135.05	95.92	59.84	53.48	62.97	86.95	66.9	119.73	4652.16
1958	136.98	195.25	289.98	239.88	80.68	58.29	47.86	48.42	76.01	95.97	108.91	124.39	3946.72
1959	132.2	137.19	336.44	252.82	83.56	61.95	48.56	50.61	50.68	91.6	95.14	191.83	4025.41
1960	194.27	243.15	318.96	314.97	117.8	68.13	49.56	48.96	48.34	61.19	97.18	102.39	4372.96
1961	233.18	197.44	390.16	313.06	114.72	82.06	42.04	39.97	55.8	61.09	166.9	268	5212.2
1962	253.58	241.34	515.44	370.23	106.29	72.56	56.26	53.9	67.71	59.68	81.4	87.4	5163.27
1963	153.96	291.65	471.65	290.62	100.77	53.49	42.3	42.02	48.79	63.55	130.15	237.5	5059.94
1964	196.47	252.72	312.22	277.68	118.79	118.79	61.56	65.41	47.68	44.35	73.94	103.64	4394.89
1965	115.43	126.65	415.48	223.6	97.23	50.23	42.13	44.83	34.17	95.04	99.02	139.99	3897.29
1966	235.32	208.38	176.72	124.52	89.98	57.39	53.54	52.04	57.34	115.66	125.78	124.4	3732.53
1967	165.49	168.32	499.4	173.27	96.04	60.46	49.75	47.53	49.31	116.63	102.37	110.08	4356.54
1968	136.71	143.39	180.28	109.03	63.14	46.61	33.23	37.39	50.32	82.44	94.76	100	2829.59
1969	111.05	137.76	212.72	216.16	100	68.58	51.74	49.53	53.21	85.85	106.32	150.21	3527.81
1970	254.79	171.61	184.54	224.46	77.51	59.45	48.1	52.77	66.25	104.42	164.89	285.66	4450.57
1971	344.96	294.38	811.19	483.22	126.06	89.69	59.74	53.35	60.95	84.59	66.87	64.8	6670.94
1972	172.49	262.41	511.84	548.07	96.54	51.74	67.83	60.17	60.55	70.78	93.52	134.58	5595.94
1973	220.6	235.85	403.18	415.39	158.92	84.48	68.97	61.3	72.04	131.7	164.83	233	6058.04
1974	298.89	224.81	412.72	253.96	99.98	76.4	57.87	52.44	68.24	98.04	229.84	431.27	6052.8
1975	228.83	235.39	377.61	324.59	97.71	71.66	52.5	51.89	66.77	95.04	160.97	276.75	5357.42
1976	232.62	304.99	352.13	166.25	73.89	63.33	48.43	43.71	46.24	68.22	75.53	85.92	4100.74
1977	159.71	424.44	297.8	186.69	93.76	68.68	52.04	53.24	53.86	66.73	113.72	127	4459.03
1978	111.81	192.81	152.44	124.32	85.03	57.77	53.43	45.4	63.55	64.78	93.34	103.76	3029.58
1979	128.86	226.86	386.26	195.24	96.44	61.64	50.42	49.55	57.59	68.66	93.77	104.39	3991.53
1980	117.39	128.93	118.26	117.67	53.66	48.26	37	38.29	67.51	102.68	128.38	221.14	3099.66
1981	159.38	477.12	394.02	177.74	86.75	66.66	54.73	47.59	44.09	89.26	171.02	195.03	5157.49
1982	175.78	316.33	190.04	192.78	97.74	65.56	48.87	43.04	48.69	107.13	181.83	257.07	4530.45
1983	338.18	202.61	386.13	330.83	153.5	89.48	63.78	53.36	53.96	70.46	94.29	176.88	5298.47
1984	137.39	711.05	599.96	346.45	171.98	93.5	58.63	45.04	45.14	106.68	78.79	141.01	6667.64
1985	142.56	158.51	172.45	174.42	83.5	46.65	35.26	34.4	52.22	53.21	63	89.88	2905.13
1986	169.67	165.61	198.15	269.23	105.86	52.48	40.77	38.22	39.74	57.01	82.96	131.62	3549.32
1987	301.59	292.59	215.41	159.07	113.71	55.17	46.3	41.37	48.88	62.4	114.26	173.58	4266.4
1988	254.42	314.4	191.03	243.25	124.02	62.16	46.13	41.38	31.38	48.48	61.81	85.66	3950.66
1989	203.24	339.42	345.22	312.69	106.01	61.29	39.88	33.78	37.45	100.53	90.54	67.33	4563.33
1990	133.24	131.26	116.6	88.7	52.02	47.96	38.8	38.36	37.77	84.72	144.04	113.1	2636.35
1991	120.5	143.84	357.97	134.75	89.98	49.22	38.81	38.56	39.34	54.2	61.61	78.1	3169.94
1992	91.17	76.16	116.6	108.77	59.13	38.16	30.54	38.56	37.77	48.15	54.1	60.06	1933.48
1993	96.39	317.74	867.64	253.54	169.15	61.64	44.09	38.74	56.84	96.22	191.99	276.92	6489.7
1994	368.2	471.44	390.87	262.42	46.03	41.42	47.85	40.63	46.17	44.3	70.27	104.14	5081.71
1995	145.03	160.43	228.18	229.1	73.93	46.71	40.09	41.09	42.91	47.32	94.79	114.4	3333.25
PROM	186.9	243.5	338.73	253.36	100.19	64.26	48.96	46.43	52.36	78.93	103.91	152.38	4393.96
STDV	71.13	118.34	166.24	110.86	29	15.54	9.01	7.35	10.84	22.38	41.41	79.68	1104.38
Minimo	91.17	76.16	116.6	88.7	46.03	38.16	30.54	33.78	31.38	44.3	54.1	60.06	1933.48

41

Fuente: PROYECTO ESPECIAL CHAVIMOCHIC

El cuadro Nº 4.03 presenta datos de la distribución mensual de los flujos en un año promedio y en un año en el cual la probabilidad de un flujo es de 75% o más (según distribución estadística Gumbel).

El volumen anual del flujo en 1992 fue de  $3,636 \times 10^9$  m<sup>3</sup> y la distribución mensual en dichos años fue determinada de acuerdo al carácter de la distribución de los flujos del año 1986, que tuvo un flujo anual de  $3,544 \times 10^9$  m<sup>3</sup>, siguiendo las metodologías aceptadas, dichos valores mensuales fueron multiplicados por el coeficiente de relación de los mencionados flujos anuales:  $3,636/3,544 = 1.026$

#### 4.1.2 Toma y Conducción

La captación se halla ubicada en la cota 225 m.s.n.m., y se realiza en forma rudimentaria mediante un desvío del río en su margen izquierda, por medio de un canal excavado con maquinaria pesada, presentándose problemas durante las avenidas. En el marco del proyecto de ampliación del sistema de riego de IRCHIM se está construyendo una nueva bocatoma cuyo diseño es de unos 35 m<sup>3</sup>/seg. La misma consiste en una presa de derivación a lo ancho del río, que conduce el agua hasta un desarenador existente, que se está modificando para adecuar a los nuevos caudales. La construcción concluirá en los próximos meses. Como parte del proyecto, se contempla la ampliación de los canales principales de conducción, el canal IRCHIM y el canal Carlos Leigh, de 50 y 30 Km, respectivamente. Este último canal quedó habilitado

para conducir un caudal de 3.6 m<sup>3</sup>/seg, disponiéndose para SEDACHIMBOTE hasta 700 l/seg como concesión de agua.

Al final del Canal Carlos Leigh, el agua que se suministra para la ciudad de Chimbote. el mismo ingresa a lagunas de 70,000 m<sup>3</sup> de capacidad total. En la figura Nº 4.01 se muestra el esquema del sistema de conducción, incluida la planta de tratamiento. En total hay tres lagunas desde ellas, por medio de tuberías de A.C., el agua de conduce a la planta. Como parte de los proyectos de SEDACHIMBOTE se tiene previsto instalar una nueva tubería a los efectos de flexibilizar la de conducción en casos de emergencia o de mayor disponibilidad de agua.

CUADRO N° 4.03

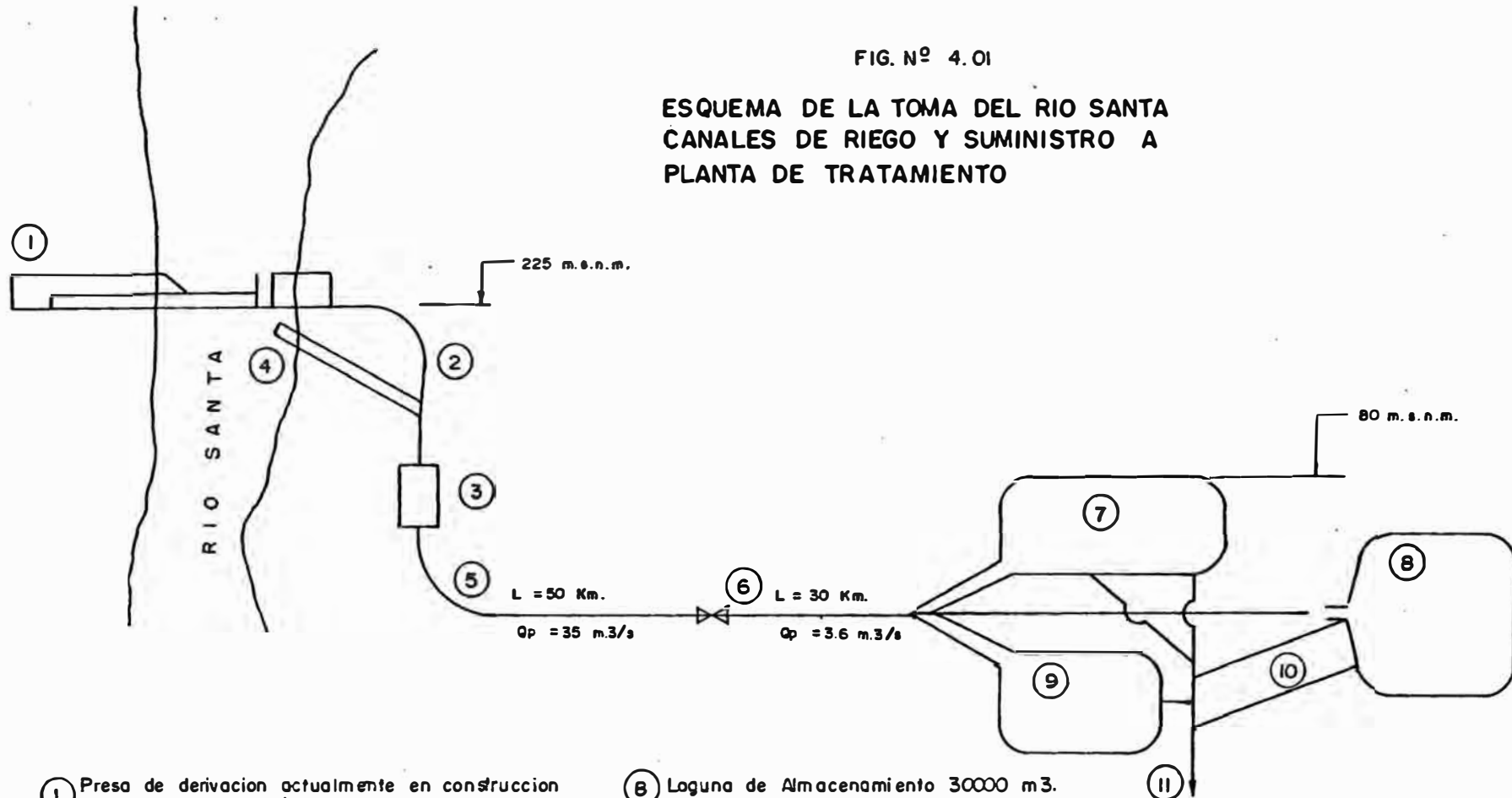
**CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y DISPONIBILIDAD  
DE AGUA DEL RIO SANTA**

MES	Q 75% *		Descarga	Volumen
	m <sup>3</sup> /s	Volumen MMC	Media Mensual m <sup>3</sup> /s	Media Mensual MMC
ENERO	174.1		186.9	500.6
FEBRERO	169.9		243.5	589.1
MARZO	203.3		338.7	907.3
ABRIL	276.2		253.4	656.7
MAYO	108.6		100.2	268.3
JUNIO	53.8		64.3	166.5
JULIO	41.8		48.9	130.9
AGOSTO	39.2		46.4	124.3
SETIEMBRE	40.8		52.4	135.7
OCTUBRE	58.5		78.9	211.4
NOVIEMBRE	85.1		108.9	282.3
DICIEMBRE	135.0		152.4	408.1
<b>ANUAL</b>		<b>3636.00</b>		<b>4399.0</b>

\* SEGUN DISTRIBUCION DE GUMBEL

FIG. N° 4.01

ESQUEMA DE LA TOMA DEL RIO SANTA  
CANALES DE RIEGO Y SUMINISTRO A  
PLANTA DE TRATAMIENTO



- ① Presa de derivacion actualmente en construccion  
Caudal  $Q = 500 \text{ m}^3/\text{s}$
- ② Canal de conduccion presa- desarenador
- ③ Desarenador en remodelacion
- ④ Captacion rustica Actual
- ⑤ Canal IRCHIM
- ⑥ Canal de Carlos Leigh
- ⑦ Laguna de Almacenamiento 25000 m<sup>3</sup>.

- ⑧ Laguna de Almacenamiento 30000 m<sup>3</sup>.
- ⑨ Laguna de Almacenamiento 15000 m<sup>3</sup>
- ⑩ Tuberias de  $\phi 10''$  de AC. Conduccion a  
tuberia  $\phi 14''$  AC. a la Planta de Tratamiento
- ⑪ Tuberia Conduccion  $\phi 14''$  de AC.  
al ingreso de la Planta de Tratamiento

## 4.2 CALIDAD DEL AGUA Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO

En esta sección se presenta un análisis de la calidad del agua, tanto en su condición cruda como tratada, así como una evaluación de los sistemas de tratamiento existentes.

### 4.2.1 Aguas Superficiales

#### 4.2.1.1 Calidad del Agua Cruda

Los resultados disponibles referentes a la calidad del agua en la región del canal Madre Moche Chicama de la Junta de Usuarios de IRCHIM, se presentan en el cuadro Nº 4.04 a continuación.

Cuadro Nº 4.04

#### Características Físico - Químicas del Agua del Río Santa

PARAMETRO	UNIDAD	FECHA DE LA DETERMINACION		
		18.09.95	13.10.95	04.11.95
Conductividad	µS/cm	380	367	316
pH	unidades	7.16	7.0	7.82
Turbiedad	NTU	26.00	51.00	461.00
Sulfatos	mg/lt	75.00	75.00	75.0
Sólidos Disueltos	mg/lt	187.2	184.6	158.7

Fuente: Ministerio de Agricultura

En el cuadro Nº 4.05 se presentan datos diferentes a la calidad del agua en la entrada de la Planta de Tratamiento.

**Cuadro Nº 4.05**

**Características Físico-Químicas del Agua Cruda  
(entrada de la Planta)**

**Año 1993**

PARAMETRO	UNIDADES DE MEDIDA	ESTACION DEL AÑO	
		DE LLUVIA	SECA
Turbiedad	NTU	70	37
pH	unidades	7.3	7.4
Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> /lt	60	64
Cloruros	mg/lt	30	31
Temperatura	°C	22	23

Fuente: SEDA-CHIMBOTE

**Año 1994**

PARAMETRO	UNIDADES DE MEDIDA	ESTACION DEL AÑO	
		DE LLUVIA	SECA
Turbiedad	NTU	74	42
pH	unidades	7.13	7.19
Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> /lt	59	63
Cloruros	mg/lt	28	30
Temperatura	°C	22	23

Fuente: SEDA-CHIMBOTE



Año 1995

PARAMETRO	UNIDADES DE MEDIDA	ESTACION DEL AÑO	
		DE LLUVIA	SECA
Turbiedad	NTU	81	40
pH	unidades	7.3	7.4
Alcalinidad	mg CaCO <sub>3</sub> /lt	61	62
Cloruros	mg/lt	26	31
Temperatura	°C	22	23

Fuente: SEDA-CHIMBOTE

El cuadro Nº 4.06 se resume algunos parámetros químicos de importancia de la planta de tratamiento en su entrada.

CUADRO Nº 4.06

**Características Físico-Químicas del Agua en la Entrada de la Planta de Tratamiento**

PARAMETROS	UNIDADES
pH promedio	7.18
pH máximo	8.2
pH mínimo	7.01
Alcalinidad (mg/lt) promedio	65
Alcalinidad (mg/lt) máximo	73
Alcalinidad (mg/lt) mínimo	57
Dureza (mg/lt CaCO <sub>3</sub> ) promedio	102
Dureza (mg/lt CaCO <sub>3</sub> ) máximo	118
Dureza (mg/lt CaCO <sub>3</sub> ) mínimo	87
Turbidez (NTU) promedio	35
Turbidez (NTU) máximo	350
Turbidez (NTU) mínimo	20
Cloruros (mg/lt) promedio	30
Cloruros (mg/lt) máximo	36
Cloruros (mg/lt) mínimo	24
Sólidos disueltos (mg/lt) promedio	203
Sólidos disueltos (mg/lt) máximo	250
Sólidos disueltos (mg/lt) mínimo	156

Fuente: SEDA - CHIMBOTE

La concentración de coliformes totales en el agua cruda varía entre 1.500 y 3.000 (NPM)/100 ml. (NMP: número más probable).

• Interpretación de los Resultados

A continuación, se presentan comentarios e interpretaciones sobre la calidad física y química del agua cruda.

\* No existe información sobre contaminantes pertenecientes a la categoría MCL (Maximum Contaminants Levels: niveles máximos de contaminante) salvo coliformes totales y turbidez.

\* El olor y sabor del agua no son objetables.

\* La turbidez se debe al material en suspensión, que en su mayor parte se halla constituido por sustancias inorgánicas como limo y arcilla.

\* El valor promedio de la alcalinidad (65 mg CaCO<sub>3</sub>/lt) corresponde al valor recomendado para aguas suministradas a través de sistemas de distribución (30 a 100 mg CaCO<sub>3</sub>/lt) que no causan corrosión de nivel significativo.

\* Dureza (promedio de 102 mg CaCO<sub>3</sub>/lt): los valores obtenidos se encuentran en el rango de aceptabilidad de 80 a 100 mg CaCO<sub>3</sub>/lt (moderadamente dura) de acuerdo a clasificación de la Organización Mundial de la Salud, OMS.

\* Corrosión y estabilidad del agua. En este caso particular, los resultados no son interpretables en su totalidad por la falta de ciertos análisis químicos, especialmente los referentes a contenido

de oxígeno.

Con base en la composición promedio de:

- \* Dureza 102 mg CaCO<sub>3</sub>/lt
- \* Alcalinidad 65 mg CaCO<sub>3</sub>/lt
- \* Sólidos disueltos totales 203 mg/lt
- \* pH 7.2

La concentración resultante es de 9 mg CO<sub>2</sub> libre/lt. El valor de saturación del pH se encuentra entre 7.8 y 7.9, por lo que el valor del índice de Langelier es el siguiente:

$$I = \text{pH}_r - \text{pH}_s = 7.2 - 7.85 = - 0.65$$

Donde:

I es el índice de Langelier

pH<sub>r</sub> es el valor real de pH

pH<sub>s</sub> es el valor de saturación del pH

Los valores negativos indican que el agua se encuentra por debajo del nivel de la saturación del carbonato de calcio y que tenderá a disolver el carbonato de calcio existente, que no será depositado sobre las superficies metálicas con las que se encuentra en contacto directo (agua corrosiva). Agregando alúmina a modo de coagulante, se producirá un exceso de CO<sub>2</sub>. Por otra parte, la disolución continua del revestimiento protector de carbonato de calcio en las áreas más allá de la planta de tratamiento y la neutralización y la disipación del CO<sub>2</sub> a lo largo de la red, explica perfectamente los atoros de la red en las

proximidades de los reservorios y los consumidores.

De acuerdo a estos resultados, el objetivo del tratamiento del agua deberá ser alcanzar un valor mínimo positivo del índice Langelier.

\* **Turbidez.** El agua contiene más de 20 pero menos de 1,000 unidades NTU. En consecuencia, el proceso de tratamiento debería ser (y es) de carácter químico: adición de productos químicos, mezclado y coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección mediante post-clorinación.

De acuerdo a diferentes normas de calidad de agua, del punto de vista de la turbidez, el agua pertenece al grupo de moderadamente turbias.

\* **Sulfatos.** No existen suficientes resultados analíticos concernientes a la concentración de sulfato en el agua cruda, que aparentemente es de 60 a 80 mg  $SO_4$ /lt. Se trata de un valor razonable y que se refiere a un agua que no tiene efectos laxativos y que tampoco causa reducción biológica en el curso del tratamiento de las aguas servidas.

\* **Cloruros.** Careciendo de resultados analíticos completos, aparentemente pueden considerarse los cloruros en combinación con el sodio, y de una manera menor, con el calcio y el magnesio. El valor de 20 a 30 mg/lt se encuentra lo suficientemente lejos de límite de los 250 mg/lt.

\* **Conductividad.** El valor de conductividad podría servir para verificar el valor de los sólidos disueltos totales. Para la mayor parte de las

aguas, el factor 0.55-0.70 multiplicado por la conductividad ofrece una aproximación del valor de los sólidos disueltos, referentes al lapsos definidos de tiempo, constituyen un método fácil para el monitoreo continuo.

- \* **Características Microbiológicas.** El agua contiene más de 1,000 pero menos de 5,000 bacterias coliformes/100 ml y en consecuencia debe ser tratado por un proceso de pre-desinfección seguido por coagulación, sedimentación, filtración y post-desinfección continua.

#### 4.2.1.2 Tratamiento del Agua Cruda

El flujo de tratamiento comprende las siguientes fases:

- \* Eliminación de la arena
- \* Coagulación con sulfato de aluminio
- \* Sedimentación
- \* Filtración
- \* Clorinación

De acuerdo a las características de turbidez y valores de concentración de coliformes, se considera que la elección del proceso de tratamiento es correcta, salvo la necesidad de precloración opcional para altos valores de coliformes totales o fecales.

Observaciones en el proceso de Tratamiento

- \* **Almacenamiento de Agua Cruda.** El período de almacenamiento, de unos tres días, es breve en términos de almacenamiento como una protección contra contaminaciones de distintos tipos, así el resultado obtenido es insatisfactorio. Durante el almacenamiento ocurre una importante contaminación causada por el elevado número de pájaros sobre la superficie del agua y en sus proximidades. La situación general de los reservorios de almacenamiento puede ser caracterizada como mala, por lo que resulta imperativa la rehabilitación,

la limpieza y la desinfección de los mismos.

\* **Arena.** evidentemente la carga de arena que debe ser separada es baja, porque los materiales más gruesos que sedimentan en el agua cruda lo hacen más arriba, en las lagunas de almacenamiento mencionados precedentemente. En consecuencia, la unidad desarenadora se halla sólo en uso parcial y aparentemente, su eficiencia no es muy considerable.

\* **Adición de Compuestos Químicos.** La solución de sulfato de aluminio es adicionada en una cámara de mezclado hidráulico situado antes del aforador Parshall.

El volumen de esta unidad es de 1.6 m<sup>3</sup> siendo la capacidad útil de 1.25 a 1.3 m<sup>3</sup>. El tiempo de mezclado se calcula del siguiente modo:

$$t = \frac{1.25 \text{ m}^3}{864 \text{ m}^3/\text{h}} = 5.20 \text{ seg.}$$

Resulta necesario mejorar la difusión de la solución en el agua, y en primer lugar, se debe reparar la entrada existente del coagulante (veáanse recomendaciones).

Existen cuatro cámaras de floculación. El parámetro que refleja la eficiencia de la mezcla de sulfato de aluminio es el gradiente de velocidad  $G$  definido en términos de insumo de potencia (Camp y Stein)

$$G = \frac{P}{\mu V}$$

Donde:

$G$  es la gradiente de velocidad ( $S^{-1}$ )

$P$  es el insumo de potencia útil (watts)

$V$  es el volumen en  $m^3$

$\mu$  es la viscosidad dinámica ( $NS/m^2$ )

La eficiencia de mezclado se mide a través de la obtención de un alto grado de homogeneidad del compuesto químico en el agua, en un tiempo corto y con un bajo consumo de potencia. El valor de obtenido -5.2 seg. es relativamente bueno (El punto o los puntos) de toma deben encontrarse lo más arriba posible, cerca del muro de la toma de agua.

El cálculo del valor de  $P$  se verifica del siguiente modo:

$$P = d.g.Q.h$$

Donde:

$d$  es la densidad del agua en  $kg/m^3$

$g$  es la aceleración de la gravedad en  $m/seg^2$



$Q$  es el flujo en  $m^3/seg$

$h$  es la pérdida de altura en  $m$

Por tanto:

$$P = 588.6 \text{ watt}$$

$$G = 245 \text{ seg}^{-1}$$

En consecuencia, el gradiente de velocidad es más bajo que el habitual, el valor de la pérdida de altura es correcto si bien no óptimo y en lo que se refiere al tiempo de mezclado, se considera demasiado prolongado.

La segunda fase de la coagulación tiene lugar en las unidades de floculación, cada una con  $160 m^3$  de volumen correspondiente a un tiempo de retención de aproximadamente de 45 minutos (el valor recomendado varía entre 10 y 60 minutos).

A modo de observación general, se comenta que las principales desventajas de este tipo de floculador consisten en la pérdida de altura en los ángulos de  $180^\circ$ , por lo que el valor de la potencia y del gradiente  $G$ , es en realidad inadecuado. el segundo inconveniente es que el valor  $G$  variará de acuerdo a las derivaciones del flujo  $Q$ . La velocidad del flujo a través de las

unidades es apropiado (0.25 m/seg).

La calidad del agua varía en forma estacional y para evitar o minimizar la sedimentación, especialmente en casos de valores elevados de turbidez (entre 300 y 400 NTU), se recomienda que la velocidad sea de 0.25 a 0.30 m/seg. Esta conclusión posee una importancia indudable porque cuando la turbidez es demasiado elevada, la planta se encuentra trabajando con caudales de entrada reducidas para facilitar la sedimentación y la operación de las unidades de filtración.

Respecto al proceso de floculación, durante el período de la visita, la calidad del agua cruda era satisfactoria (20 a 30 NTU en la entrada de la planta). El proceso de floculación no se realiza con base en los resultados de pruebas de jarra y correlación de los valores de pH - alcalinidad - turbidez y el contenido de sólidos suspendidos del agua cruda. Los flóculos observados eran débiles y de tamaño mediano. La concentración de sulfato de aluminio varía de acuerdo a los valores de la turbidez, por lo que una misma cantidad de agua recibe dosis diferente de reactivos sólidos.

La sedimentación tiene lugar en seis

unidades de 100 m<sup>3</sup> cada una. con flujo horizontal y eliminación manual de los sólidos sedimentados (lodo). La eficiencia del estanque de sedimentación se resume en el cuadro NQ 4.07 basado en la reducción de la turbidez.

El área de la superficie del estanque de la sedimentación es de 25 m<sup>2</sup> con una carga de superficie de 6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> h (inicial) y actualmente, luego de la rehabilitación y como resultado directa de la introducción de placas, algo mayor de dicho valor. A continuación se presentan algunas observaciones sobre dichas placas:

- \* Las mismas han sido colocadas a demasiada altura (a una profundidad de 0.4 m en vez de un mínimo de 0.6 m.), lo que ejerce una influencia negativa sobre la sedimentación y causa cierta turbulencia.
  
- \* La salida del agua luego del cambio de dirección se realiza a través de 26 orificios de 4" cada uno y la velocidad del flujo saliente causa el reflote del lodo. Este fenómeno es consecuencia no sólo de la geometría y las pérdidas de altura del estanque de sedimentación renovado sino también se debe a la temperatura del agua y del proceso de coagulación. El lodo es extraído en forma

periódica, siendo eliminado en el río.

Cuadro Nº 4.07

Turbiedad antes y después de Sedimentación

CAUDAL (lt/seg)	TURBIEDAD (NTU)			TEMPERATURA (°C)
	AGUAS CRUDAS	D. SEDIMENTACION	PREVISTO	
280	77	6	1 - 5	20
210	59	7	1 - 3	23
240	50	8	1 - 5	20
280	20	5	1 - 2	23

El costo de la obtención de un valor de turbidez aceptable para la siguiente fase de filtración es la reducción del canal de ingreso de agua de alta turbidez. Asimismo, para agua de baja turbidez, la tasa de eficiencia de la sedimentación no resulta mejorada debido a dificultades de carácter hidráulico, causada por la salida de las aguas de los estanques de sedimentación, todo ello en adición a las dificultades de coagulación arriba detalladas.

En las tres primeras unidades de sedimentación se observaron algunas corrientes de densidad como consecuencia de la distribución desuniforme del influente entre las

seis unidades. La superficie del agua no es suficientemente limpia.

\* Filtración

Existen seis filtros instalados, cada uno con 20 x 20 m<sup>2</sup> de superficie filtrante. Aparentemente la filtración constituye el cuello de botella de todo el proceso de tratamiento. La tasa de filtración es de 7.2 - 7.5 m/h (m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h) corresponden a un flujo normal para unidades de filtración rápida (5 -10 m/h). Probablemente la coagulación deficiente durante cargas elevadas de turbidez y a la falta de eficiencia del lavado, sea la explicación de los problemas y la baja eficiencia de la filtración.

El proceso del lavado se realiza sin aireación y tiene lugar con aproximadamente 5 - 6 m<sup>3</sup> de agua limpia extraída de reservorio. El tiempo de lavado es de 7 minutos. En el cuadro N<sup>o</sup> 4.08 se presenta la comparación de los valores reales con los valores recomendables de la etapa de lavado.

#### Cuadro Nº 4.08

#### Comparación entre los Parámetros del Lavado (Filtración)

PARAMETRO	VALOR REAL	VALOR RECOMENDADO
Duración de lavado (minutos)	7	10 - 20
Cantidad el agua (m <sup>3</sup> )	5.5 : 55	60
Intensidad del lavado (lt/s.m <sup>2</sup> )	0.63	5

La duración del ciclo, parece ser demasiado prolongada.

El material filtrante es renovado con una frecuencia inferior a una vez por año. El mismo está constituido por antracita y arena.

La inspección visual de las unidades de filtración confirma la existencia de un fenómeno de flóculos (escamas) débiles y desintegración de flóculos en la parte final del ciclo de filtración. La formación de bolas de barro obstruye la cámara de filtración e indica (o confirma) la existencia de una tasa de lavado excesivamente bajo. La arena sobre las bolas de barro no es lavada en el curso del proceso y en consecuencia se reduce la superficie de las camas se torna desuniforme.

#### \* Clorinación

La clorinación se realiza con gas cloro usando balones y un clorinador de vacío. El cloro es disuelto en agua y se agrega la solución obtenida al agua filtrada antes de su entrada al reservorio. El sistema, simple pero eficiente, funciona, y los resultados son controlados pesando el cloro introducido en el agua. Cada dos horas se controla la concentración de cloro en el agua a través de indicadores D.P.D y colorimetría comparativa. No se realiza control luego del mínimo de 30 minutos de tiempo de contacto entre el agua y el cloro.

#### \* Planta de Dosificación de Productos Químicos

La tubería de cal no funciona. El sulfato de aluminio sólido es introducido manualmente en el alimentador del equipo de dosificación. El agregado es continuo pero en cantidades cambiantes de acuerdo a la carga de turbidez del agua cruda. El sistema es simple y tal como se dijo funciona pero presenta el inconveniente de que no se ejerce control sobre la concentración obtenida.

En el cuadro Nº 4.09 se muestra en resumen las principales características del agua tratada.

**CUADRO N° 4.09**

**CALIDAD DEL AGUA POTABLE TRATADA (PROMEDIO DEL AÑO 1994)**

Mes	pH	Alcalinidad (mg/lit CaCO <sub>3</sub> )	Dureza		Sulfato (mg/lit)	Cloruros (mg/lit)	Turbidez (NTU)
			Total	Temporaria			
ENERO	7.1	60	115	90	58	27	1.1
FEBRERO	7.2	58	122	94	67	32	0.9
MARZO	7.1	58	115	91	78	25	0.7
ABRIL	7.2	57	117	87	74	24	0.6
MAYO	7	57	114	81	85	29	0.5
JUNIO	7.3	67	119	95	70	38	0.6
JULIO	7.1	72	133	101	-	28	0.5
AGOSTO	7.3	72	144	115	-	32	0.5
SETIEMBRE	7.2	65	140	118	-	31	0.4
OCTUBRE	7.1	73	145	116	116	32	0.4
NOVIEMBRE	7.4	69	132	113	84	24	0.4
DICIEMBRE	7.2	67	127	110	89	30	0.5

**Fuente: SEDACHIMBOTE**



Los valores promedio de turbidez para el agua potable tratada correspondientes a ciertos períodos de los años 1995 y 1996 se resume a continuación.

<u>FECHA</u>	<u>TURBIDEZ (NTU)</u>
Enero 1995	0.4
Junio 1995	0.3
Diciembre 1995	0.6
24 Enero 1996	0.5
31 enero 1996	0.5
12 Febrero 1996	1.0

Dependiendo del caudal y de la turbidez inicial, los valores promedio de turbidez del agua potable oscilan entre 0.3 y 1.1 en NTU.

La concentración de cloro en el agua tratada (cloro activo) corresponde a un valor promedio de 1.0 ppm. No hay datos positivos de análisis bacteriológicos (coli total y coli fecal) de aguas potables. En conclusión, en el cuadro Nº 4.10 resulta posible caracterizar el agua potable del siguiente modo:

Cuadro Nº 4.10

Características del Agua Tratada

P A R A M E T R O	V A L O R
Temperatura (°C)	23
pH	7.1
Color	aceptable
Sabor	aceptable
Turbidez (NTU)	0.5
Cloruro (mg/lt)	29
Sulfato (mg/lt)	70
Alcalinidad (mg/lt)	61
Dureza total (mg/lt)	102
Hierro (mg/lt)	0.01
Manganeso (mg/lt)	0
Coli (unidades)	0

- Laboratorio Analítico y resultados del monitoreo en la planta de tratamiento.

El proceso de tratamiento es controlado por un laboratorio. El área del laboratorio y las condiciones de trabajo en la misma no cumplen lo requerido en los reglamentos.

- Dos actividades diferentes se realizan en un mismo lugar (las determinaciones Físico-Químicas y

biológicas). Cada una de estas actividades deberían realizarse en una habitación separada: el laboratorio de análisis químico requiere 28 m<sup>2</sup> y el de biología, 14 m<sup>2</sup> (superficies calculadas para las dimensiones de la planta de tratamiento en cuestión).

- No existe un espacio especial para el almacenamiento de los reactivos.
- No hay espacio (habitación y mesa) para realizar el pesado analítico.
- El laboratorio carece sistema de ventilación

#### **4.2.2 Abastecimiento de Agua Subterránea**

El cuadro N<sup>o</sup> 4.11 presenta las características del agua producida en los pozos en Chimbote. El proceso de cloración se realiza en cinco pozos (14, 5, 7, 11 y 15). Se trata de clorinadores de vacío simples, con dosis de cloro de 2 mg/lt inyectados en la salida de agua de la tubería.

Cada uno de los tres reservorios (R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub>) que recibe agua clorinada, debería tener una concentración mínima de 0.5 mg cloro activo/lt. Solamente el pozo N<sup>o</sup> 11 registra una elevada concentración de manganeso (0.3 ppm en vez del nivel recomendado de 0.05 ppm).

El agua contiene una elevada dureza, de la cual un tercio se encuentra en la forma de carbonato. Las concentraciones de cloruros y sulfatos son elevadas.

Cuadro N° 4.11

**DATOS PROMEDIO DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL AGUA POTABLE**

No	No de Pozo	pH	Alcalinidad CaCO <sub>3</sub> ppm	Dureza total ppm	Dureza Ca ppm	Cloruros ppm	Sólidos disueltos	Sulfato ppm	Hierro ppm	Manganeso ppm
1	3	7.6	270	551	400	275	865	232	0.02	-
2	4	7.6	216	430	326	260	775	256	0.05	-
3	5	7.5	213	753	540	370	1.043	347	-	-
4	7	7.5	253	574	400	292	884	295	0.01	-
5	8	7.6	230	506	346	290	806	243	0.01	-
6	10	7.6	156	630	430	377	925	262	-	-
7	11	7.4	200	460	404	247	774	280	0.02	-
8	12	7.4	152	656	502	365	945	267	0.02	-
9	13	7.3	166	460	327	255	730	232	0.03	-
10	14	7.4	230	580	580	550	1360	366	0.02	-
11	15	7.4	254	430	386	311	884	292	0.05	0.3
12	16	7.5	255	496	355	292	956	337	-	-
13	17	7.5	250	544	393	313	927	299	0.01	-
14	18	7.4	144	624	632	640	1360	325	0.02	-
15	19	7.5	145	614	612	710	1564	392	0.027	-

#### 4.3 SISTEMA DE CONDUCCION, IMPULSION

Este sistema se refiere a las tuberías que transportan el agua desde los pozos hasta los reservorios, aquellas que conducen el agua entre tanques mediante estaciones de bombeo y de la planta de tratamiento de los reservorios Gemelos R-IV tal como se observa en la figura 3.1

##### 4.3.1 Líneas de Impulsión de los Pozos

En el campo de pozos existen varias tuberías que conducen el agua hasta los tanques. En el cuadro 3.02 se indican las características principales.

Actualmente las tuberías presentan problemas de operación debido a la calidad del agua, la cual causa incrustación, de carbonato de calcio; asimismo, en algunos de los pozos se bombea arena por lo expuesto arriba, lo que provoca erosión y obstrucciones. Ello obviamente, está incidiendo sobre los coeficientes C de rugosidad de las tuberías y disminuyendo los diámetros efectivos, elevando las presiones del campo de pozos con el consiguiente gasto de energía y del deterioro de los equipos.

Un problema adicional que no ha sido cuantificado en toda su dimensión por parte del personal de la Subgerencia de Control Operacional de SEDACHIMBOTE, son las fugas que existen en estas tuberías, que se producen en las válvulas de compuerta de salida de pozos abandonados, que alcanzan el 5% del caudal producido.

##### 4.3.2 Líneas de Impulsión de las Estaciones de Bombeo

Dentro de estas líneas de impulsión están las tuberías que conducen el agua hasta los tanques RIV y RV que abastecen las partes más altas de la

ciudad.

Las tuberías, debido a la calidad de agua y por el aumento de la temperatura, en la estación de bombeo del reservorio RIV al RV, el problema de la incrustación de carbonatos de calcio se acentúa dificultando los problemas de operación de las estaciones de bombeo.

Existe una tercera línea de impulsión, que transporta el agua desde los reservorios RIII hasta los RVI o Gemelos, que proviene mayormente de los pozos de P4, P10 y P19, para cubrir los faltantes de producción que producen en la planta, cuando existen problemas operativos en la toma del río Santa o en los canales de riego.

En resumen, se concluye que las tuberías de conducción del sistema presentan problemas de incrustación y de erosión, lo cual está incidiendo sobre los sistemas electromecánicos y sobre las tuberías mismas, disminuyendo la capacidad de transporte, pero sin causar un impacto dramático.

#### **4.4 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO**

La capacidad de almacenamiento actual es de unos 21,850 m<sup>3</sup>, que representa el 32% de producción promedio diario. De los diferentes reservorios que reciben agua del campo de pozos y de la planta de tratamiento, se distribuye el agua a los diferentes sectores de la ciudad.

Es de señalar que el almacenamiento está dentro de las normas, incluso para satisfacer demandas por emergencia e incendio.

El reservorio RI, de forma trapezoidal, de concreto y

apoyado, presenta un deterioro avanzado en su techo, que es de asbesto-cemento. No existe ningún sistema de protección, como cercados u otros obstáculos que impiden el acceso y más bien se encuentra ubicado en medio de densos asentamientos humanos. Desde el punto de vista sanitario el reservorio es vulnerable, toda vez que cualquier persona puede causar problemas grandes de contaminación.

El estado de los reservorios RII es bueno, notándose únicamente problemas en cuanto a protecciones, dado que no existen muros o cercados que impidan el acceso de personas ajenas. Sin embargo, por la razón de que los tanques se regulan diariamente, existe un guardián que cumple estas funciones e impide el ingreso de extraños.

El estado físico de la cámara es aceptable, observándose quizás poco mantenimiento, básicamente referido a la limpieza en el sitio de los reservorios.

Los reservorios RIII, también de concreto y asentados, los cuales reciben el agua de los pozos de la parte alta del campo de pozos y de la planta de tratamiento, su condición actual es buena, con algunos problemas estructurales que fueron subsanados a su debido tiempo.

Algunas de las válvulas presentan igualmente algunas dificultades en cuanto a su operación, ya que se encuentran fuera del predio del tanque pueden manipularse sin que el operador pueda percatarse. El muro existente de concreto únicamente cubre al tanque RIII.

Véase figura 3.03 en este mismo sitio se encuentra la estación de bombeo que impulsa el agua desde estos reservorios hasta los reservorios RVI, cuyo estado físico no ofrece condiciones adecuadas de operación, más aún por

el hecho de que trabaja con Diesel.

Reservorio IV. Este reservorio de concreto y asentado, su estado es bueno y no presenta problemas específicos, ni estructurales, ni hidráulicos. Al igual que los anteriores, el predio no tiene protecciones con vallas que impidan el ingreso de personas extrañas. En este sitio, por estar ubicado sobre laderas de arena, se estaba presentando problemas de erosión eólica que se evitó con la construcción de un muro de retención en la parte baja del reservorio. Sin embargo, se aprecia falta de limpieza que puede subsanarse sin mayores problemas, principalmente por la caseta de guardián que fue abandonada. En la figura 3.04 se muestra un esquema del reservorio con sus instalaciones.

Reservorio V. Este tanque recibe agua de la estación de bombeo del reservorio RIV y abastece la parte más alta de la ciudad. El estado en la actualidad es bueno y también nos presenta protecciones para el ingreso de otras personas. Tanto este tanque como el RIV, no contienen ninguna válvula hidráulica de control que controlen las estaciones de bombeo y la operación se realiza a través de comunicación con radio, con un operador de tanque ubicado en el RIV. Toda la operación se realiza manualmente y mediante horarios de bombeos y la comunicación es a través por radios portátiles.

Los reservorios RVI (tanques gemelos), véase figura 3.05 se encuentran dentro del predio de la planta de tratamiento, también de concreto y asentados; su apariencia es satisfactoria y no se observan problemas estructurales. La cámara de válvulas, es techada de concreto armado, con problemas de estrechez para reparar o cambiar una válvula en caso de mantenimiento. Existe también una cámara para la válvula de compuerta, en la



tubería que conduce agua hasta el reservorio RIII, con poco espacio para la manipulación de la válvula y con problemas de limpieza y drenaje.

#### **4.5 SISTEMA DE ADUCCION Y RED DE DISTRIBUCION**

En el caso de las líneas de Aducción, sobre todo las que abastecen a las partes altas de las zonas I, II y III; se ha observado que existe reducción de la capacidad de conducción de las tuberías debido a la presencia de carbonatos de calcio precipitado, que se incrustan en las tuberías.

Las líneas de aducción de 16" y 8" que abastecen a los sectores 4 y 5 se ubican en zonas donde por efectos de las inundaciones del año 1983 han sido rellenados hasta 5.00 m. de profundidad y luego se han formado pequeñas lagunas sobre ellas impidiendo una adecuada operación y mantenimiento.

Inclusive existen tramos en la actualidad averiadas, por donde existe fuga de agua permanente, que la empresa SEDACHIMBOTE no puede repararla por las condiciones arriba indicadas, que llega muchas veces a contaminar y arenar el agua suministrada.

Las zonas abastecidas por el Reservorio R-I presentan problemas de presiones en la red por su ubicación topográfica y por la limitación de la conducción de las líneas de aducción existentes. La línea de aducción que abastece a los sectores 7 y 8 al reducir el diámetro de 21" a 12" forman un "cuello de botella", reduciéndose las presiones de entrega a la red de distribución, limitando el servicio a estas zonas, por lo que se tiene que sectorizar, es decir trabajar por horas.

Una gran parte de las válvulas instaladas en las redes de

distribución. trabajan cerradas o reguladas, la cual hace que las presiones disminuyan tremendamente, como se vera en el capítulo siguiente.

No existe una sectorización definida de la red, conectandose el agua en las partes bajas y restringiéndose a las partes altas y tener que efectuar un valvuleo permanente.

No existe micromedición, lo que permite que los usuarios utilicen en forma indiscriminada en las horas de servicio.

Al efectuarse valvuleo en los reservorios, en diferentes horarios se presenta el problema que las redes de distribución quedan vacías en su totalidad, presentando introducción de aire y riesgos por eventuales incendios en las horas de desabastecimiento.

Al tener un horario de servicio intermitente, hacen que los consumos sean mayores a los requeridos, ya que la población almacena agua en forma permanente cuando lo tiene.

En el capítulo siguiente, utilizando la Técnica de la Pitometria se ha efectuado mediciones en las líneas de Aducción y tomas de presión en la red de distribución, lo cual nos permitirá verificar el comportamiento hidráulico de los mismos.

#### **4.6 BALANCE DE AGUA**

##### **4.6.1 Producción**

La producción actual del sistema según las mediciones realizadas en el marco del presente estudio es de unos 762 lt/seg que varía mensualmente, tal como se muestra en el cuadro NQ

4.12. con unos 512 lt/seg que provienen de los pozos y 250 lt/seg de la planta de tratamiento.

La figura Nº 4.02 muestra la variación mensual para el año 1995: el registro de mayor consumo se presentó en el mes de enero y el mínimo fue en febrero, con variación anual del 11 y el 17% con respecto al promedio. En resumen la producción de la ciudad de Chimbote se divide en 67% de agua subterránea y 33% de agua superficial.

En la mayoría de los pozos existe una macromedición del tipo Woltman tal como se muestra en el cuadro Nº 4.13, cuya instalación se efectuó en la época de la puesta de operación del campo de pozos el cual se ha ido construyendo según las necesidades. En la planta de tratamiento, se dispone de un canal Parshall a la entrada y un medidor tipo silleta marca MCROMETER que no funciona al haberse instalado en la salida de la planta donde las tuberías están trabajando a canal abierto.

#### 4.6.2 Población Servida. Cobertura

La población servida de acuerdo con las conexiones actuales empadronadas y adoptando el promedio de 5 personas por conexión, es de aproximadamente unos 199,495 habitantes, dado en el cuadro Nº 4.14 Si se toma en cuenta la población actual estimada a partir del censo de 1993, está podría ascender aproximadamente en 279,846 habitantes, con un porcentaje de cobertura del abastecimiento de agua de 71%.

CUADRO N° 4.12

PRODUCCION DE LOS ULTIMOS TRES AÑOS EN M3

Fuente	Año	Meses												TOTALES
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septie.	Octub.	Noviemb.	Diciem.	
Pozos	1993	1128352	1231352	1323288	1362288	1333384	1222218	1299174	1403552	1335672	1250231	1230600	1337088	15459192
	1994	1196333	1221622	1348292	1341030	1421479	1351624	1480254	1431544	1436793	1289875	1358947	1437320	16316907
	1995	1513173	1279338	1372142	1331546	1348384	1296198	1363648	1303648	1232048	1253033	1228110	1290538	15813801
Planta	1993	466856	339075	461376	457357	420776	408758	486933	424344	335493	406340	366768	460953	5037022
	1994	472155	470156	547733	456482	368914	368392	413469	449511	108083	375926	234404	272648	4559767
	1995	531964	456149	454659	465257	532367	478883	576400	477462	629553	645187	507490	614846	6374212
Total	1993	1595208	1570427	1784664	1819645	1754160	1630976	1766107	1827896	1671165	1656571	1597368	1798041	20494221
	1994	1668488	1691778	1896025	1797512	1810393	1720016	1893723	1881055	1544876	1665501	1593351	1709968	20874680
	1995	2045137	1735487	1826801	1796803	1880751	1775061	1942048	1781110	1861601	1898220	1735600	1905384	22186018

CUADRO N° 4.13

**MACROMEDIDORES INSTALADOS EN CHIMBOTE**

SITIO	DIAMETRO PULG.	TIPO	MARCA	FABRICACION PAIS	FECHA INSTALACION	ESTADO
POZO 4	8	CARRETE CON TURBINA HORIZONTAL	WOLTMAN	ALEMANIA	ABRIL 1995	BUENO
POZO 5	8	CARRETE CON TURBINA HORIZONTAL	WOLTMAN	ALEMANIA	JUNIO 1995	BUENO
POZO 7	8	CARRETE CON TURBINA HORIZONTAL	WOLTMAN	ALEMANIA	MAYO 1995	BUENO
POZO 10	8	CARRETE CON TURBINA HORIZONTAL	WOLTMAN	ALEMANIA	OCTUBRE 1994	BUENO
POZO 14	8	CARRETE CON TURBINA HORIZONTAL	WATER SPECIALTIES	ISRAEL	1992	REGULAR
POZO 15	8	CARRETE CON TURBINA HORIZONTAL	WOLTMAN	ALEMANIA	AGOSTO 1994	BUENO
POZO 16	8	SILLETA CON TURBINA	Mc CROMETER	EE.UU	1989	REGULAR
POZO 18	8	CARRETE CON TURBINA HORIZONTAL	WOLTMAN	ALEMANIA	MARZO 1994	BUENO
POZO 19	8	CARRETE CON TURBINA HORIZONTAL	Mc CROMETER	EE.UU	MARZO 1994	BUENO
PLANTA	18	CARRETE CON TURBINA	Mc CROMETER	EE.UU	1972	MALGRADO

CUADRO N° 4.14

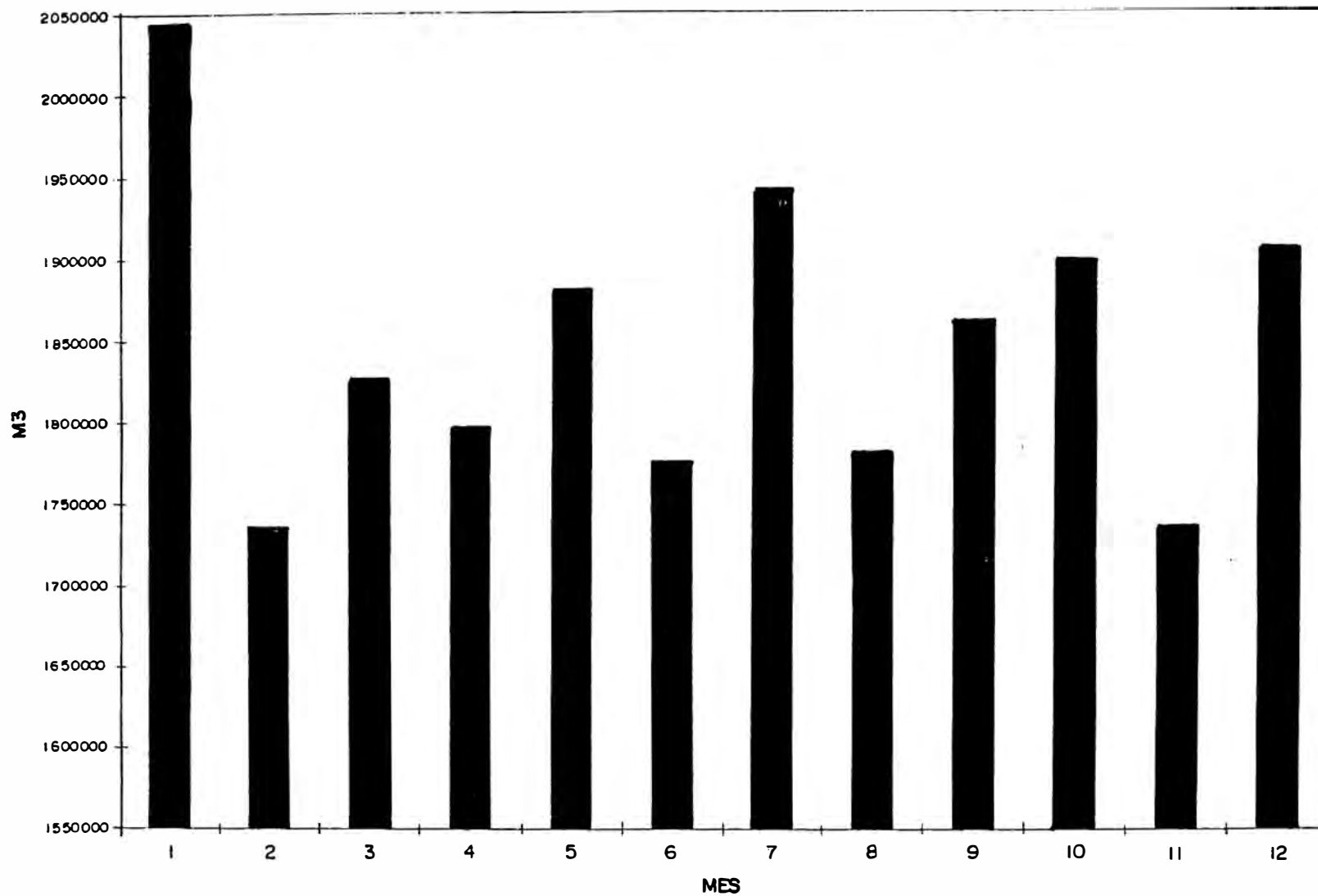
NUMERO DE USUARIOS EMPADRONADOS Y FACTURADOS

SECTOR	NUMERO DE USUARIOS		POBLACION EST. EMP.	POBLACION EST. FACT.
	EMPADRONADOS	FACTURADOS		
1	7233	6565	36165	32825
2	6785	6296	33925	31480
3	5466	5203	27330	26015
4	4666	4280	23330	21400
5	4208	3937	21040	19685
6	3657	3263	18285	16315
7	2598	2430	12990	12150
8	5098	4946	25490	24730
9	188	176	940	880
TOTALES	39899	37096	199495	185480

NOTA: POBLACION ESTIMAD. A 5 PERSON. A SPOR CONEXION

FIG. Nº 4.02

### VARIACION MENSUAL DE PRODUCCION



Es de mencionar, que dentro de la ciudad de Chimbote tanto en la zona antigua como de Nuevo Chimbote existen poblaciones no conectadas al sistema que se están abasteciendo de la siguiente forma:

- Sector noreste de la ciudad, a través de una conexión del sistema de abastecimiento de SIDER PERU. Esta población prácticamente tendrá que ser asumida por SEDACHIMBOTE con la privatización de la primera empresa.
- Sector La Unión. Son pueblos jóvenes que se han instalado en el sector este de la ciudad que se abastecen de una derivación del canal de riego Carlos Leigh, con un sistema rudimentario de tratamiento y tuberías de conducción que los abastecen independientemente. Al igual que el anterior, en cualquier momento SEDACHIMBOTE tendrá que asumir este sistema, dada la dificultad de operación que presenta el sistema independiente administrado por sus propios habitantes.
- Sectores Dispersos de Nuevas Urbanizaciones. Estos sectores se ubican sobre las zonas centrales y sur de abastecimiento del sistema, que aun no se han conectado por la inexistencia de sus redes internas, pero que SEDACHIMBOTE va a tener el compromiso de asumir.

Otro de los problemas de determinar la cobertura exacta del abastecimiento de agua es la indeterminación de las conexiones clandestinas que existen, por la ausencia en un catastro de usuarios actualizado. A nivel preliminar se estima en el



Orden de miles los clandestinos que podían representar hasta un 10 a 15% para un total de 3,000 a 5,000 conexiones aproximadamente.

#### 4.6.3 Funcionamiento de Medidores

La cobertura de medición en la actualidad es del orden de 5% del total de conexiones del sistema así como del volumen total facturado, que ascienden a 38,576 en el mes de enero de este año.

Los medidores operativos, según se observa en el cuadro Nº 4.15 es del orden de 4%, representando la medición efectiva el 53%, prácticamente inexistente, lo cual no causa ningún efecto sobre el uso del agua. el tipo de medidores que están instalados son de la marca Inca, con diámetros que van desde 1/2" hasta 2".

Una de las características de esta medición es el hecho de que los medidores que son leídos y su lectura es inferior a los 20 m<sup>3</sup>, el cobro que se realiza es por los 20 m<sup>3</sup>, lo cual no incide al ahorro de agua por parte del usuario, es decir, si se tiene medidor se está autorizando a gastar 20 m<sup>3</sup> como mínimo ya que no va a cambiar su cobro de agua.

En SEDACHIMBOTE existe un taller de medidores con su respectivo banco de pruebas el cual no se utiliza regularmente, en razón de que el costo es bastante alto en relación con los beneficios que se obtiene.

CUADRO N° 4.15

DATOS DE MICROMEDICION ENERO 1996  
CON REFERENCIA A CONEXIONES

DESCRIPCION	CHIMBOTE CENTRO	BUENOS AIRES	TOTAL	% DEL TOTAL
No DE CONEXIONES	27670	10906	38576	100
MEDIDORES INSTALADOS	1512	1385	2897	7.51
MEDIDORES OPERATIVOS	972	580	1552	4.02
COBERTURA MEDICION	5.46	12.7	7.51	
MEDICION EFECTIVA	64.29	41.88	53.57	

#### 4.6.4 Estimación de Pérdidas y Agua no Facturada (ANF)

##### 4.6.4.1 Pérdidas Físicas

En la actualidad no existe forma para cuantificar las pérdidas físicas en el sistema, especialmente en la red de distribución, dado que aún no se conoce en un porcentaje alto las tuberías existentes, en sus diámetros y sus estados y hasta la fecha no se ha evaluado la sectorización que se muestra en la figura B.2.1, ya que existen interconexiones cruzadas, según lo descrito, que dificultan las labores para establecer programas de control de pérdidas físicas. En el marco del presente estudio se realizará una prueba en un área piloto, en la zona de Buenos Aires o Zona Sur que cuenta con un servicio adecuado de abastecimiento.

##### 4.6.4.2 Agua no Facturada (ANF)

Aún existe una facturación mensual así como de la producción, no se puede establecer una cifra valedera que cuantifique el ANF, ya que la facturación se realiza por consumos asignados y de acuerdo con las zonas de consumo. Sin embargo, tomando en cuenta las facturaciones de los años 1994 y 1995, así como la producción para esos mismos años y que se muestran en el cuadro N<sup>o</sup> 4.16 se observa que el ANF para el año 1994 fue de 44% y 52 % para el año 1995.

El hecho de que este porcentaje haya aumentado en el último año, refleja que

ios datos no tienen ningún significado y solo da una idea de los problemas comerciales que enfrenta la empresa. Esto posiblemente sea consecuencia de un alto porcentaje de usuarios clandestinos, lo cual de acuerdo con estimaciones preliminares por el personal de distribución podría llegar hasta un 10% del total de usuarios, de fugas intradomiciliarias y desperdicio del agua, especialmente en los sectores donde existe racionamiento, robos de agua con camiones cisternas, por sectores donde el sistema aún no se ha conectado, y finalmente fugas en red, que podrían ser las menos en este tipo de sistema.

**CUADRO N° 4.16**

**BALANCE DE AGUA NO FACTURADA (ANF)  
PARA LOS AÑOS 1994 Y 1995**

**1994**

CATEGORIA	NO MEDIDOS M3	MEDIDOS M3	TOTAL M3	% ANF
FACTURACION	11177027	458922	11635949	44.26
PRODUCCION			20874680	

**1995**

CATEGORIA	NO MEDIDOS M3	MEDIDOS M3	TOTAL M3	% ANF
FACTURACION	10210298	525996	10736294	51.61
PRODUCCION			22186018	

## CAPITULO V

### MEDICIONES DE CAUDALES Y PRESIONES EN EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

#### 5.1 OBJETIVOS:

Efectúan mediciones de caudales, presión y niveles con la finalidad de :

- Conocer el funcionamiento real de los sistemas principales, como Producción, líneas de Impulsión y Conducción, reservorio, Líneas de Aducción y redes de Distribución.
- Obtener datos de la producción real del sistema
- Comportamiento de la demanda: mediante la medición de los niveles de los reservorios y de los caudales hacia las redes de distribución, se conocerá el comportamiento de la demanda.
- Obtener información para realizar la estimación de las pérdidas y fugas.

#### 5.2 TECNICA DE MEDICION UTILIZADA

De acuerdo con los objetivos descritos, la técnica ha priorizado las mediciones para obtener datos de producción actual; comportamiento de reservorios de la demanda y del suministro al sistema de distribución y presiones en redes.

En las líneas de impulsión y aducción que conduce caudales casi constantes, las mediciones fueron constantes. En las redes de distribución se midieron presiones durante las horas de probable mayor consumo.

Las mediciones de caudal se realizan por dos métodos: mediante técnicas de Pitometría y Volumétrica.

### 5.2.1 Pitometría

Es la técnica que nos permite hacer mediciones puntuales de caudal que pasa por una tubería presurizada.

Un estudio Pitométrico es el proceso a través del cual se examina, desde el punto de vista operación y control, la configuración real de funcionamiento del sistema de Abastecimiento de Agua, utilizando una serie de equipos portátiles de campo.

Utiliza el principio del tubo Pitot para obtener el diferencial de presión provocado por la carga de velocidad. Es decir, permite medir la velocidad del agua en la tubería, de la cual se deduce el caudal.

Mediante el uso del Pitómetro, se obtiene primero la curva de velocidades en un plano paralelo de flujo, de la cual se deduce la relación entre la velocidad promedio y la velocidad en el punto central de la tubería, la cual se mide directamente en lo sucesivo.

Los equipos utilizados han sido:

- Pitot Simplex, para instalación en tubería en carga utilizando válvulas de incorporación tipo Muellen, de diámetro 1". Presión de trabajo 20 kg/m<sup>2</sup>
- Calibrador simplex para medición de diámetros internos de tuberías, en carga utilizando válvulas de incorporación tipo Mueller de diámetro 1".

- Registro de derivación tipo Mueller (Válvula de incorporación) de diámetro 1" de bronce, de paso pleno para adaptación de pitometro y calibrador. Presión de trabajo: 20 kg/cm<sup>2</sup>
  
- Máquina tipo Mueller para perforar, hacer rosca y roscar válvulas de incorporación en tubería de A.C.  
Presión de trabajo 20 kg/cm<sup>2</sup>
  
- Mangueras de caucho para adaptación de Pitómetro en tubo "U" de vidrio, conteniendo fijadores de mangueras y estranguladores, para uso con presiones de trabajo hasta 20 kg/cm<sup>2</sup>, diámetro 3/16".
  
- Tubo U pirex para Pitometría, 7 mm de diámetro interno, para presión hasta 20 kg/cm y lectura de deflexión hasta 30". Montado en base de materia aislante térmico y con Manifold ecualizador de presiones.
  
- Líquidos Manométricos:
  - \* Tetracloruro de Carbono de densidad 1.60
  - \* Benceno de densidad 0.87
  - \* Mercurio, de densidad 13.58
  
- Colorante para líquido Manométrico
  
- Manómetro metálico de Presión con elemento Sensor de Tipo Bourdon, escala concéntrica, diámetro mostrador de 4" y 6".  
  
Escalas: 0-60 PSI, 0-150 PSI, 0-200 PSI



- Manómetro Registrador portátil con elemento sensor Bourdon. con caja a prueba de humedad y polvo. gráfico de diámetro 12" con reloj de cuerda mecánico para 8 días, con una rotación cada 24 horas.  
Escala de 0-160 PSI

En la figura Nº 5.01 se aprecia la instalación del tubo Pitot Simplex a la tubería instalada en el sistema con sus accesorios correspondientes.

### Estación Pitométrica

Una Estación Pitométrica (EP), es el sitio donde se efectuara la medición del caudal de la tubería presunizada instalada en el sistema con el Pitómetro.

La E.P. consta de una válvula de incorporación protegida por una caja de visita, instaladas en una tubería.

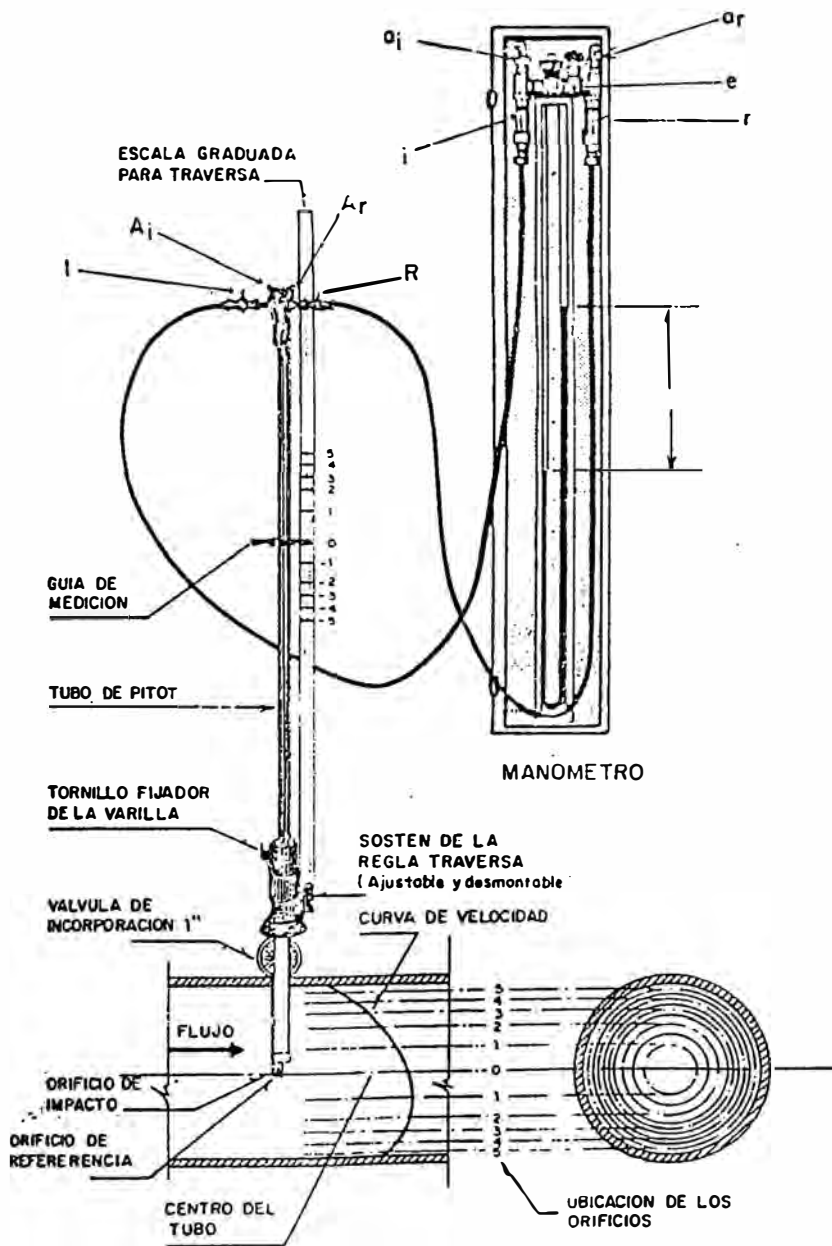
Las Estaciones Pitométricas deben instalarse en tramos rectos de tubería para asegurar una distribución uniforme de velocidades a lo largo de cualquier diámetro de la sección transversal de medición.

En el plano Nº 02 se puede verificar el Modelo de Estaciones Pitométricas que se utiliza en el Sistema de Agua Potable de Chimbote, las mismas que varían de acuerdo a:

- Profundidad de la tubería con respecto al nivel del terreno
- Tipo de terreno

FIGURA Nº 5.01

INSTALACION DEL TUBO PITOT SIMPLEX



$i, r$  = Válvulas donde se acoplan las mangueras provenientes de los orificios I y R del pitot.

$a_i, a_r$  = Válvulas para purgo de aire

$e$  = Válvula que permite igualar las presiones entre los dos tramos del tubo U

Ubicación de la Estación Pitométrica: Zona no transitable o de tránsito fluido y pesado.

### **5.2.2 Macromedición**

Específicamente en el Arbol de Descarga de los Pozos Tubulares. Donde se tienen instalados macromedidores, de manera que permita saber en forma puntual el caudal que esta produciendo determinado Pozo, asimismo acumula el volumen producido.

En el capítulo anterior, en el cuadro Nº 4.13 se indicó los pozos que cuentan con macromedidores.

### **5.2.3 Niveles de Reservorio y Presiones**

Se utilizaron los flotadores instalados en los reservorios, sin embargo, en casos en que no habían, o para mediciones de precisión, se utilizó una sonda para pozo profundo.

Para mediciones de presiones en la red de distribución, se utilizaron manómetros tipo Bourdon convencionales, como los utilizados para pitometría. Estos se preparan especialmente para adaptarlos a los grifos contra incendio o conexiones domiciliarias para toma de presión.

## **5.3 RESULTADO DE LAS MEDICIONES**

### **5.3.1 Fuente de Producción y Líneas de Impulsión - Conducción**

En el anexo respectivo se presenta las mediciones efectuadas con la técnica de la Pitometría, de :

- Los pozos tubulares que no cuentan con macromedición

- Los caudales de llegada de cada una de batería de pozo a los Reservorios respectivos

En el cuadro Nº 5.01 se presentan los caudales que producen cada uno de los pozos tubulares, de acuerdo al reservorio que abastece.

En el cuadro Nº 5.02 se presentan los caudales que llegan a los reservorios de cada una de las baterías de los pozos interconectados. Asimismo se aprecia la diferencia de los caudales de llegada a los reservorios, con el de salida de los pozos, estimándose las pérdidas que existen en las líneas de impulsión - conducción.

### 5.3.2 Línea de Aducción - Red de Distribución

En los cuadros Nº 5.03 al Nº 5.11 se han medido durante las horas de servicio los caudales de salida de los siguientes líneas de aducción:

- Reservorio R-II Red de Laderas, 2 de Junio (Parte Baja) y Los Pinos -  $\phi$  8"
- Reservorio R-II - Red del P.J Santa Cruz -  $\phi$  6"
- Reservorio R-II - Casco Urbano y resto sectores 1, 2 y 3 -  $\phi$  29"
- Reservorio R-II Red del P.J. Esperanza Baja -  $\phi$  6"
- Reservorio R-III y R-IIIA - Red del Sector 6 -  $\phi$  12"
- Reservorio R-III - Red del Sector 4 (Trapezio y otros) -  $\phi$  8"
- Reservorio R-III - Red del Sector 5 y otros ( $\phi$  16")
- Reservorio RVIA y B - Red de los Sectores 7 y 8

Las estaciones Pitometricas han sido instaladas a la salida de cada uno e los reservorios, tal como se aprecia en los esquemas del capítulo III

En el cuadro Nº 5.11 se aprecian las mediciones efectuadas del Bombeo del reservorio R-II al R-IV

En el cuadro 5.12 se aprecian las mediciones de presión efectuadas a las redes de distribución en las horas de servicio, en grifos contra incendio o cajas de registro.

#### **5.4 ANALISIS DE LOS RESULTADOS**

##### **5.4.1 Fuente de Producción - Agua Subterránea y Líneas de Impulsión**

- La producción de los pozos está alrededor de los 510 lt/seg.
- Los pozos de mayor producción son el 4 y 19
- Los pozos de menor producción son el 12 y el 17
- La línea de impulsión que mayor pérdida de agua se produce, es la batería que interconecta los pozos 14, 15, 16 y 17 al Reservorio R-IIA con el 23.48%
- La línea de impulsión que menor pérdida de agua se produce es la batería que interconecta el pozo F-4 con el Reservorio R-IIIA
- Las pérdida totales en las líneas de impulsión es de aproximadamente 51 lt/seg. que representa el 10% del caudal producido por los pozos. Esto se debe principalmente:
  - \* Conexiones existentes en las líneas de impulsión autorizados por SEDACHIMBOTE
  - \* Conexiones Clandestinas
  - \* Fugas en las tuberías

#### 5.4.2 Líneas de Aducción - Red de Distribución

De acuerdo a los caudales de salida de cada una de las líneas de aducción medidas, las horas diarias de servicio y el número de conexiones servidas, obtenemos los volúmenes promedios mensuales estimados que se estarían suministrando a cada zona de servicio, tal como se aprecia en el cuadro Nº 5.13 de ello podemos indicar:

- Los mayores consumos de agua se encuentra en los sectores 7 y 8 así como en la Urb. Laderas y Los Pinos, con un consumo promedio proyectado de 60 y 63 m<sup>3</sup>/mes el mismo que se refleja en las mayores horas de servicio que cuentan, pero que carece casi de micromedición.
- Los menores consumos promedios mensuales proyectados son de Santa Cruz, Esperanza Baja, San Pedro y otros, debido a que existe una seria restricción del servicio, con un promedio diario de 4 horas.

En el cuadro Nº 5.12 vemos que las presiones están muy por debajo de la mínima requerida (15 M.C.A.) en su mayor parte, esto debido principalmente a:

- Regulación de las Válvulas de salida de los reservorios
- Estrangulamiento de las válvulas en la red de distribución
- Problemas de incrustación en las tuberías, disminuyendo la capacidad de conducción de las mismas.

- No obstante que existe una autorización premorizada para distribuir el agua, existen interconexiones dentro de la red de distribución tanto en la principal como en la secundaria que dificulta una adecuada y justa distribución del agua.
- La interconexión de los reservorios R-I y R-II, en sus líneas principales de salida como en la red secundaria, que hace que el R-I pierda su sentido funcional. Primero porque representa un volumen muy pequeño respecto al volumen total y luego al tener una cota de elevación muy baja, se pierde presión en el sistema de la red, especialmente en las horas de mayor consumo.
- El cuello de botella que existe en la línea de aducción que abastece a los sectores 7 y 8 ya que de 21" se reduce al diámetro a 12" llegando a la red con presiones bajisimas repercutiendo en las zonas altas de estos sectores.
- Los excesivos caudales de consumo en las horas de servicio, por la restricción del servicio, conduciendo caudales mayores a los diseñados, entregando a la red con presiones por debajo del mínimo requerido.

CUADRO N° 5.01

AREA DE SERVICIO DE LOS POZOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE - CHIMBOTE

POZO No	TIPO DE MEDICION	LLEGADA AL RESERVOIRIO	CALIDAD (l/seg)	PREBION (m.p.e.)	NIVEL O COTA (m.s.n.m.)	TOTAL CARGA (m.s.n.m.)	FECHA DE MEDICION
3	PITOMETRIA	I	33.9	55.65	15.5	71.15	28.02.96
	PITOMETRIA	II	26.2	62.65	15.5	78.15	28.02.96
4	MACROMEDIDOR	III	50.1	35	20	55	10.20.96
5	MACROMEDIDOR	I	47.4	41.3	13.5	54.8	12.02.96
		II	35.3	49	13.5	62.5	14.02.96
7	MACROMEDIDOR	I	47.9	41	16	57	28.02.96
		II	42.7	49	16	65	28.02.96
8	PITOMETRIA	II	28	49	18	67	01.03.96
10	MACROMEDIDOR	IIA	30.8	48.5	20	68.5	28.02.96
11	PITOMETRIA	IIA	33.5	47.6	21	68.6	01.03.96
12	PITOMETRIA	II	24.6	46.9	22.5	69.4	29.02.96
13	PITOMETRIA	II	27	45.9	21.5	67.4	21.02.96
14	MACROMEDICION	II	12		17		28.02.96
15	MACROMEDIDOR	II	41.6	48.5	17.5	67	29.02.96
16	MACROMETRO	II	36.1	45	17.5	62.5	29.02.96
17	PITOMETRIA	II	22.3	46.55	19.5	66.05	01.03.96
18	MACROMEDIDOR	III	45	37.5	18.5	56	29.02.96
19	MACROMEDIDOR	III	57	39	18.5	57.5	29.02.96



CUADRO N° 5.02

PERDIDAS EN LAS LINEAS DE IMPULSION DE POZOS

CAUDALES DE LLEGADA A LOS RESERVORIOS (LT./SEG.)	CAUDALES EN LA SALIDA DE LOS POZOS (LT./SEG.)	PERDIDA POR BATERIAS (L. IMPULS.)	
		LT/SEG	%
Batería del P-3 al R-IIA 22.1	26.20	4.10	15.65
Batería P-5 y P-7 al R-IIA 75.3	78.00	2.70	3.46
Batería P-8, P-12 y P-13 al R-IIA 74.8	79.60	4.80	6.03
Batería P-10 y P-11 al R-IIA 56.7	64.30	7.60	11.82
Batería P-4 al R-IIIA 49.0	50.10	1.10	2.20
Batería P-18 y P-19 al R-III 98.0	102.00	4.00	3.92
Batería P-14, P-15 P-16 y P-17 al R-IIA 85.7	112.00	26.30	23.48

CUADRO N° 5.03

MEDICION DE CAUDAL LINEA DE ADUCCION LADERAS, LOS PINOS Y 2 DE JUNIO

DIA	HORA	CAUDAL L/SEG	PRESION (M)	NIVEL DE AGUA RESERVORIO R2
12-04-96	6.24	60.80	21.01	4.50
	6.35	61.40	20.23	
	6.55	61.10	19.56	2.75
	7.15	60.90	19.25	
	7.35	60.80	18.55	1.10
	7.55	60.90	17.85	
	8.15	60.90	16.45	

CUADRO N° 5.04

MEDICION DE CAUDAL LINEA DE ADUCCION SANTA CRUZ

DIA	HORA	CAUDAL L/SEG	PRESION (M)	NIVEL DE AGUA RESERVORIO R3 M
12-04-96	14.3	10.80	5.60	3.10
	14.4	12.20	4.90	2.85
	14.5	14.00	4.55	2.60
	15.0	13.60	4.55	2.35
	15.1	13.70	4.20	2.05
	15.2	12.80	3.85	1.85
	15.3	13.10	3.50	1.55
	15.4	12.40	3.15	1.25
	15.5	13.40	2.80	1.00
	16.0	12.40	1.75	0.80

CUADRO N° 5.05

MEDICION DE CAUDAL LINEA ADUCCION A CASCO URBANO Y SECTORES 1, 2 Y 3

DIA	HORA	CAUDAL L/SEG	PRESION (M)	NIVEL DE AGUA RESERVORIO R2
12-04-96	6.50	1071.10	2.80	2.8
	7.00	1050.60	2.50	2.5
	7.13	1018.40	2.10	2.1
	7.20	964.60	1.80	1.8
	7.30	1019.40	1.40	1.4

CUADRO N° 5.06

MEDICION DE CAUDAL LINEA DE ADUCCION ESPERANZA BAJA

DIA	HORA	CAUDAL L/SEG	PRESION (M)	NIVEL DE AGUA RESERVOIRIO R3 M
12-04-96	7.08	31.10	3.90	3.90
	7.15	31.00	2.75	3.90
	7.25	30.60	2.50	3.60
	7.35	29.60	2.00	2.60
	7.45	29.70	1.75	2.60

CUADRO N° 5.07

MEDICION DE CAUDAL LINEA DE ADUCCION AL SECTOR 4

DIA	HORA	CAUDAL L/SEG	PRESION (M)	NIVEL DE AGUA RESERVORIO R3 M
15-04 96	7.07	70.60	33.60	3.0
	7.15	70.60	33.60	2.9
	7.25	70.60	33.25	2.6
	7.35	68.00	33.25	2.2
	7.44	68.00	31.85	2.0
	7.55	60.40	31.50	1.7
	8.05	49.30	31.50	1.5
	8.15	49.30	31.50	1.2
	8.25	49.30	32.20	1.0
	8.35	42.70	31.85	0.7

CUADRO N° 5.08

MEDICION DE CAUDAL LINEA DE ADUCCION DEL SECTOR 5

DIA	HORA	CAUDAL L/SEG	PRESION (M)	NIVEL DE AGUA RESERVORIO R3 M
15-04-96	7.03	333.50	30.80	3.0
	7.13	333.50	30.80	2.9
	7.23	333.50	30.45	2.6
	7.33	339.40	30.45	2.2
	7.43	339.40	29.40	2.0
	7.53	348.10	29.40	1.7
	8.03	356.50	27.65	1.5
	8.13	356.50	27.30	1.2
	8.23	356.50	26.95	1.0
	8.33	356.50	29.95	0.7
	8.43	348.10	26.60	0.5
	8.53	348.10	26.25	0.3
	9.53	348.10	25.90	0.1

CUADRO N° 3.09

MEDICION DE CAUDAL LINEA DE ADUCCION AL SECTOR 6

DIA	HORA	CAUDAL L/SEG.	PRESSION (M)	NIVEL DE AGUA RESERVOIRIO A3 A
	7.55	71.70	17.55	5.1
	8.05	78.20	17.85	5.1
	8.15	70.20	17.50	5.1
	8.25	69.50	17.15	5.1
	8.35	69.50	17.15	5.1
	8.45	70.20	17.50	5.1
	8.55	87.20	18.45	
	9.05	109.10	19.25	
	9.15	102.80	19.25	
	9.25	121.80	18.20	
15-04-88	9.35	117.80	17.85	
	9.45	117.80	17.50	
	9.55	118.00	17.15	
	10.05	115.70	18.80	
	10.15	110.80	18.80	
	10.25	108.40	18.45	
	10.35	108.80	18.10	
	10.45	103.60	15.75	
	10.55	101.60	15.75	
	11.05	101.60	18.10	
	11.05	100.20	18.10	
	11.15	100.60	18.10	
	11.25	99.50	18.10	
	11.35	98.50	18.10	
	11.45	97.90	18.10	
	11.55	97.50	18.10	
	12.05	87.80	18.10	
	12.15	99.50	18.45	
	12.25	99.10	18.45	
	12.35	97.50	18.45	
	12.45	98.10	18.45	
	12.59	98.10	18.45	
	13.05	99.20	18.45	
	13.15	99.20	18.45	
	13.25	99.50	18.45	
	13.35	98.50	18.45	
	13.45	99.50	18.45	
	13.55	100.20	18.45	
	14.05	100.20	18.45	
	14.15	100.20	18.45	
	14.25	100.80	18.45	
	14.35	99.50	18.45	
	14.45	100.20	18.45	
	14.55	99.90	18.45	
	14.05	98.90	18.45	
	15.15	98.80	18.20	



CUADRO N° 5.10

CAUDALES Y PRESIONES MEDIDAS EN LA LINEA DE ADUCCION  
A SECTORES 7 Y 8

DIA	HORA	CAUDAL	PRESION	OBSERVACIONES
		(LT/SEG)	(m)	
20	8° 01' - 8° 19'	267.70	4.48	
	8° 22' - 8° 32'	287.50	4.48	
3	10° 09' - 10° 19'	302.70	4.48	
	11° 09' - 11° 19'	300.40	4.48	
96	12° 10' - 12° 20'	297.50	4.48	
	13° 00' - 13° 10'	297.20	4.48	
	15° 14' - 15° 24'	265.00	4.48	
	16° 14' - 16° 24'	253.20	4.48	
	17° 11' - 17° 21'	251.20	4.48	
	18° 11' - 18° 21'	251.20	4.48	
	19° 08' - 19° 18'	249.40	4.48	
	21° 28' - 21° 38'	250.00	4.48	
21	06° 40' - 06° 50'	288.10	4.48	ESTE DIA NO LLEGA EL AGUA POR EL CANAL POR
3	07° 10' - 07° 20'	296.10	4.48	PROBLEMA EN LA BOCATOMA, LA PRODUCCION
96	07° 40' - 07° 50'	298.50	4.48	DISMINUYO Y SE TRATO EN PROMEDIO 140 LT/SEG.
	08° 10' - 08° 20'	306.50	4.48	
	08° 56' - 09° 06'	321.70	4.48	A LAS 11 a.m. LOS RESERVORIOS QUEDARIAN CON
	10° 34' - 10° 34'	336.40	4.48	NIVEL 0 Y YA NO SE PUDO MEDIR CAUDAL, PORQUE DEFLEXIONA EL LIQ. YA QUE LA TUB. TRAB. COMO CANAL.

TOT

**CUADRO N° 5.11**

**MEDICIONES DE PRESION Y CAUDAL  
EN BOMBAS DEL RESERVORIO R-II AL RIV**

<b>BOMBA</b>	<b>PRESION MCA</b>	<b>CAUDAL (L/SEG)</b>
<b>BOMBA 1</b>		
1	55.7	19.5
2	60.6	14.3
3	63.0	2.5
<b>BOMBA 2</b>		
1	55.7	20.0
2	60.6	14.2
3	5.0	7.2
<b>BOMBAS 1 Y 2</b>		
1	60.6	28.5
2	62.0	20.2
3	63.4	9.6
4	64.1	5.8

CUADRO No 5.12

PRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCION DE CHIMBOTE

Nº	UBICACION	PUNTO DE MEDICION	DIA	HORA	PRESION (m)	HORA	PRESION (m)	HORA	PRESION (m)	HORA	PRESION (m)
1	URB. LADERAS DEL NORTE MZA S LT. 13. FRENTE AL IPSE	GRIFO C/I	12.04.96	5'15'	11.20	6'35'	7.70	6'05'	7.00		
2	PJ SAN PEDRO ENTRE LOS JRNES NILO Y LOS ALAMOS	GRIFO C/I	12.04.96	6'00'	7.00	7'05'	4.50				
3	PJ ESPERANZA BAJA: FCO. PIZARRO Y CRISTOBAL COLON	GRIFO C/I	12.04.96	5'35'	7.70	6'45'	7.00	6'10'	0.00		
4	PJ. DOS DE JUNIO: AV. CHIMU Y JR. MOCHICA	GRIFO C/I	12.04.96	14'23'	7.00	15'07'	7.00	16'00'	3.50		
5	PJ. SANTA CRUZ: JR. PANAMARCA	GRIFO C/I	12.04.96	15'20'	14.00	16'10'	1.50				
6	PJ. SAN FCO. DE ASIS: JR. SAN JUAN Y AV. AVIACION	GRIFO C/I	12.04.96	5'45'	7.00	6'55'	7.00	6'20'	4.20		
7	CASCO URBANO: SAENZ PEÑA Y AV. PARDO	GRIFO C/I	12.04.96	7'03'	2.80	8'00'	2.45	8'50'	1.40		
8	CASCO URBANO: MANUEL RUIZ Y AV. PARDO	GRIFO C/I	12.04.96	7'08'	10.15	7'55'	9.80	8'45'	4.55		
9	CASCO URBANO: JOSE OLAYA Y GUILLERMO MOORE	GRIFO C/I	12.04.96	7'14'	3.50	8'06'	3.15				
10	PJ. EL PROGRESO: AV. JOSE GALVEZ CUADRA 11	GRIFO C/I	12.04.96	7'23'	11.55	8'15'	4.20				
11	CASCO URBANO: JR. TUMBES Y FRANCISCO BOLOGNESI	GRIFO C/I	12.04.96	6'58'	8.40	7'50'	7.35	8'40'	3.50		
12	MIRAFLORES BAJO: ANTONOR ORREGO Y CAMINO REAL	GRIFO C/I	12.04.96	6'35'	7.00	7'38'	5.95	8'29'	3.50		
13	MIRAFLORES BAJO: JR. JOSE OLAYA Y MANUEL SEORNE	GRIFO C/I	12.04.96	6'50'	5.95	7'44'	5.60	8'32'	3.50		
14	PJ. SAN ISIDRO: JR. HUASCAR Y MANCO CAPAC	GRIFO C/I	12.04.96	6'25'	15.40	7'30'	16.45	8'20'	9.80		
15	PJ. SAN JUAN: AV. PARDO Y JR. SAN MARTIN	GRIFO C/I	15.04.96	6'45'	13.70	7'55'	12.60	8'55'	11.20	9'45'	0.00
16	PJ. SAN JUAN: CESAR VALLEJO Y J. C. MARIATEGUI	GRIFO C/I	15.04.96	6'50'	8.05	8'05'	7.00	9'00'	7.00		
17	PJ. MIRAFLORES ALTO: LEONCIO PRADO Y JR. PASCO	GRIFO C/I	15.04.96	6'55'	7.00	8'10'	6.30	9'10'	1.75		
18	PJ. MIRAFLORES ALTO: L. ESPINAR Y JR. AMAZONAS	GRIFO C/I	15.04.96	7'05'	6.30	8'17'	3.50	9'15'	0.00		
19	PJ. FLORIDA ALTA: JR. LIMA Y RAMON CASTILLA	GRIFO C/I	15.04.96	7'10'	6.30	8'25'	4.90	9'20'	3.20		
20	PJ. FLORIDA BAJA: JR. LIMA N° 695 Y ALTURA JR. DRENARJE	CARRO DE AGUA	15.04.96	7'20'	3.50	8'30'	2.80	9'25'	1.75		
21	PJ. FLORIDA BAJA: JR. LIMA N° 415 ALTURA JR. MOQUEGUAN	CARRO DE AGUA	15.04.96	7'25'	6.30	8'35'	2.80	9'30'	2.10		
22	PJ. MIRAFLORES I ZONA: ALMIRANTE QUISSE Y STA. CRUZ	GRIFO C/I	15.04.96	7'30'	4.20	8'40'	1.75	9'35'	1.75		
23	PJ. MIRAFLORES BAJO: LEONCIO PRADO Y JR. CASMA	GRIFO C/I	15.04.96	7'40'	6.30	8'45'	3.50	9'37'	0.00		
24	PJ. ALTO PERU: JR. A. UGARTE Y JR. ICA	GRIFO C/I	15.04.96	7'50'	3.50	8'50'	1.75	9'40'	0.00		
25	PJ. SR. DE LOS MILAGROS: MZA. I LOTE 56	PUNTO DE AGUA	15.04.96	7'46'	7.00	8'18'	7.00				
26	URB. EL TRAPECIO: MZA. G LOTE 9	PUNTO DE AGUA	15.04.96	7'50'	4.20	8'28'	4.20				
27	URB. EL TRAPECIO: MZA. I LOTE 7	PUNTO DE AGUA	15.04.96	8'24'	8.40						
28	FRASCO: ENTRE LA CALLE 2 Y AV. "A"	GRIFO C/I	15.04.96	6'54'	8.40	8'05'	8.40	8'42'	7.70		
29	PJ. 3 DE OCTUBRE: FRENTE A LA MZA. F LOTE 36	GRIFO C/I	15.04.96	7'25'	8.40	7'58'	7.00	8'36'	4.2 P > 1		

CUADRO No 5.12

PRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCION DE CHIMBOTE

No	UBICACION	PUNTO DE MEDICION	FECHA	HORA	PRESION (m)	HORA	PRESION (m)	HORA	PRESION (m)	HORA	PRESION (m)
30	P.J. 8 DE OCTUBRE: AV. B ENOS AIRES Y MIGUEL GRAU	GRIFO C/I	15.04.96	12°00'	3.50						
31	P.J. 1 DE MAYO: JR. CUZCO E IQUITOS	GRIFO C/I	15.04.96	11°37'	4.55						
32	URB. LAS BRISAS: CALLE 17 Y PASAJ 2B	GRIFO C/I	15.04.96	11°28'	2.45						
33	P.J. VILLA MARIA: PACASMAYO Y 28 DE JULIO	GRIFO C/I	15.04.96	10°55'	0.20	12°08'	0.00				
34	P.J. VILLA MARIA: LEONCIOPRADO Y MIRAFLORES	GRIFO C/I	15.04.96	11°10'	0.20	12°15'	0.00				
35	P.J. VILLA MARIA: PACASMAYO Y AVIACION	GRIFO C/I	15.04.96	11°00'	0.7	12°20'	0.7				
36	P.J. VILLAMARIA: AV. PERU Y JOSE OLAYA	GRIFO C/I	15.04.96	11°15'	0.2	12°25'	0				
37	ZONA 5D: PFLG. ANCOULTRY EN TRE MZAS M2 Y L2	GRIFO C/I	20.03.96	11°53'	12.25						
38	ZONA 5A: MZAS. F LOTE 57	CAJA DE AGUA	20.03.96-21.03.96	12°02'-12°41'	6.30-6.30						
39	ZONA 5B MZAS R LOTE 19	CAJA DE AGUA	20.03.96	12°10'7"	4.2						
40	ZONA 5C: MZAS. J LOTE 21	PTO DE AGUA (JARDIN)	20.03.96-21.03.96	12°12'-12°59"	1.40-3.50						
41	ZONA 5D: MZAS. H 210 E 16	CAJA DE AGUA	20.03.96-21.03.96	12°00'-12°59"	1.40-.70						
42	ZONA 5D: MZAS. 32 LOTE 45	CAJA DE AGUA	20.03.96-21.03.96	12°22'-12°59"	3.50-2.80						
43	ZONA 5C: MZAS. 311 LOTE 43	CAJA DE AGUA	20.03.96-21.03.96	12°00'-12°59"	7.00-5.60						
44	ZONA 5A: MZAS. A LOTE 8	CAJA DE AGUA	20.03.96	13°00'	4.9						
45	ZONA 5B MZAS. K LOTE 3	CAJA DE AGUA	20.03.96	13°04'	2.8						
46	ZONA 5C: MZAS. C LOTE 9 (LOS ALAMOS)		21.03.96	13°12'	2.1						
47	URB. BELLAMAR: FRENTE A LA MZA A LOTE 1	GRIFO C/I	21.03.96	10°38'	2.8						
48	URB. BELLAMAR: MZNA. E LOTE 6	PTO DE AGUA (DERIV)	21.03.96	10°54'	0.7						
49	URB. BELLAMAR: MZNA. I LOTE 6	CAJA DE AGUA	21.03.96	11°00'	5.6						
50	URB. BELLAMAR: FRENTE A LA MZA. M LOTE 13	GRIFO C/I	20.03.96	11°11'	NO HAY PRES. MANOMETRO						
51	ZONA 4B MZA C5 LOTE 21	PUNTO DE AGUA	20.03.96	16°00'	10.5						
52	ZONA 4B MZA L5 LOTE 16	PTO. DE AGUA (JARD)	20.03.96-21.03.96	10°11'-0°55'	6.30-4.20						
53	ZONA 4B MZA P5 LOTE 15	PUNTO DE AGUA	20.03.96-21.03.96	08°00'-08°14'	00-4.90	08°14'	4.2				
54	ZONA 4B: MZA Q5 LOTE 15	PUNTO DE AGUA	20.03.96	16°18'	.00						
55	ZONA 4A: MZA O 4 LOTE 19	CAJA DE AGUA	20.03.96-21.03.96	0°17'-0°30'	2.10-2.10	12°51'	4.90-3.50				
56	ZONA 4A: MZA M4 LOTE 19	CAJA DE AGUA	21.03.96	06°36'	.00						
57	ZONA 4A: MZA J4 LOTE 18	CAJA DE AGUA	20.03.96-21.03.96	12°50'-12°59"	1.40-4.90	08°47'	0.7				
58	ZONA 4A: MZA K4 LOTE 13		21.03.96	13°25'	0.7						
59	ZONA 3A: MZA A2 LOTE 22	CAJA DE AGUA	20.03.96-21.03.96	10°00'-00°52'	3.50-2.10	08°11'	2.45				
60	ZONA 3A: MZA N2 LOTE 39	PUNTO DE AGUA	20.03.96	16°20'	8.4						
61	ZONA 3A: MZA N2 LOTE 36	CAJA DE AGUA	20.03.96-21.03.96	10°52'-00°42'	.00-.00						

CUADRO N° 5.12

PRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCION DE CHIMBOTE

Nº	UBICACION	PUNTO DE MEDICION	DIA	HORA	PRESION (m)	HORA	PRESION (m)	HORA	PRESION (m)	HORA	PRESION (m)
62	ZONA 3A: MZA F2 LOTE 29	CAJA DE AGUA	20.03.96-21.03.96	10°30'-00°00'	2.80-2.80	09°35'	2.8				
63	ZONA 3: URB. LOS OLIVOS MZA F6 LOTE 28	PUNTO DE AGUA	20.03.96	16°40'	1.75						
64	ZONA 3D: MZA R3 LOTE 16	CAJA DE AGUA	20.03.96-21.03.96	08°05'-00°00'	1.40-1.75	10°28'	0.7				
65	ZONA 3D: MZA S3 LOTE 36	CAJA DE AGUA	21.03.96	08°09'	5.6						
66	ZONA 3D: MZA T3 LOTE 33	CAJA DE AGUA	21.03.96	08°13'	3.5						
67	ZONA 3B: MZA M3 LOTE 27	PUNTO DE AGUA	21.03.96	08°17'	1.4						
68	ZONA 3B: MZA O3 LOTE 12	PUNTO DE AGUA	21.03.96	08°20'	2.8						
69	ZONA 3C: AV. ARGENTINA Y ANCHOQUETA	GRIFO C/I	20.03.96-21.03.96	08°20'-00°00'	5.60-4.90	12°47'	7.7				
70	ZONA 3C: MZA B3 LOTE 7	CAJA DE AGUA	21.03.96	08°30'	2.1						
71	ZONA 3 C: MZA H3 LOTE 32	CAJA DE AGUA	21.03.96	13°26'	.00						
72	ZONA 2: MZA G LOTE 35	CAÑO DE AGUA	20.03.96-21.03.96	07°05'-07°02'	2.80-7.00	10°43'	2.1				
73	ZONA 2: MZA I LOTE 1	CAÑO DE AGUA	20.03.96-21.03.96	07°00'-07°02'	.70-4.20						
74	ZONA 2: MZA N LOTE 23	CAJA DE AGUA	20.03.96-21.03.96	07°00'-07°02'	2.80-7.00						
75	ZONA 2: MZA A LOTE 45	CAJA DE AGUA	20.03.96	17°21'	0.7						
76	ZONA 1: MZA G LOTE 67	CAJA DE AGUA	20.03.96-21.03.96	07°00'-07°04'	.20-.00						
77	ZONA 1: MZA H LOTE 70	CAJA DE AGUA	21.03.96	07°13'	2.1						
78	ZONA 1: MZA I LOTE 45	CAJA DE AGUA	21.03.96	07°16'	0.7						
79	ZONA 1: MZA K LOTE 31	CAJA DE AGUA	21.03.96	07°20'	2.45						
80	ZONA 1: MZA A LOTE 5	PUNTO DE AGUA	21.03.96	07°23'	3.5						
81	ZONA 1: MZA A LOTE 31	CAÑO DE A. GUP= 1.20m	21.03.96	07°23'	4.9						
82	ZONA 1: MZA I2 LOTE 19	PUNTO DE AGUA	21.03.96	07°31'	3.5						
83	ZONA 1: MZA C LOTE 29	CAJA DE AGUA	21.03.96	07°46'	2.8						
84	ZONA 1: MZA D LOTE 47	PTO. DE AGUA hp= 0.80m	21.03.96	07°49'	3.5						
85	ZONA 1: AV. "C" CON AV. "A" (FRENTE MZA F)	GRIFO C/I	21.03.96	07°54'	2.8						
86	BUENOS AIRES: AV. COUNTRY N° 448	CAJA DE AGUA	20.03.96	10°50'	6.3						
87	BUENOS AIRES: AV. COUNTRY N° 190	CAÑO DE A. GUA	20.03.96	10.40'	6.3						
88	BUENOS AIRES: P.J. S. ANTONIO #112 CRUCE AV. LA MARINA	CAJA DE AGUA	20.03.96	10°25'	4.9						
89	BUENOS AIRES: AV. LA MARINA N° 1069	CAJA DE AGUA	20.03.96	10°23'	9.1						
90	BUENOS AIRES 2da ETAPA: JR. MORO MZA ULT 12	PUNTO DE AGUA	20.03.96	10°20'	5.6						
91	CASUARINAS: MZA O LOTE 35	CAJA DE AGUA	20.03.96	10°15'	4.9						

CUADRO N° 5.12

PRESIONES EN LA RED DE DISTRIBUCION DE CHIMBOTE

Nº	UBICACION	PUNTO DE MEDICION	DIA	HORA	PRESION (m)	HORA	PRESION (m)	HORA	PRESION (m)	HORA	PRESION (m)
92	URB. BUENOS AIRES: AV. PACIFICO N° 484	DERIV. CAJA DE AGUA	20.03.96	11'04'	3.5						
93	URB. MIGUEL GRAU: AV. PACIFICO MZA. W2 LT. 1	CAJA DE AGUA	20.03.96	12'26'	3.5	18'00'	4.9				
94	ZONA 4B: MZA B5 LOTE 3	CAJA DE AGUA	20.03.96	07'52'	3.5						
95	ZONA 4B: MZA K5 LOTE 18	CAJA DE AGUA	20.03.96	08'04'	4.9						
96	ZONA 4A: MZA B4 LOTE 1	CAJA DE AGUA	20.03.96	13'18'	3.5						
97	ZONA 3A: MZA H2 LOTE 22	CAJA DE AGUA	20.03.96	09'30'	3.5						
98	ZONA 2: MZA C LOTE 12	CAJA DE AGUA	20.03.96	10'10'	2.8						
99	ZONA 2: MZA B LOTE 13	CAJA DE AGUA	20.03.96	10'11'	0.7						
100	ZONA 3: MZA D2 LOTE 7	CAJA DE AGUA	21.03.96	08'57'	1.4	08'00'	2.1				



CUADRO N° 5.13

**VOLUMENES DE CONSUMO MENSUAL ESTIMADO POR  
ZONAS DE SERVICIO**

ZONA DE SERVICIO	NUMERO DE USUARIOS	VOLUMEN MENSUAL CONSUMIDO M3
LADERIAS, LOS PINOS 2 DE JUNIO (PARTE BAJA)	1151	63
SANTA CURZ	250	15
ESPERANZA BAJA	787	16.7
CASCO URBANO Y PARTE DE LOS SECTORES 1, 2 Y 3	17334	36.3
SECTOR 4 (TRAPECIO Y OTROS)	1400	26
SECTOR 5 (MIRAFLORES Y OTROS)	5000	44
SAN PEDRO, ESPERANZA ALTA Y 2 DE JUNIO (PARTE ALTA)	1949	20
SECTOR 6 (VILLAVICENCIO, 1 DE MAYO, 3 DE OCTUBRE Y OTROS)	3105	30
SECTORES 7 Y 8	7600	60

## CAPITULO VI

### ACCIONES DE MEJORAMIENTO

Luego de haber efectuado la descripción, funcionamiento del sistema de agua potable de Chimbote, los problemas que se presentan, así como las causas que originan y haber efectuado una evaluación de su actual comportamiento, en el presente capítulo se plantearán las acciones que se proponen para mejorar las actuales condiciones de funcionamiento, y garantizar un adecuado servicio de la población de Chimbote en cuanto a:

- Continuidad del servicio
- Calidad del agua suministrada, que reúne las condiciones que recomienda las Normas de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.)
- Presiones adecuadas en la red de distribución

#### **6.1 ACCIONES EN LA PRODUCCION**

##### **6.1.1 Fuente Subterránea**

1. Efectuar un programa de rehabilitación de pozos que permita recuperar el caudal de perforación o aproximado, para lo cual se hará:

- Limpieza con sustancias químicas de los filtros que permita un ingreso normal del flujo de agua para las condiciones iniciales de perforación.
- Cambio de sistema de bomba, columna de bomba ya que la mayoría de ellas cuentan con tazones totalmente desgastados y



reparados y la columna parchada muchas veces. lo que imita la captación de flujo de agua.

2. En cuanto a los árboles de Descarga se deberá contemplar:

- Completar el funcionamiento completo del mismo, ya que la mayoría no cuanta o están en mal estado las válvulas de aire, válvulas de alivio de presión, las derivaciones para purga.
- Instalación del sistema de desagüe para efectos de limpieza o algún tipo de mantenimiento, ya que actualmente la mayoría de pozos no lo cuentan.
- Completar la instalación de los macromedidores de mano que permita cuantificar la producción de los pozos y llevar la estadística de los mismos

3. Efectuar la electrificación de los pozos que actualmente funcionan con motor Diesel de manera que nos permita:

- Garantizar la continuidad de bombeo y no como actualmente sucede que constantemente estos pozos son paralizados por problemas en los motores Diesel.
- A corto plazo recuperar la inversión
- Reducir costos de operación y mantenimiento

4. Efectuar la automatización de los pozos, de manera que pueda reducir costos de operación, en lo que concierne al personal que se reducirá tremendamente.

#### **6.1.2 Fuente Superficial**

1. Aumentar la capacidad de almacenamiento de las lagunas de presedimentación, de manera que permita garantizar por lo menos durante cinco días ( en los cortes de agua del Canal Carlos Leight), la dotación de agua a la población, en las condiciones actuales de operación y funcionamiento de la planta de tratamiento.
2. Contemplar un programa de impermeabilización de las lagunas de Pre-Sedimentación que permita:
  - Evitar prolongados tiempo de paralización de ellas, para efectos de limpieza como actualmente se viene dando ( de 6 meses a un año) restando la capacidad de almacenamiento.
  - Evitar la pérdida del agua almacenada por filtración en el terreno (arena gruesa)
3. Contemplar la instalación de tuberías paralelas de conducción, a las que actualmente existen entre las lagunas de Pre-Sedimentación y la Planta de Tratamiento de manera que garantiza una producción permanente la planta, así bajen los niveles de agua en las mencionadas lagunas.

## **6.2 ACCIONES EN CALIDAD DE AGUA Y SISTEMAS DE TRATAMIENTO**

### **6.2.1 Aguas Superficiales**

1. Mejorar las condiciones de operación de la Planta de Tratamiento, de acuerdo a las normas recomendadas en cada proceso de tratamiento
2. Mejorar las condiciones de ambiente en cuanto al almacenamiento de los productos químicos
3. ampliar la infraestructura del laboratorio de manera que reúna las condiciones de agua requerida.

### **6.2.2 Aguas Subterráneas**

- Implementar un equipo de cloración por pozo, de manera que garantice la calidad de agua producida.

## **6.3 LINEA DE IMPULSION - CONDUCCION**

1. Desconectar todas las conexiones domiciliarias que se encuentran instaladas en las líneas de impulsión.
2. Iniciar una campaña para detectar las conexiones clandestinas instaladas en las líneas de impulsión.
3. Interconectar las baterías de las líneas de impulsión, de manera que permita aumentar la capacidad hidráulica de las mismas y contrarrestar la reducción de la capacidad de impulsión, por la disminución de "C" por efectos de incrustación.

## **6.4 RESERVORIOS**

1. Completar el sistema de rebose y limpieza en los reservorios que no cuenten o estén incompletos de manera que permita un adecuado mantenimiento.

2. Efectuar el cerco de los reservorios R-II, R-IV y RV de manera que se tenga la seguridad del caso y evitar cualquier incidente.
3. Completar la instalación de medidores de nivel en los reservorios que no cuenten.

#### **6.5 LINEAS DE ADUCCION Y RED DE DISTRIBUCION**

1. Eliminar los "cuellos de botella" en las líneas que lo tienen, de manera que permita entregar el flujo de agua con presiones adecuadas en la red de distribución. Particularmente en la línea que abastece a los sectores 7 y 8
2. Modificar el trazo del tramo de las líneas de aducción de 16" y 8" que abastece a los sectores 4 y 5 en las zonas donde existe fuga permanente de agua o donde la tubería es muy profunda.
3. Completar el catastro de redes y válvulas de manera que permita identificar el sistema de distribución.
4. Instalación de un programa de micromedición, que permita reducir las pérdidas de agua ya que actualmente al usuario solamente se le cobra con promedio.
5. Continuar con el programa de control de pérdidas de manera que permita reducir las pérdidas físicas.
6. Completar la sectorización de las redes de distribución.

## CAPITULO VII

### ANEXOS

En el presente capítulo se presenta los cálculos efectuados con Pitometría en las diferentes instalaciones del Sistema de Agua Potable de Chimbote, que ha permitido evaluarlo.

En el mismo se presenta 3 formatos:

- El primer formato es para anotar las deflecciones para determinar la curva de distribución de velocidades en el campo del flujo de agua que pasa por un conducto presunizado.
- El segundo formato es la construcción de la curva de velocidad, que nos permitirá determinar el factor de velocidad en la medición de campo realizada.
- El 3er formato es para determinar la velocidad central instantánea, que es la velocidad promedio, medida en el eje de la tubería en un corto espacio de tiempo.

Obteniéndose esta, al ubicar el Orificio Pitométrico en el eje de la tubería, cada 30 segundos durante 10 minutos.

En la última parte se hace el cálculo del caudal instantáneo obtenido como consecuencia de la medición de la velocidad.

ESTAC. PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 9.30		
D. nom. : 200		D. cal. : 190		Liquido d = 1.25	
Local : Salida Pozo 3					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
Dn	264	432	0.905	1.157	0.78
0.9 Dn	302	429	0.968	1.153	0.84
0.8 Dn	353	434	1.046	1.160	0.90
0.7 Dn	401	434	1.115	1.160	0.96
0.6 Dn	424	427	1.147	1.151	1.00
0.4 Dn	424	432	1.147	1.157	0.99
0.3 Dn	414	434	1.133	1.160	0.98
0.2 Dn	363	429	1.081	1.153	0.92
0.1 Dn	249	434	0.879	1.160	0.76
0.05 Dn	185	434	0.757	1.160	0.65

DN	V <sub>r</sub>	Ø NOM. 200 mm. Ø REAL 190 mm. DENS. 1.25 LOCAL SALIDA P-3 FECHA DIC - 1995 BACHILLER JUAN ALVITES BULLON	
		FV = 0.845	EP. No.
	0.75		
	0.84		
	0.895		
	0.945		
	0.99		
	0.985		
	0.91		
	0.82		
	0.72		
	0.60		
	8.455		PROMEDIO 0.845

VELOCIDADES EN RELACION A V <sub>c</sub> = 1		TOTAL
0.08	0.10	0.12
0.12	0.15	0.18
0.18	0.20	0.25
0.25	0.30	0.35
0.35	0.40	0.45
0.45	0.50	0.55
0.55	0.60	0.65
0.65	0.70	0.75
0.75	0.80	0.85
0.85	0.90	0.95
0.95	1.00	1.05
1.05	1.10	1.15
1.15	1.20	1.25
1.25	1.30	1.35
1.35	1.40	1.45
1.45	1.50	1.55
1.55	1.60	1.65
1.65	1.70	1.75
1.75	1.80	1.85
1.85	1.90	1.95
1.95	2.00	2.05
2.05	2.10	2.15
2.15	2.20	2.25
2.25	2.30	2.35
2.35	2.40	2.45
2.45	2.50	2.55
2.55	2.60	2.65
2.65	2.70	2.75
2.75	2.80	2.85
2.85	2.90	2.95
2.95	3.00	3.05
3.05	3.10	3.15
3.15	3.20	3.25
3.25	3.30	3.35
3.35	3.40	3.45
3.45	3.50	3.55
3.55	3.60	3.65
3.65	3.70	3.75
3.75	3.80	3.85
3.85	3.90	3.95
3.95	4.00	4.05
4.05	4.10	4.15
4.15	4.20	4.25
4.25	4.30	4.35
4.35	4.40	4.45
4.45	4.50	4.55
4.55	4.60	4.65
4.65	4.70	4.75
4.75	4.80	4.85
4.85	4.90	4.95
4.95	5.00	5.05
5.05	5.10	5.15
5.15	5.20	5.25
5.25	5.30	5.35
5.35	5.40	5.45
5.45	5.50	5.55
5.55	5.60	5.65
5.65	5.70	5.75
5.75	5.80	5.85
5.85	5.90	5.95
5.95	6.00	6.05
6.05	6.10	6.15
6.15	6.20	6.25
6.25	6.30	6.35
6.35	6.40	6.45
6.45	6.50	6.55
6.55	6.60	6.65
6.65	6.70	6.75
6.75	6.80	6.85
6.85	6.90	6.95
6.95	7.00	7.05
7.05	7.10	7.15
7.15	7.20	7.25
7.25	7.30	7.35
7.35	7.40	7.45
7.45	7.50	7.55
7.55	7.60	7.65
7.65	7.70	7.75
7.75	7.80	7.85
7.85	7.90	7.95
7.95	8.00	8.05
8.05	8.10	8.15
8.15	8.20	8.25
8.25	8.30	8.35
8.35	8.40	8.45
8.45	8.50	8.55
8.55	8.60	8.65
8.65	8.70	8.75
8.75	8.80	8.85
8.85	8.90	8.95
8.95	9.00	9.05
9.05	9.10	9.15
9.15	9.20	9.25
9.25	9.30	9.35
9.35	9.40	9.45
9.45	9.50	9.55
9.55	9.60	9.65
9.65	9.70	9.75
9.75	9.80	9.85
9.85	9.90	9.95
9.95	10.00	10.05
10.05	10.10	10.15
10.15	10.20	10.25
10.25	10.30	10.35
10.35	10.40	10.45
10.45	10.50	10.55
10.55	10.60	10.65
10.65	10.70	10.75
10.75	10.80	10.85
10.85	10.90	10.95
10.95	11.00	11.05
11.05	11.10	11.15
11.15	11.20	11.25
11.25	11.30	11.35
11.35	11.40	11.45
11.45	11.50	11.55
11.55	11.60	11.65
11.65	11.70	11.75
11.75	11.80	11.85
11.85	11.90	11.95
11.95	12.00	12.05
12.05	12.10	12.15
12.15	12.20	12.25
12.25	12.30	12.35
12.35	12.40	12.45
12.45	12.50	12.55
12.55	12.60	12.65
12.65	12.70	12.75
12.75	12.80	12.85
12.85	12.90	12.95
12.95	13.00	13.05
13.05	13.10	13.15
13.15	13.20	13.25
13.25	13.30	13.35
13.35	13.40	13.45
13.45	13.50	13.55
13.55	13.60	13.65
13.65	13.70	13.75
13.75	13.80	13.85
13.85	13.90	13.95
13.95	14.00	14.05
14.05	14.10	14.15
14.15	14.20	14.25
14.25	14.30	14.35
14.35	14.40	14.45
14.45	14.50	14.55
14.55	14.60	14.65
14.65	14.70	14.75
14.75	14.80	14.85
14.85	14.90	14.95
14.95	15.00	15.05
15.05	15.10	15.15
15.15	15.20	15.25
15.25	15.30	15.35
15.35	15.40	15.45
15.45	15.50	15.55
15.55	15.60	15.65
15.65	15.70	15.75
15.75	15.80	15.85
15.85	15.90	15.95
15.95	16.00	16.05
16.05	16.10	16.15
16.15	16.20	16.25
16.25	16.30	16.35
16.35	16.40	16.45
16.45	16.50	16.55
16.55	16.60	16.65
16.65	16.70	16.75
16.75	16.80	16.85
16.85	16.90	16.95
16.95	17.00	17.05
17.05	17.10	17.15
17.15	17.20	17.25
17.25	17.30	17.35
17.35	17.40	17.45
17.45	17.50	17.55
17.55	17.60	17.65
17.65	17.70	17.75
17.75	17.80	17.85
17.85	17.90	17.95
17.95	18.00	18.05
18.05	18.10	18.15
18.15	18.20	18.25
18.25	18.30	18.35
18.35	18.40	18.45
18.45	18.50	18.55
18.55	18.60	18.65
18.65	18.70	18.75
18.75	18.80	18.85
18.85	18.90	18.95
18.95	19.00	19.05
19.05	19.10	19.15
19.15	19.20	19.25
19.25	19.30	19.35
19.35	19.40	19.45
19.45	19.50	19.55
19.55	19.60	19.65
19.65	19.70	19.75
19.75	19.80	19.85
19.85	19.90	19.95
19.95	20.00	20.05
20.05	20.10	20.15
20.15	20.20	20.25
20.25	20.30	20.35
20.35	20.40	20.45
20.45	20.50	20.55
20.55	20.60	20.65
20.65	20.70	20.75
20.75	20.80	20.85
20.85	20.90	20.95
20.95	21.00	21.05
21.05	21.10	21.15
21.15	21.20	21.25
21.25	21.30	21.35
21.35	21.40	21.45
21.45	21.50	21.55
21.55	21.60	21.65
21.65	21.70	21.75
21.75	21.80	21.85
21.85	21.90	21.95
21.95	22.00	22.05
22.05	22.10	22.15
22.15	22.20	22.25
22.25	22.30	22.35
22.35	22.40	22.45
22.45	22.50	22.55
22.55	22.60	22.65
22.65	22.70	22.75
22.75	22.80	22.85
22.85	22.90	22.95
22.95	23.00	23.05
23.05	23.10	23.15
23.15	23.20	23.25
23.25	23.30	23.35
23.35	23.40	23.45
23.45	23.50	23.55
23.55	23.60	23.65
23.65	23.70	23.75
23.75	23.80	23.85
23.85	23.90	23.95
23.95	24.00	24.05
24.05	24.10	24.15
24.15	24.20	24.25
24.25	24.30	24.35
24.35	24.40	24.45
24.45	24.50	24.55
24.55	24.60	24.65
24.65	24.70	24.75
24.75	24.80	24.85
24.85	24.90	24.95
24.95	25.00	25.05
25.05	25.10	25.15
25.15	25.20	25.25
25.25	25.30	25.35
25.35	25.40	25.45
25.45	25.50	25.55
25.55	25.60	25.65
25.65	25.70	25.75
25.75	25.80	25.85
25.85	25.90	25.95
25.95	26.00	26.05
26.05	26.10	26.15
26.15	26.20	26.25
26.25	26.30	26.35
26.35	26.40	26.45
26.45	26.50	26.55
26.55	26.60	26.65
26.65	26.70	26.75
26.75	26.80	26.85
26.85	26.90	26.95
26.95	27.00	27.05
27.05	27.10	27.15
27.15	27.20	27.25
27.25	27.30	27.35
27.35	27.40	27.45
27.45	27.50	27.55
27.55	27.60	27.65
27.65	27.70	27.75
27.75	27.80	27.85
27.85	27.90	27.95
27.95	28.00	28.05
28.05	28.10	28.15
28.15	28.20	28.25
28.25	28.30	28.35
28.35	28.40	28.45
28.45	28.50	28.55
28.55	28.60	28.65
28.65	28.70	28.75
28.75	28.80	28.85
28.85	28.90	28.95
28.95	29.00	29.05
29.05	29.10	29.15
29.15	29.20	29.25
29.25	29.30	29.35
29.35	29.40	29.45
29.45	29.50	29.55
29.55	29.60	29.65
29.65	29.70	29.75
29.75	29.80	29.85
29.85	29.90	29.95
29.95	30.00	30.05
30.05	30.10	30.15
30.15	30.20	30.25
30.25	30.30	30.35
30.35	30.40	30.45
30.45	30.50	30.55
30.55	30.60	30.65
30.65	30.70	30.75
30.75	30.80	30.85
30.85	30.90	30.95
30.95	31.00	31.05
31.05	31.10	31.15
31.15	31.20	31.25
31.25	31.30	31.35
31.35	31.40	31.45
31.45	31.50	31.55
31.55	31.60	31.65
31.65	31.70	31.75
31.75	31.80	31.85
31.85	31.90	31.95
31.95	32.00	32.05
32.05	32.10	32.15
32.15	32.20	32.25
32.25	32.30	32.35
32.35	32.40	32.45
32.45	32.50	32.55
32.55	32.60	32.65
32.65	32.70	32.75
32.75	32.80	32.85
32.85	32.90	32.95
32.95	33.00	33.05
33.05	33.10	33.15
33.15	33.20	33.25
33.25	33.30	33.35
33.35	33.40	33.45
33.45	33.50	33.55
33.55	33.60	33.65
33.65	33.70	33.75
33.75	33.80	33.85
33.85	33.90	33.95
33.95	34.00	34.05
34.05	34.10	34.15
34.15	34.20	34.25
34.25	34.30	34.35
34.35	34.40	34.45</

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estad. Pitom. No		Prueb. No	Fecha: 07-07-95
Local: Salida Pozo 3			
D.Nom. 200	mm.	D. Real 190	mm
PITOT No: 2524		DENS.: 1.80	
MANOMETRO USG		AL	mm
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:	VER.:
Observ. : Llegada R-I			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
10'05'	292	1.474	55.65
	290	1.469	
	290	1.469	
	297	1.461	
	297	1.497	
	295	1.482	
	282	1.449	
	292	1.474	
	292	1.474	
	290	1.469	
	290	1.469	
	287	1.461	
	287	1.461	
	295	1.482	
	295	1.482	
	290	1.469	
	297	1.487	
	295	1.482	
	290	1.469	
	297	1.487	
	297	1.487	
TOTAL		30.944	1188.8%
FROMED.		1.474	55.65

#### CORRECCION DE LA DENSIDAD

	69.59		
1)	----- =	0.800	
	114.3		
	79.74		
2)	----- =	0.584	
	134.62		
	93.82		
3)	----- =	0.589	
	142.24		
	93.98		
4)	----- =	0.597	
	160.02		
	106.69		
5)	----- =	0.591	
	190.34		
	119.39		
6)	----- =	0.597	
	205.2		
	134.62		
7)	----- =	0.592	
	231.14		
TOTAL	=	4.120	
MEDIA	=	0.598	
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.588 = 1.588	

FV = Factor de Velocidad = 0.945

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.031416 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{190}{200} \right)^2 = 0.903$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00  
 Dens. Real - 1,000      0.598

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1,000}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{0.598}{0.80} = 0.96$

Vo = Velocidad Central = 1.474      Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.0339 m<sup>3</sup>/s

K = 0.023012      Q = 33.9 l/s



### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estac. Pitom. No      Prueb. No      Fecha: 07-07-95			
Local: Salida Pozo 3			
D. Nom. 200 mm.		D. Real 190 mm	
PITOT No: 2524		DENS.: 1.25	
MANOMETRO USG		AL mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL:              VER:	
Observ. : Llegada R-II			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
09*15'	409	1.126	82.65
	414	1.133	
	419	1.140	
	404	1.119	
	409	1.126	
	411	1.129	
	409	1.126	
	411	1.129	
	411	1.129	
	409	1.126	
	414	1.133	
	419	1.140	
	409	1.126	
	419	1.140	
	411	1.129	
	409	1.126	
	414	1.133	
	414	1.133	
	417	1.137	
	419	1.140	
	414	1.133	
TOTAL		29.753	1315.65
FROMED.		1.131	82.65

### CORRECCION DE LA DENSIDAD

	33.02		
1)	----- =	0.250	
	132.09		
	40.64		
2)	----- =	0.250	
	162.56		
	49.28		
3)	----- =	0.249	
	199.12		
	59.34		
4)	----- =	0.244	
	219.44		
	55.99		
5)	----- =	0.244	
	229.6		
	63.5		
6)	----- =	0.247	
	256.54		
	73.68		
7)	----- =	0.245	
	299.72		
TOTAL	=	1.723	
MEDIA	=	0.246	
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.246 = 1.246	

FV = Factor de Velocidad = 0.945

$$SNN = \text{Area} \begin{cases} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{cases} = 0.031416 \text{ m}^2$$

$$C_{diam.} = \text{Correccion del diametro} = \left( \frac{D_{real}}{D_{nom}} \right)^2 = \left( \frac{190}{200} \right)^2 = 0.903$$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

Dens. Real - 1,000      0.246

$$C_d = \text{Correccion de la densidad} = \frac{\text{Dens. Real} - 1,000}{\text{Dens. Nom.} - 1,000} = \frac{0.246}{0.25} = 0.989$$

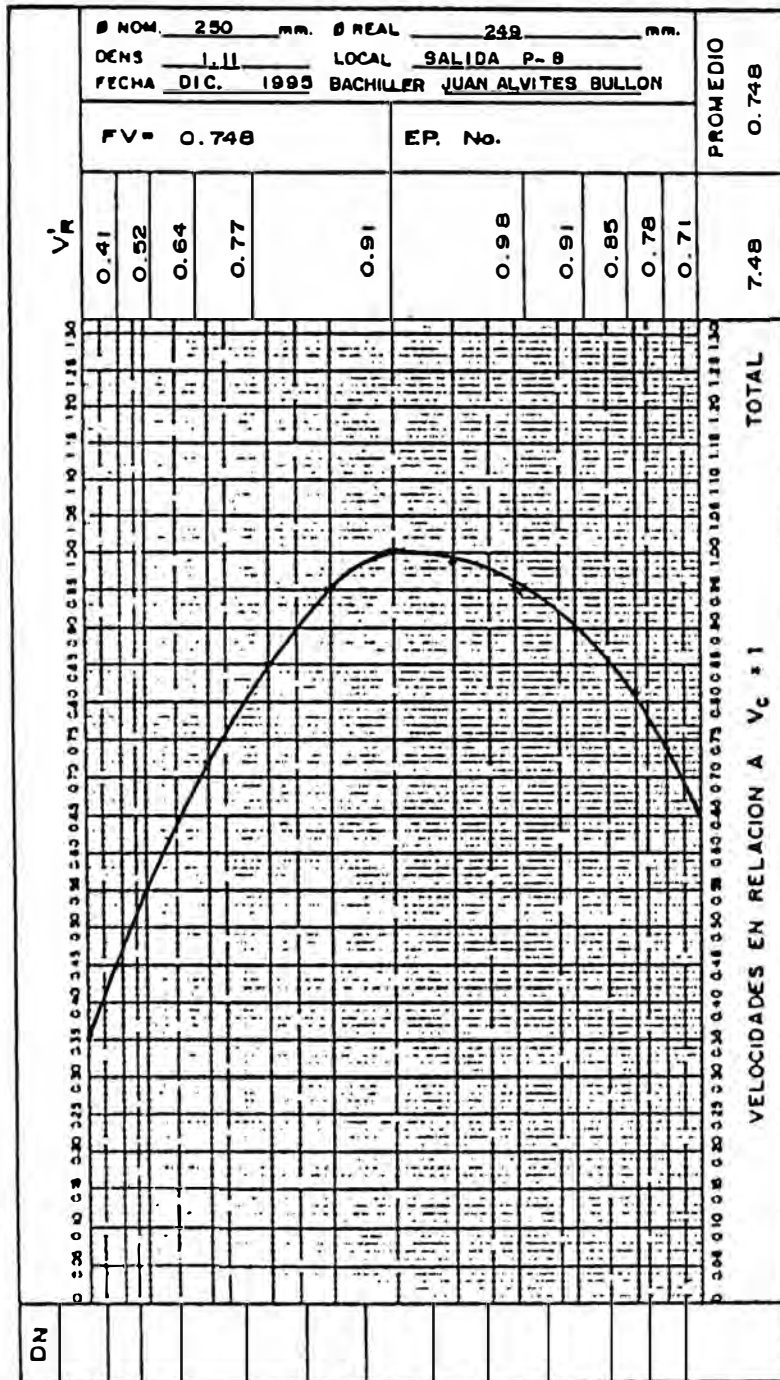
Vo = Velocidad Central = 1.131      Co = 1.00

$$Q = FV \times (SC) \times C_{diam.} \times C_t \times C_d \times (Co) \times V_o = \boxed{0.0262 \text{ m}^3/\text{s}}$$

K = 0.023204

Q = 26.2 l/s

ESTAC. PITOMETRICA NO			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 9:00 am		
D. nom. : 250		D. cal. : 249		Liquido d = 1.11	
Local : Salida del Pozo B					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
Dn	46	249	0.250	0.582	0.43
0.9 Dn	84	251	0.338	0.585	0.58
0.8 Dn	132	251	0.424	0.585	0.72
0.7 Dn	178	244	0.482	0.578	0.85
0.6 Dn	221	246	0.549	0.579	0.95
0.4 Dn	246	251	0.579	0.585	0.99
0.3 Dn	238	249	0.587	0.582	0.97
0.2 Dn	203	249	0.526	0.582	0.90
0.1 Dn	163	246	0.471	0.579	0.81
0.05 Dn	137	249	0.432	0.582	0.74



FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estzo. Pitom. No	Prueb. No	Fecha: 01-03-88	
Local: Salida Pozo 8			
D.Nom. 250	mm.	D. Real 249	mm
PITOT No:		DENS.: 1.25	
MANOMETRO		AL	mm
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL:	VER:
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
11:00'	191	0.77	49.00
	196	0.79	49.00
	196	0.78	49.00
	195	0.774	49.00
	191	0.77	49.00
	191	0.77	49.00
	195	0.774	49.00
	195	0.767	49.00
	189	0.763	49.00
	199	0.763	49.00
	191	0.77	49.00
	195	0.767	49.00
	196	0.760	49.00
	193	0.774	49.00
	196	0.780	49.00
	198	0.790	49.00
	189	0.763	49.00
	193	0.774	49.00
	193	0.774	49.00
	195	0.774	49.00
	198	0.763	49.00
TOTAL		18.190	1029.000
PROMED.		0.771	49.00

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

	27.94		
1)	-----	=	0.255
	169.22		
	39.1		
2)	-----	=	0.254
	149.96		
	43.18		
3)	-----	=	0.250
	172.72		
	49.26		
4)	-----	=	0.243
	199.12		
	55.99		
5)	-----	=	0.241
	231.14		
	69.59		
6)	-----	=	0.259
	264.16		
	78.2		
7)	-----	=	0.250
	304.8		
TOTAL		=	1.752
MEDIA		=	0.250
DENSIDAD REAL	= 1	0.250	= 1.250

FV = Factor de Velocidad = 0.749

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.049097 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{249}{250} \right)^2 = 0.992$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

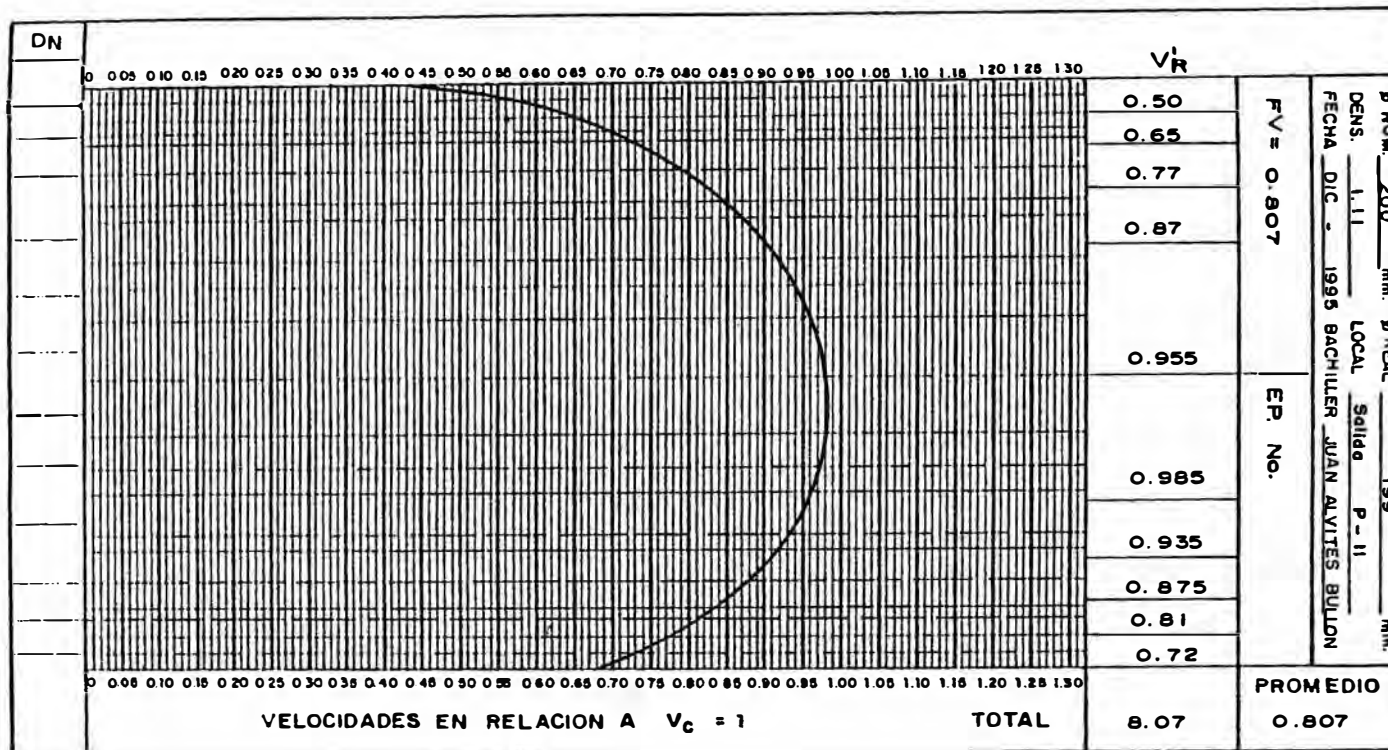
Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1,000}{0.25} = 1.0$

Vc = Velocidad Central = 0.771 Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vc = 0.0280 m<sup>3</sup>/s

K = 0.038425 Q = 28.0 l/s

ESTAC. PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 14:10 pm		
D. nom. : 200		D. cal. : 199		Liquido d = 1.11	
Local : Salida del Pozo 11					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	v (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
0.95 Dn	94	295	0.358	0.634	0.56
0.9 Dn	155	297	0.459	0.636	0.72
0.8 Dn	216	297	0.542	0.636	0.85
0.7 Dn	241	297	0.573	0.636	0.90
0.6 Dn	272	302	0.608	0.641	0.95
0.4 Dn	302	305	0.641	0.644	1.00
0.3 Dn	284	302	0.622	0.641	0.97
0.2 Dn	264	295	0.586	0.634	0.93
0.1 Dn	211	297	0.536	0.636	0.84
0.05 Dn	176	302	0.492	0.641	0.77



FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estad. Pitom. No	Prueb. No	Fecha: 01-03-98	
Local: Salida Pozo 11			
D. Nom. 200 mm.	D. Real 199 mm		
PITOT No:	DENS.: 1.25		
MANOMETRO USG	AL	mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bulion	CAL.:	VER.:	
Observ. : Llegada R-1			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
09:24'	597	1.360	47.60
	592	1.355	
	594	1.346	
	592	1.355	
	599	1.351	
	594	1.357	
	597	1.360	
	594	1.357	
	594	1.357	
	599	1.363	
	597	1.360	
	592	1.355	
	594	1.357	
	592	1.355	
	594	1.357	
	594	1.357	
	597	1.349	
	599	1.363	
	594	1.357	
	599	1.363	
	597	1.360	
TOTAL		28.494	999.60
FROMED.		1.357	47.60

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

	45.72		
1)	----- =	0.243	
	187.98		
	53.34		
2)	----- =	0.241	
	220.99		
	60.96		
3)	----- =	0.247	
	246.39		
	66.04		
4)	----- =	0.245	
	269.24		
	79.74		
5)	----- =	0.254	
	309.98		
	96.56		
6)	----- =	0.255	
	337.92		
	91.44		
7)	----- =	0.251	
	363.23		
TOTAL	=	1.736	
MEDIA	=	0.249	
DENSIDAD REAL	= 1	0.248 = 1.248	

FV = Factor de Velocidad = 0.907

$$SNN = \text{Area} \begin{matrix} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{matrix} = 0.031416 \text{ m}^2$$

$$Cdiam. = \text{Correccion del diametro} = \left( \frac{Dreal}{Dnom.} \right)^2 = \left( \frac{199}{200} \right)^2 = 0.99$$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

$$Cd = \text{Correccion de la densidad} = \frac{\text{Dens. Real} - 1.000}{\text{Dens. Nom.} - 1.000} = \frac{0.248}{0.25} = 0.994$$

Vo = Velocidad Central = 1.357 Co = 1.00

$$Q = FV \times (SC) \times Cdiam. \times Ct \times Cd \times (Co) \times Vo = 0.0335 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K = 0.024697 \quad Q = 33.5 \text{ l/s}$$

ESTAC. PITOMETRICA No 02

Equipo: PITOT SIMPLEX

Fecha : Diciembre 95

Hora : 10:00 - 11:25

D. nom. : 200

D. cal. : 145

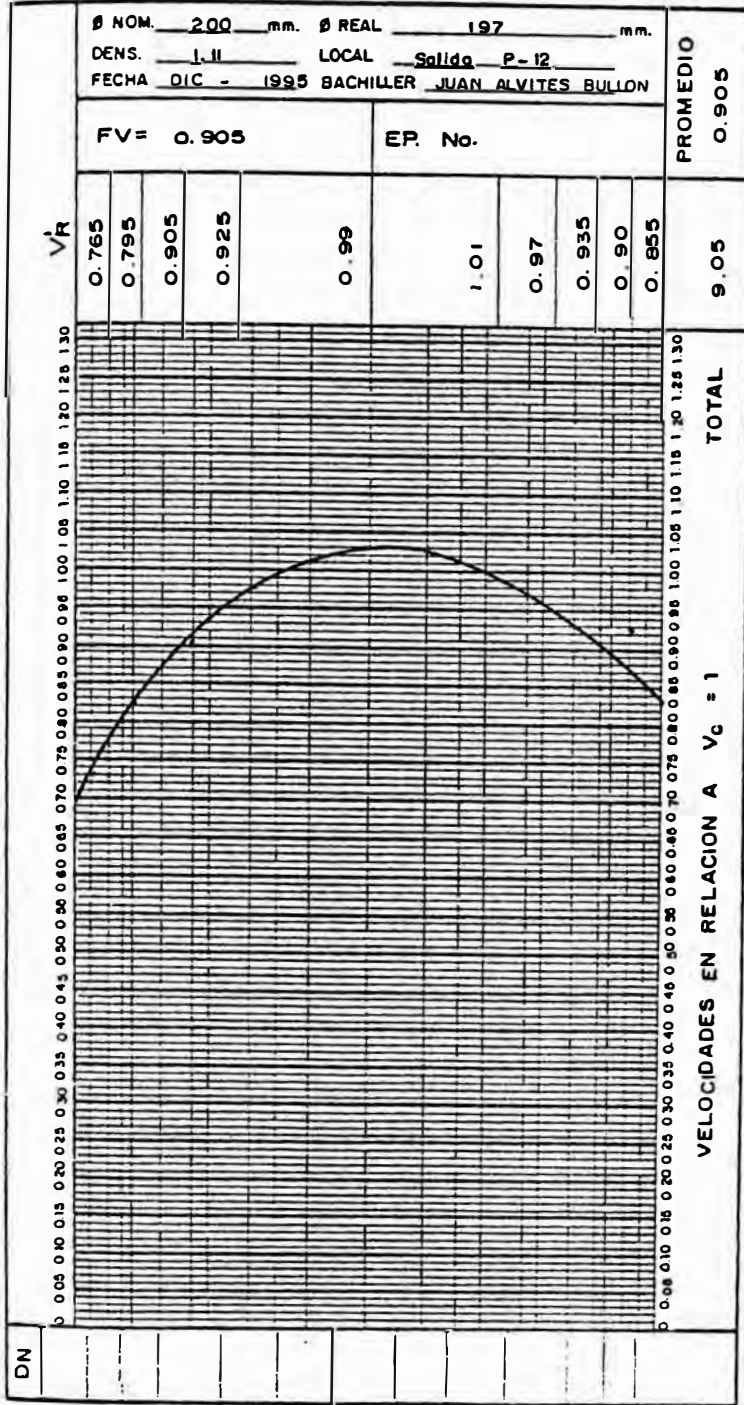
Liquido d = 1.25

Local : Salida Pozo NO 12

Operadores : Juan Alvites Bullon

D (mm)	h (mm)	hc (mm)	v (m/s)	Vc (m/s)	Valores de v para VC=1
0.95 Dn	241	457	0.573	0.789	0.73
0.9 Dn	305	455	0.644	0.787	0.82
0.8 Dn	361	447	0.701	0.780	0.90
0.7 Dn	384	419	0.733	0.755	0.97
0.6 Dn	414	429	0.751	0.764	0.98
0.4 Dn	434	411	0.789	0.748	1.03
0.3 Dn	414	424	0.751	0.760	0.99
0.2 Dn	408	447	0.744	0.780	0.95
0.1 Dn	399	439	0.737	0.773	0.95
0.05 Dn	389	452	0.728	0.785	0.93





FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estado. Pitom. No		Prueb. No		Fecha: 28-02-98	
Local: Salida Pozo 12					
D.Nom. 200		mm.		D. Real 197 mm	
PITOT No:		DENS.: 1.25			
MANOMETRO		AL		mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:		VER.:	
Observ. :					
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)		
10"14'	251	0.882	46.80		
	254	0.997			
	257	0.893			
	257	0.995			
	251	0.992			
	254	0.887			
	264	0.905			
	257	0.893			
	251	0.882			
	251	0.882			
	264	0.905			
	254	0.887			
	257	0.993			
	257	0.893			
	262	0.901			
	251	0.882			
	251	0.882			
	249	0.879			
	257	0.893			
	251	0.882			
	251	0.882			
TOTAL		19.865	994.900		
PROMED.		0.888	46.80		

### CORRECCION DE LA DENSIDAD

	38.1		
1)	-----	=	0.258
	147.32		
	43.19		
2)	-----	=	0.248
	175.26		
	50.8		
3)	-----	=	0.258
	198.12		
	55.88		
4)	-----	=	0.255
	219.44		
	63.5		
5)	-----	=	0.257
	246.59		
	66.04		
6)	-----	=	0.242
	271.78		
	78.2		
7)	-----	=	0.247
	307.34		
TOTAL	-----	=	1.761
MEDIA	-----	=	0.251
DENSIDAD REAL	= 1 +		0.251

FV = Factor de Velocidad = 0.905

$$S_{NN} = \text{Area} \begin{matrix} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{matrix} = 0.031416 \text{ m}^2$$

$$C_{diam.} = \text{Correccion del diametro} = \left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{197}{200} \right)^2 = 0.97$$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

$$C_d = \text{Correccion de la densidad} = \frac{\text{Dens. Real} - 1,000}{\text{Dens. Nom.} - 1,000} = \frac{0.251}{0.25} = 1.009$$

Vo = Velocidad Central = 0.888 Co = 1.00

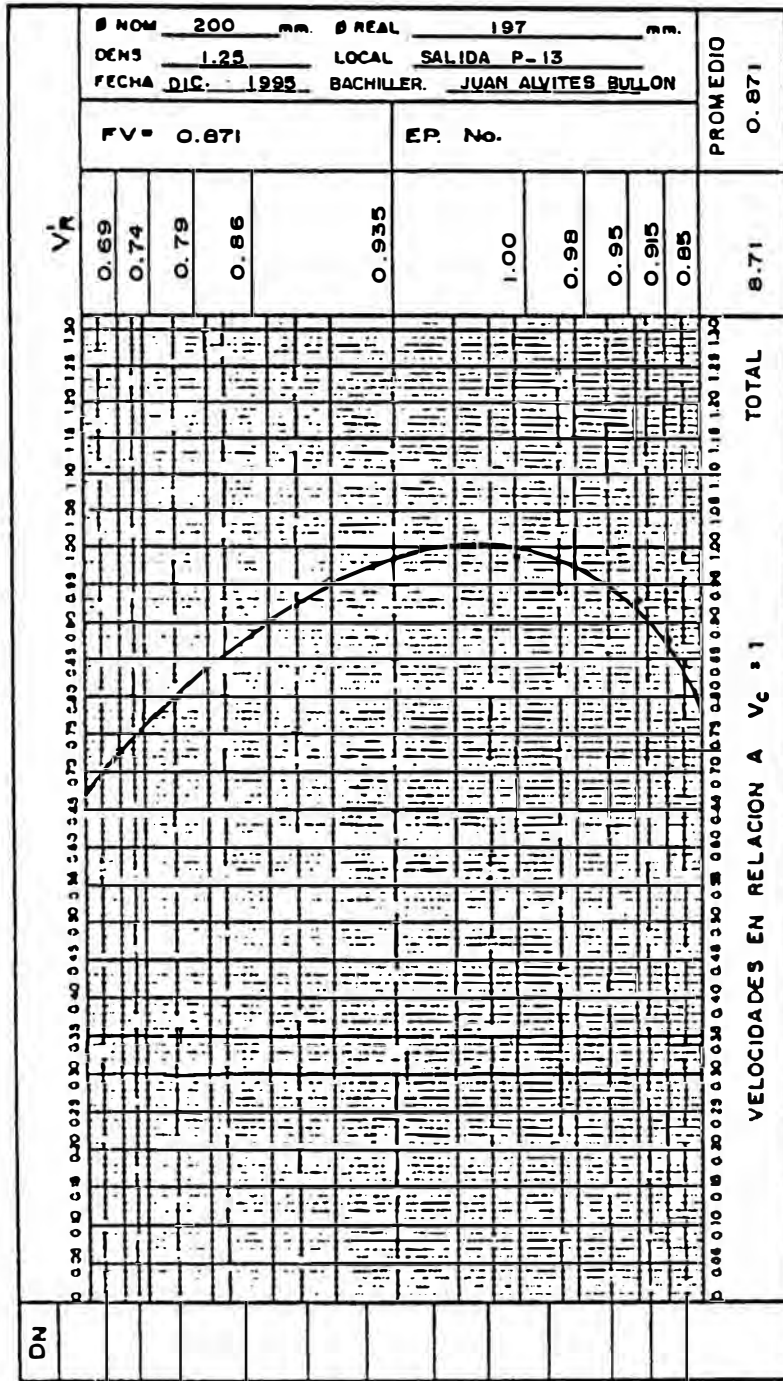
3N

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.0248 m<sup>3</sup>/s

K = 0.027799

Q = 24.8 l/s

ESTAC. PITOMETRICA No 01			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 12:45 - 13:30		
D. nom. : 200		D. cal. : 197		Liquido d = 1.25	
Local : Salida del Pozo P-13					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para Vc=1
0.95 Dn	157	300	0.998	0.984	0.72
0.9 Dn	170	302	0.726	0.987	0.75
0.8 Dn	206	305	0.803	0.972	0.83
0.7 Dn	244	305	0.870	0.972	0.80
0.6 Dn	279	305	0.930	0.972	0.96
0.4 Dn	307	307	0.976	0.976	1.00
0.3 Dn	299	305	0.963	0.972	0.99
0.2 Dn	294	305	0.955	0.972	0.98
0.1 Dn	289	305	0.913	0.972	0.95
0.05 Dn	238	307	0.858	0.976	0.88



FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Esta. Pitom. No      Prueb. No      Fecha: 29-02-98			
Local: Salida Pozo 13			
D.Nom. 200      mm.		D. Real 197      mm	
PITOT No:		DENS.: 1.80	
MANOMETRO		AL              mm	
OPERADOR: Juan Árvites Bullon		CAL.:              VER.:	
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
08:51'	152	1.055	46.90
	155	1.074	
	157	1.081	
	155	1.074	
	157	1.091	
	155	1.074	
	150	1.078	
	157	1.091	
	152	1.083	
	157	1.081	
	155	1.074	
	155	1.074	
	157	1.091	
	157	1.091	
	152	1.083	
	157	1.081	
	155	1.074	
	160	1.091	
	157	1.091	
	155	1.074	
	157	1.081	
	157	1.081	
	157	1.081	
TOTAL		22.811	884.900
PROMED.		1.077	46.90

### CORRECCION DE LA DENSIDAD

	33.5		
1)	----- =		0.581
	109.22		
	76.2		
2)	----- =		0.588
	129.54		
	81.28		
3)	----- =		0.581
	139.7		
	83.98		
4)	----- =		0.597
	160.02		
	106.89		
5)	----- =		0.583
	182.99		
	118.94		
6)	----- =		0.582
	200.68		
	129.54		
7)	----- =		0.588
	220.98		
TOTAL	=		4.099
MEDIA	=		0.584
DENSIDAD REAL	= 1 +		0.584 = 1.584

FV = Factor de Velocidad = 0.971

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.031416 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{Dreal}{Dnom.} \right)^2 = \left( \frac{197}{200} \right)^2 = 0.97$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00  
 Dens. Real - 1.000      0.584

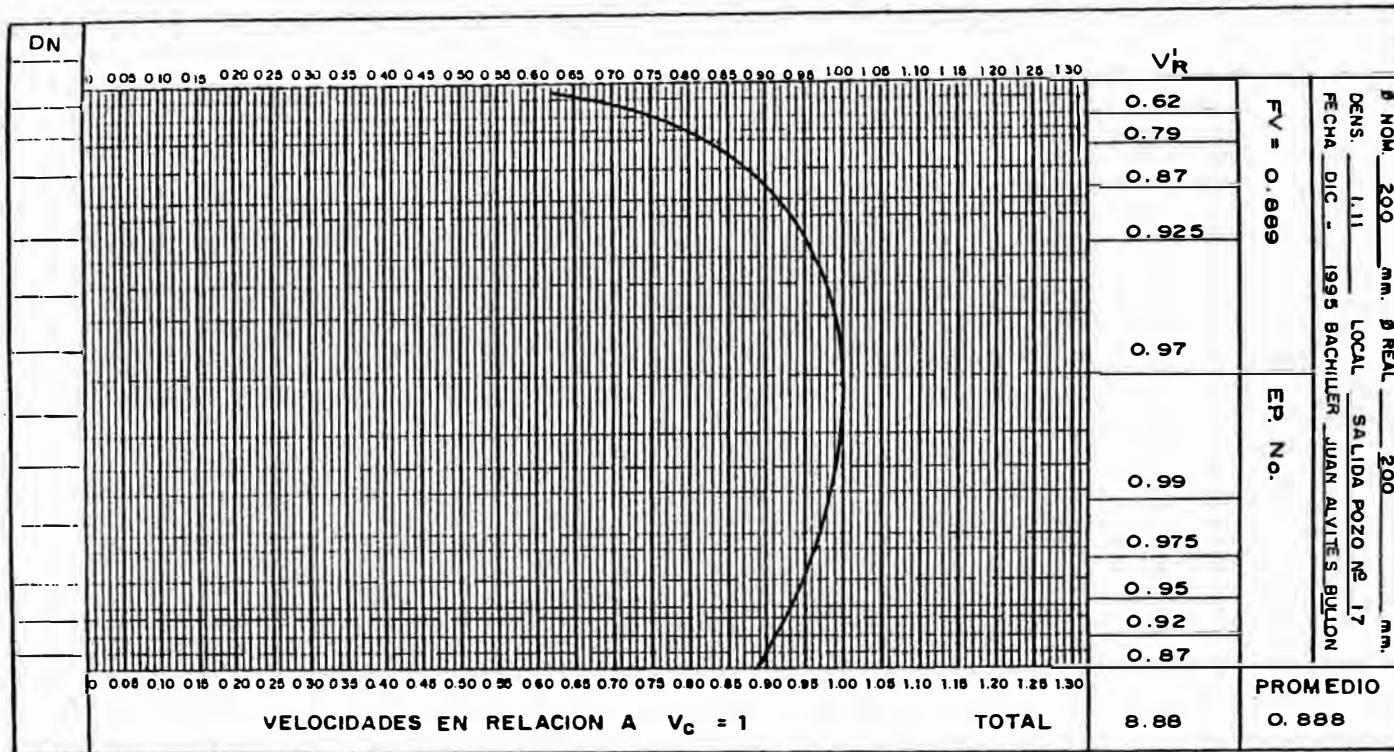
Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1.000}{Dens. Nom. - 1.000} = \frac{0.584}{0.60} = 0.947$

Vo = Velocidad Central = 1.077      Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.0270 m<sup>3</sup>/s

K = 0.025135      Q = 27.0 l/s

ESTAC. PITOMETRICA N°			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 9.10 A.M.		
D. nom. : 200		D. cai. : 198		Liquido d = 1.11	
Local : Salida Pozo 17					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
0.95 Dn	236	470	0.587	0.801	0.71
0.9 Dn	325	465	0.666	0.796	0.84
0.8 Dn	398	470	0.735	0.801	0.92
0.7 Dn	432	467	0.767	0.798	0.98
0.6 Dn	452	472	0.765	0.802	0.98
0.4 Dn	465	478	0.796	0.807	0.99
0.3 Dn	460	470	0.792	0.801	0.98
0.2 Dn	448	470	0.779	0.801	0.97
0.1 Dn	409	467	0.747	0.798	0.94
0 Dn	320	465	0.681	0.796	0.83



FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estad. Pitom. No		Prueb. No		Fecha: 01-03-88	
Local: Salida Pozo 17					
D.Nom. 200 mm.		D. Real 199 mm			
PITOT No:		DENS.: 1.25			
MANOMETRO		AL		mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:		VER.:	
Observ. :					
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)		
08:30'	245	0.875	46.55		
	241	0.864			
	241	0.864			
	239	0.861			
	254	0.932			
	239	0.861			
	241	0.864			
	234	0.852			
	239	0.861			
	241	0.864			
	241	0.864			
	234	0.852			
	239	0.861			
	241	0.864			
	234	0.852			
	238	0.855			
	239	0.861			
	231	0.846			
	239	0.861			
	239	0.861			
	236	0.855			
TOTAL		19.948	977.550		
PROMED.		0.859	46.55		

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

	38.1		
1)	-----	=	0.241
	157.48		
	40.64		
2)	-----	=	0.246
	165.1		
	45.72		
3)	-----	=	0.240
	190.5		
	50.8		
4)	-----	=	0.243
	208.29		
	60.96		
5)	-----	=	0.247
	246.39		
	69.59		
6)	-----	=	0.247
	276.96		
	78.2		
7)	-----	=	0.243
	312.42		
TOTAL		=	1.707
MEDIA		=	0.243
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.243	= 1.243

FV = Factor de Velocidad = 0.999

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.031416 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{Dreal}{Dnom.} \right)^2 = \left( \frac{199}{200} \right)^2 = 0.99$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1,000}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{0.243}{0.25} = 0.944$

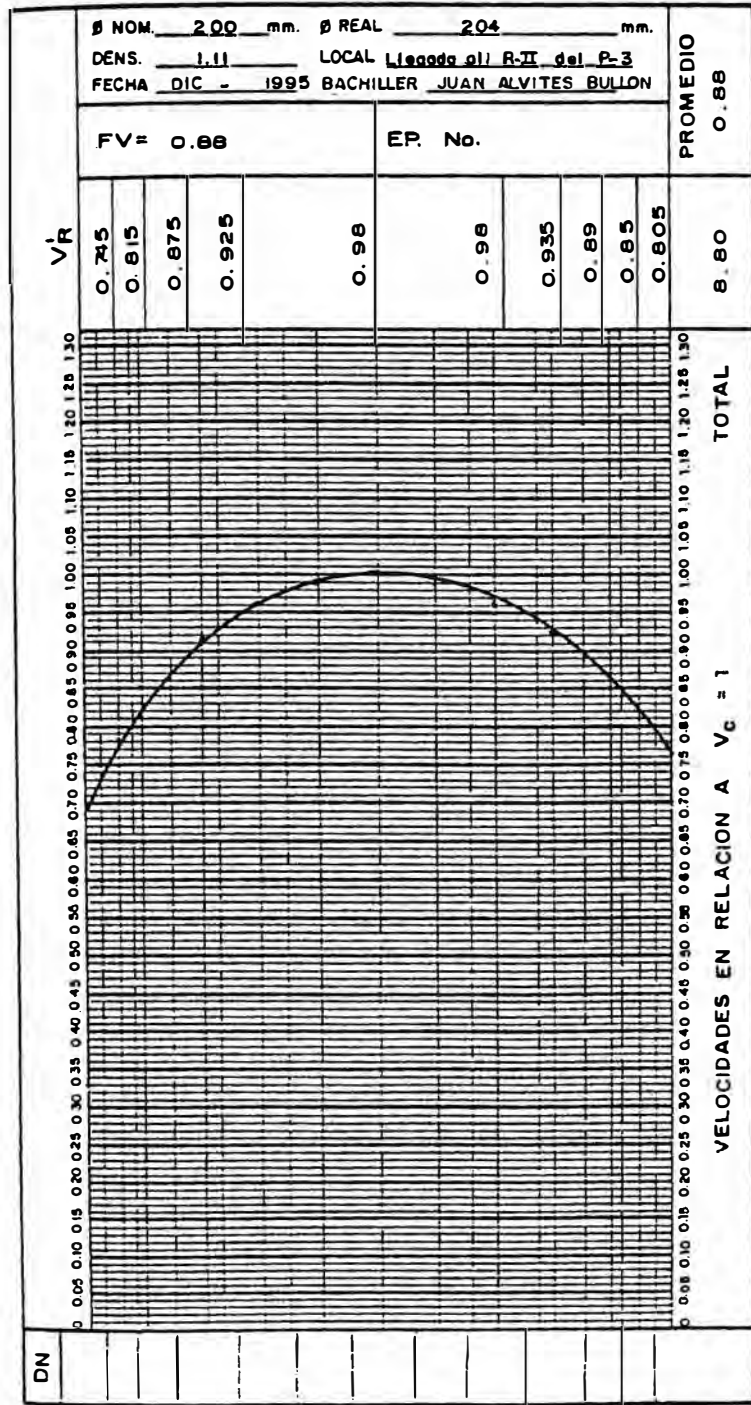
Vc = Velocidad Central = 0.859 Co = 1.00

Q = FV x (SN) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vc = 0.0223 m<sup>3</sup>/s

K = 0.026071 Q = 22.3 l/s



ESTAC. PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 11.20		
D. nom. : 200		D. cal. : 200		Liquido d = 1.11	
Local : Llegada RII Pozo 3					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	v (m/s)	vc (m/s)	Valores de v para VC=1
0.95 Dn	264	432	0.905	1.157	0.78
0.9 Dn	302	429	0.968	1.153	0.84
0.8 Dn	352	434	1.048	1.160	0.90
0.7 Dn	401	434	1.115	1.160	0.98
0.6 Dn	424	427	1.147	1.151	1.00
0.4 Dn	424	432	1.147	1.157	0.99
0.3 Dn	414	434	1.133	1.160	0.98
0.2 Dn	383	429	1.061	1.153	0.92
0.1 Dn	249	434	0.879	1.160	0.76
0.05 Dn	185	434	0.757	1.160	0.65



FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estaa. Pitom. No		Prueb. No		Fecha: 05-03-88	
Local: Llegada R-IIA del Pozo P-3A					
D.Nom. 200		mm.		D. Real 200 mm	
PITOT No:		DENS.: 1.11			
MANOMETRO		AL		mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:		VER.:	
Observ. :					
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)		
10*04'	460	0.792	10.15		
	452	0.795	10.15		
10*05'	455	0.798	10.15		
	460	0.792	10.15		
10*06'	465	0.796	10.15		
	452	0.785	10.15		
10*07'	460	0.792	10.15		
	457	0.789	10.15		
10*08'	457	0.789	10.15		
	442	0.776	10.15		
10*09'	455	0.789	10.15		
	452	0.795	10.15		
10*10'	465	0.796	10.15		
	462	0.794	10.15		
10*11'	475	0.805	10.15		
	467	0.796	10.15		
10*12'	457	0.789	10.15		
	487	0.798	10.15		
10*13'	470	0.801	10.15		
	472	0.802	10.15		
10*14'	472	0.802	10.15		
TOTAL		16.842	213.150		
FROMED.		0.792	10.15		

#### CORRECCION DE LA DENSIDAD

	0.7		
1)	-----	=	0.125 *
	5.7		
	0.9		
2)	-----	=	0.111 *
	7.2		
	0.9		
3)	-----	=	0.110
	9.2		
	1.1		
4)	-----	=	0.119 *
	9.3		
	1.2		
5)	-----	=	0.110
	10.9		
	1.4		
6)	-----	=	0.114
	12.3		
	1.3		
7)	-----	=	0.115
	13.9		
TOTAL	-----	=	0.560
MEDIA	-----	=	0.112
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.112	= 1.112

FV = Factor de Velocidad = 0.99

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.031416 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{200}{200} \right)^2 = 1.00$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1.000}{Dens. Nom. - 1.000} = \frac{0.112}{0.11} = 1.01818 = 1.009$

Vo = Velocidad Central = 0.792 Co = 1.00

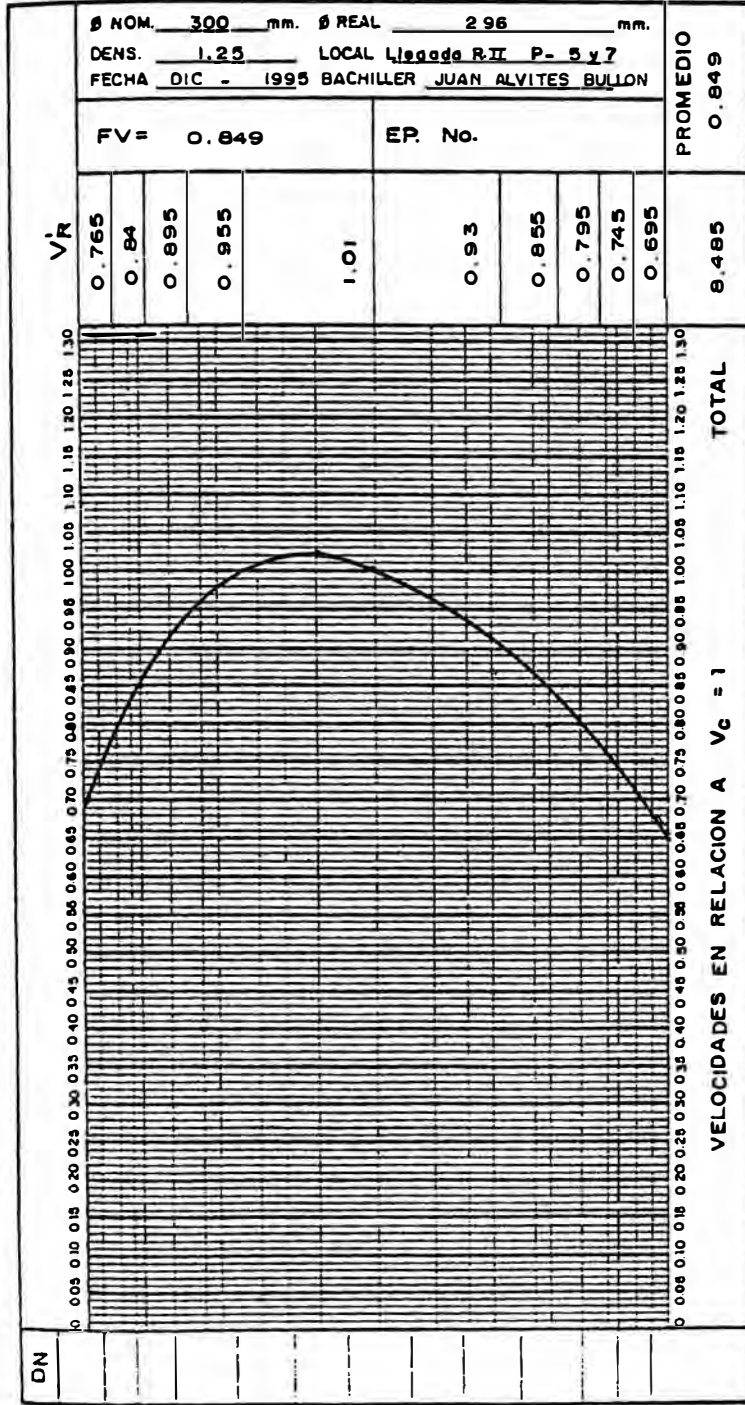
Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.0221 m<sup>3</sup>/s

K = 0.02799

Q = 22.1 l/s

\* VALOR ELIMINADO POR SER DISTORCIONANTE

ESTAC. PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 10:27		
D. nom. : 300		D. cal. : 298		Liquido d = 1.25	
Local : Llegada R-II Pozos 5 y 7					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para Vc=1
0.95 Dn	196	333	0.783	1.016	0.77
0.9 Dn	231	323	0.845	1.000	0.85
0.8 Dn	292	340	0.951	1.026	0.93
0.7 Dn	320	335	1.011	1.019	0.99
0.6 Dn	335	325	1.019	1.003	1.02
0.4 Dn	297	325	0.943	1.003	0.94
0.3 Dn	248	328	0.873	1.008	0.87
0.2 Dn	216	335	0.815	1.019	0.80
0.1 Dn	191	333	0.769	1.016	0.76
0.05 Dn	175	333	0.736	1.016	0.72



FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estac. Pitom. No      Prueb. No      Fecha: 05-03-88			
Local: Llegada R-IIA de los Pozos 5 y 7			
D.Nom. 300	mm.	D. Real 296	mm
PITOT No:		DENS.: 1.80	
MANOMETRO		AL                      mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:	VER.:
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
08*53'	229	1.305	10.85
	229	1.305	10.85
08*54'	238	1.325	10.85
	221	1.292	10.85
08*55'	231	1.311	10.85
	229	1.305	10.85
08*56'	226	1.297	10.85
	234	1.319	10.85
08*57'	229	1.305	10.85
	254	1.375	10.85
08*58'	234	1.319	10.85
	234	1.319	10.85
08*59'	226	1.297	10.85
	239	1.333	10.85
09*00'	226	1.297	10.85
	234	1.319	10.85
09*01'	226	1.297	10.85
	231	1.311	10.85
09*02'	231	1.311	10.85
	229	1.305	10.85
09*03'	239	1.333	10.85
TOTAL		27.570	227.850
PROMED.		1.313	10.85

#### CORRECCION DE LA DENSIDAD

	2.3		
1)	-----	=	0.590
	3.9		
	2.9		
2)	-----	=	0.583
	4.9		
	3.2		
3)	-----	=	0.571 *
	5.6		
	3.6		
4)	-----	=	0.581
	6.2		
	4.2		
5)	-----	=	0.583
	7.2		
	4.9		
6)	-----	=	0.571 *
	8.4		
	5.4		
7)	-----	=	0.575
	9.4		
TOTAL	=		2.912
MEDIA	=		0.592
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.582	= 1.582

FV = Factor de Velocidad = 0.949

\* VALOR ELIMINADO POR SER DISTORCIONANTE

$$SNN = \text{Area} \begin{cases} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{cases} = \text{0.070666 m}^2$$

$$C_{diam.} = \text{Correccion del diametro} = \left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{296}{300} \right)^2 = 0.97$$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion =

$$\frac{Dens. Real - 1,000}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{0.582}{0.800}$$

$$C_d = \text{Correccion de la densidad} = \frac{Dens. Real - 1,000}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{0.582}{0.800} = 0.97 = 0.985$$

Vc = Velocidad Central = 1.313      Co = 1.00

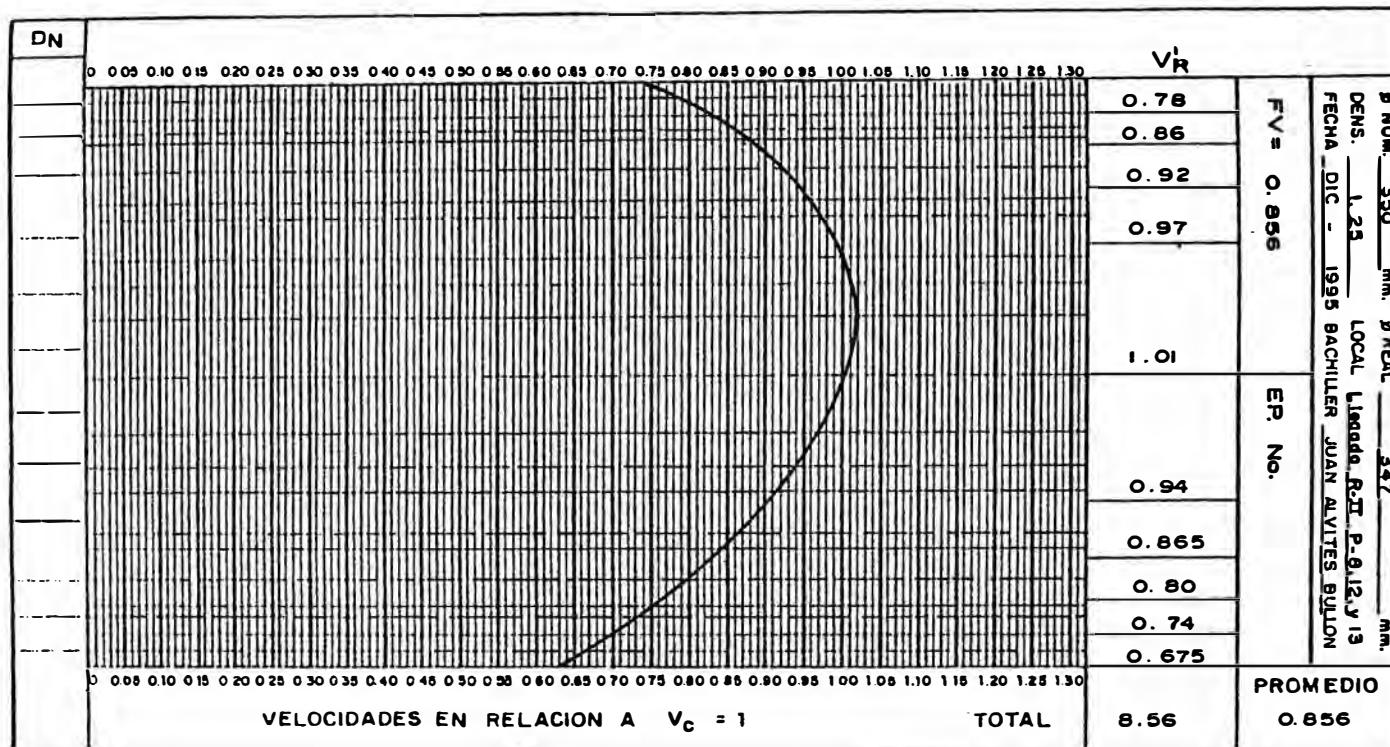
SN

$$Q = FV \times (SC) \times C_{diam.} \times C_t \times C_d \times (C_c) \times V_c = \boxed{0.0753 \text{ m}^3/\text{s}}$$

K = 0.05733

Q = 75.3 l/s

ESTAC PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			hora : 09:20		
D. nom. : 350		D. cal. : 347		Liquido d = 1.25	
Local : Llegada R-II Pozos 8, 12 y 13					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
0.95 Dn	175	257	0.738	0.892	0.83
0.9 Dn	201	264	0.789	0.904	0.87
0.8 Dn	246	257	0.873	0.892	0.96
0.7 Dn	270	277	0.930	0.928	1.00
0.6 Dn	274	262	0.921	0.901	1.02
0.4 Dn	244	262	0.869	0.901	0.96
0.3 Dn	221	264	0.827	0.904	0.91
0.2 Dn	198	272	0.783	0.918	0.85
0.1 Dn	170	257	0.725	0.892	0.81
0.05 Dn	157	264	0.697	0.904	0.77



FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD



**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estad. Pitom. No	Prueb. No	Fecha: 05-03-96	
Local: Llegada R-IIA de los Pozos 8, 12 y 13			
D.Nom. 350 mm.	D. Real 347 mm		
PITOT No:	DENS.: 1.80		
MANOMETRO	AL	mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon	CAL.:	VER.:	
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
09*26'	117	0.933	10.85
	124	0.960	10.85
09*27'	119	0.941	10.85
	122	0.953	10.85
09*29'	117	0.933	10.85
	119	0.941	10.85
09*29'	114	0.921	10.85
	114	0.921	10.85
09*30'	119	0.941	10.85
	122	0.953	10.85
09*31'	119	0.941	10.85
	119	0.941	10.85
09*32'	117	0.933	10.85
	119	0.941	10.85
09*33'	114	0.921	10.85
	117	0.933	10.85
09*34'	114	0.921	10.85
	119	0.941	10.85
09*35'	119	0.941	10.85
	122	0.953	10.85
09*36'	119	0.941	10.85
TOTAL		19.704	227.850
FROMED.		0.938	10.85

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

	2.3	
1)	----- =	0.590
	3.9	
	2.8	
2)	----- =	0.583
	4.9	
	3.2	
3)	----- =	0.582
	5.5	
	3.8	
4)	----- =	0.571 *
	6.3	
	4.2	
5)	----- =	0.583
	7.2	
	4.9	
6)	----- =	0.571 *
	9.4	
	5.4	
7)	----- =	0.574
	9.4	
TOTAL	=	2.912
MEDIA	=	0.582
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.582 = 1.582

\* VALOR ELIMINADO POR SER DISTORCIONANTE

FV = Factor de Velocidad = 0.938

SNN = Area  $\frac{\text{Nominal}}{\text{Corregida}}$  = 0.0962115 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left(\frac{D_{real}}{D_{nom.}}\right)^2 = \left(\frac{347}{350}\right)^2 = 0.983$

Ct = correccion de la proyeccion de la vavula de inoorporacion = 1.00  
Dens. Real - 1,000 0.582

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1,000}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{0.582}{0.800} = 0.97 = 0.995$

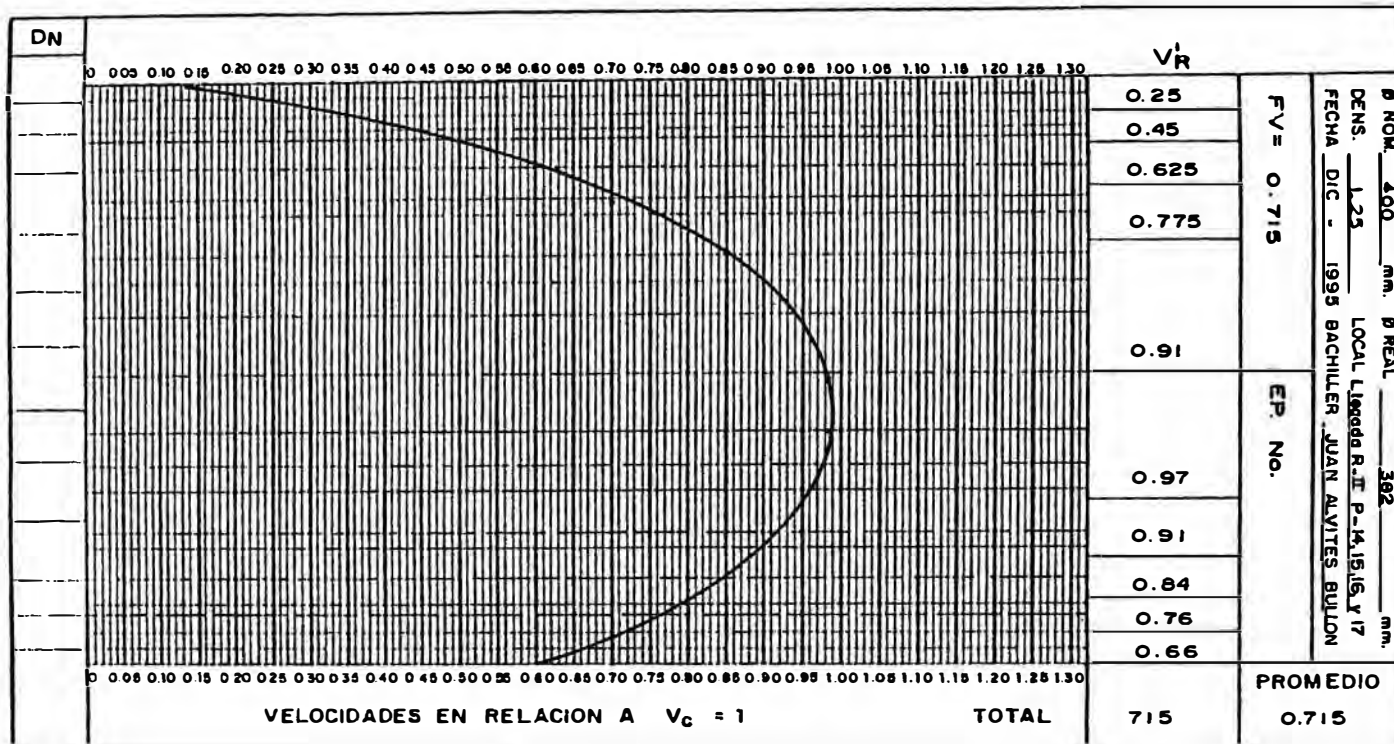
Vo = Velocidad Central = 0.938 Co = 1.00

Q = FV x (S.N) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.0749 m<sup>3</sup>/s

K = 0.078742

Q = 74.9 l/s

ESTAC. PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 09:30		
D. nom. : 400		D. cal. : 382		Líquido d = 1.25	
Local : Llegada R-II Pozos 14, 15, 16 y 17					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para vc=1
0.95 Dn	18	322	0.236	0.999	0.24
0.9 Dn	64	325	0.445	1.004	0.44
0.8 Dn	162	328	0.709	1.008	0.70
0.7 Dn	234	325	0.852	1.004	0.85
0.6 Dn	295	330	0.958	1.011	0.95
0.4 Dn	325	338	1.004	1.024	0.98
0.3 Dn	297	325	0.980	1.004	0.95
0.2 Dn	254	330	0.887	1.011	0.88
0.1 Dn	196	325	0.760	1.004	0.76
0.05 Dn	172	330	0.790	1.011	0.72



FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estad. Pitom. No		Prueb. No		Fecha: 08-03-88	
Local: Llegada A-II Pozos 14, 15, 16 y 17					
D.Nom.		mm.	D. Real		mm
PITOT No:		DENS.: 1,80			
MANOMETRO		AL		mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bulion			CAL.:		VER.:
Observ.: V.17 cerrado total					
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)		
09:52'	165	1.101	10.85		
	165	1.102	10.85		
	168	1.118	10.85		
	188	1.118	10.85		
	163	1.101	10.85		
	163	1.101	10.85		
	165	0.715	10.85		
	157	1.091	10.85		
	165	1.102	10.85		
	165	1.102	10.85		
	160	1.091	10.85		
	157	1.091	10.85		
	183	1.101	10.85		
	160	1.091	10.85		
	157	1.091	10.85		
	165	0.715	10.85		
	163	1.101	10.85		
	160	1.091	10.85		
	183	1.101	10.85		
	160	1.091	10.85		
	165	1.101	10.85		
TOTAL			22.304	227.950	
PROMED.			1.062	10.85	

#### CORRECCION DE LA DENSIDAD

	55.82		
1)	-----	=	0.594
	93.92		
	68.58		
2)	-----	=	0.582
	116.94		
	78.74		
3)	-----	=	0.584
	134.62		
	28.9		
4)	-----	=	0.583
	152.4		
	99.06		
5)	-----	=	0.582
	170.19		
	114.3		
6)	-----	=	0.584
	195.59		
	124.48		
7)	-----	=	0.583
	213.36		
TOTAL		=	4.096
MEDIA		=	0.595
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.585	= 1.585

FV = Factor de Velocidad = 0.715

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.12566 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{392}{400} \right)^2 = 0.91$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion =

Dens. Real - 1,000      0.595

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{\dots}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{0.600}{0.600} = 0.975 = 0.987$

Vc = Velocidad Central = 1.062      Co = 1.00

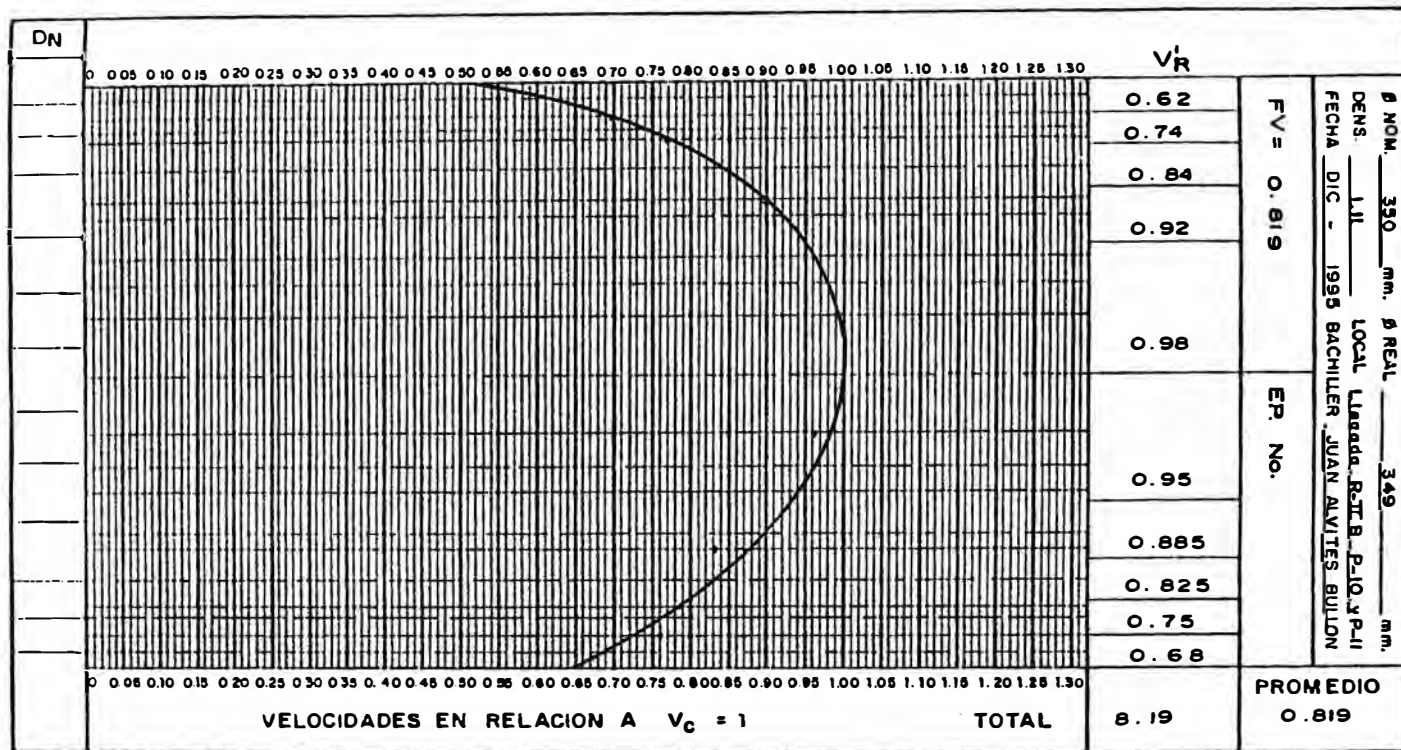
SN

Q = FV x (SN) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vc = 0.0557 m<sup>3</sup>/s

K = 0.03089

Q = 85.7 l/s

ESTAC PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 09:25		
D. nom. : 350		D. cal. : 349		Liquido d = 1.11	
Local : Llegada R-II Pozos 10 y 11					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
0.95 Dn	142	290	0.440	0.628	0.70
0.9 Dn	168	282	0.478	0.620	0.77
0.8 Dn	234	280	0.564	0.628	0.90
0.7 Dn	279	285	0.618	0.634	0.97
0.6 Dn	297	295	0.636	0.634	1.00
0.4 Dn	274	300	0.611	0.639	0.96
0.3 Dn	234	300	0.564	0.639	0.88
0.2 Dn	195	290	0.519	0.628	0.85
0.1 Dn	155	290	0.499	0.628	0.79
0.05 Dn	168	290	0.478	0.628	0.76



FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estad. Pitom. No	Prueb. No	Fecha: 05-03-88	
Local: Llegada R-IIA de los Pozos 10 y 11			
D.Nom. 350 mm.	D. Real 349 mm		
PITOT No:	DENS.: 1.11		
MANOMETRO	AL	mm	
OPERADOR: Juan Alvites Buillon	CAL:	VER:	
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
11*06'	354	0.724	11.90
	371	0.711	11.90
11*07'	376	0.718	11.90
	351	0.721	11.90
11*09'	373	0.713	11.90
	381	0.721	11.90
11*09'	371	0.711	11.90
	379	0.719	11.90
11*10'	384	0.724	11.90
	373	0.713	11.90
11*11'	369	0.709	11.90
	369	0.709	11.90
11*12'	379	0.719	11.90
	371	0.711	11.90
11*13'	384	0.724	11.90
	389	0.709	11.90
11*14'	379	0.719	11.90
	371	0.711	11.90
11*15'	366	0.706	11.90
	363	0.704	11.90
11*16'	373	0.713	11.90
TOTAL		15.001	249.900
PROMED.		0.714	11.90

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

	15.24		
1)	-----	=	0.115
	132.08		
	20.32		
2)	-----	=	0.116
	175.26		
	22.96		
3)	-----	=	0.114
	200.66		
	27.94		
4)	-----	=	0.116
	241.3		
	30.48		
5)	-----	=	0.110
	276.96		
	39.1		
6)	-----	=	0.122 *
	312.42		
	40.64		
7)	-----	=	0.115
	353.06		
TOTAL		=	0.696
MEDIA		=	0.114
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.114	= 1.114

\* VALOR ELIMINADO POR SER DISTORCIONANTE

FV = Factor de Velocidad = 0.919

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.0962115 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{349}{350} \right)^2 = 0.99$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion =  $\frac{Dens. Real - 1,000}{0.114} = 0.114$

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Nom. - 1,000}{0.110} = 1.036 = 1.019$

Vo = Velocidad Central = 0.714 Co = 1.00

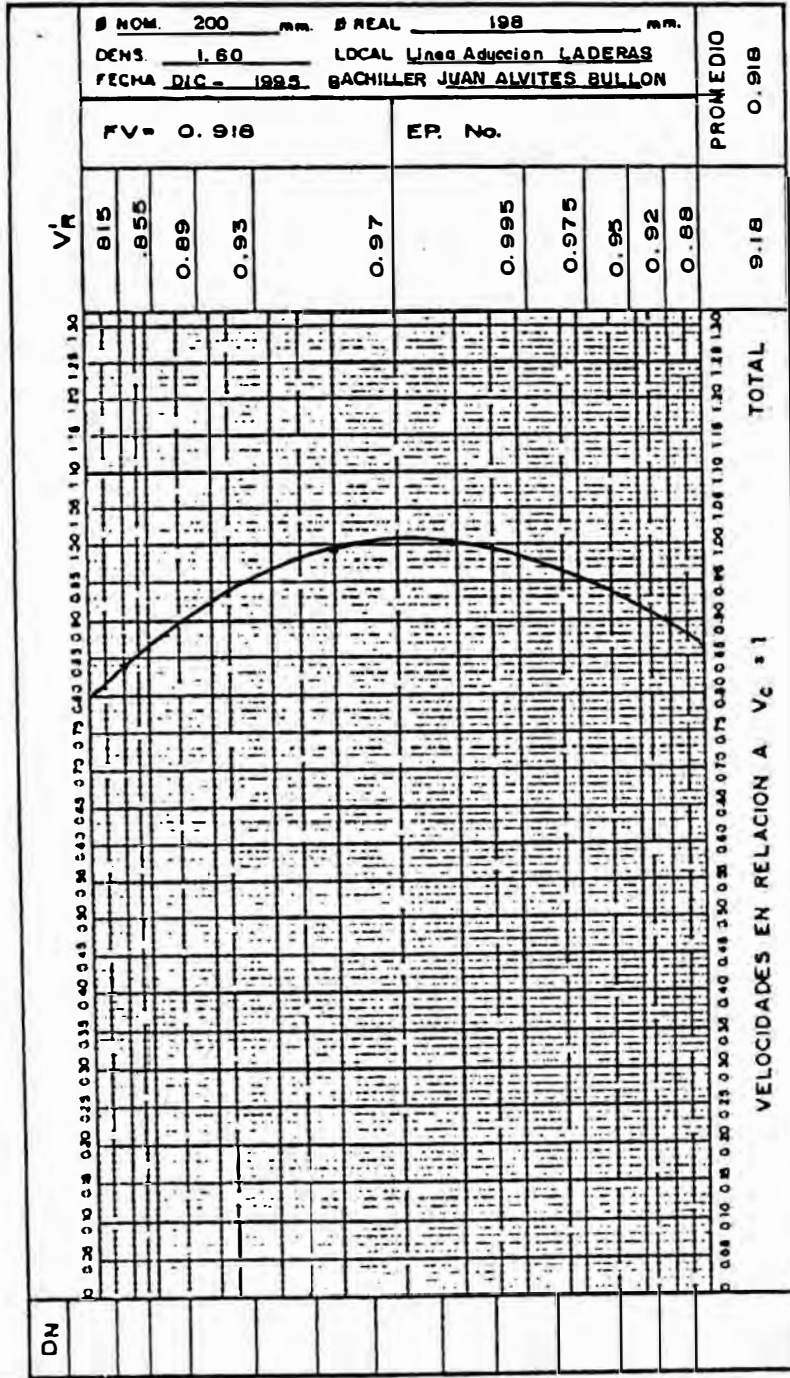
Q = FV x (SNN) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.0567 m<sup>3</sup>/s

K = 0.079413

Q = 56.7 l/s

ESTAC. PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 15:20		
D. nom. : 200		D. cal. :		Liquido d = 1.60	
Local : Salina A-II a Laderas, Los Pinos, 2 de Junio					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
Dn	508	719	1.944	2.313	0.84
0.9 Dn	589	711	2.093	2.300	0.91
0.8 Dn	635	716	2.174	2.308	0.94
0.7 Dn	688	711	2.228	2.300	0.87
0.6 Dn	689	714	2.281	2.305	0.89
0.4 Dn	716	716	2.308	2.308	1.00
0.3 Dn	686	711	2.263	2.300	0.98
0.2 Dn	673	709	2.238	2.297	0.97
0.1 Dn	695	716	2.174	2.308	0.94
0.05 Dn	597	716	2.108	2.308	0.91





FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estad. Pitom. No      Prueb. No      Fecha: 12-04-88			
Local: Salida Reservorio Laderas			
D. Nom. 200 mm.		D. Real 188 mm	
PITOT No:		DENS.: 13.58	
MANOMETRO:		AL mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:      VER.:	
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
6"14'	50	2.164	21.70
	50	2.164	21.70
	50	2.164	21.70
	29	2.090	21.04
	30	2.164	21.04
	30	2.164	21.04
	30	2.164	21.04
	30	2.164	21.04
	30	2.164	21.04
	29	2.090	21.04
	30	2.164	21.04
	30	2.164	21.04
	30	2.164	21.04
	30	2.164	21.04
	30	2.164	21.04
	30	2.164	21.01
	50	2.164	21.01
	29	2.090	21.01
	30	2.164	21.01
	30	2.164	21.01
	50	2.164	21.01
TOTAL		45.222	443.84
FROMED.		2.153	21.125

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

- 1) ----- =
- 2) ----- =
- 3) ----- =
- 4) ----- =
- 5) ----- =
- 6) ----- =
- 7) ----- =
- TOTAL =
- MEDIA =
- DENSIDAD REAL = 1 +

FV = Factor de Velocidad = 0.919

$$SNN = \text{Area} \begin{cases} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{cases} = 0.031416 \text{ m}^2$$

$$C_{diam.} = \text{Correccion del diametro} = \left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{188}{200} \right)^2 = 0.89$$

$$C_t = \text{correccion de la proyeccion de la valvula de incoorporacion} = 1.00$$

$$C_d = \text{Correccion de la densidad} = \frac{\text{Dens. Real} \cdot 1,000}{\text{Dens. Nom.} \cdot 1,000} = 1.00$$

$$V_o = \text{Velocidad Central} = 2.153 \text{ m/s} \quad C_o = 1.00$$

$$Q = FV \times (SC) \times C_{diam.} \times C_t \times C_d \times (C_o) \times V_o = \boxed{0.0608 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$K = \boxed{0.028283} \quad Q = 60.311/\text{s}$$

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estad. Pitom. No      Prueb. No      Fecha: 12-04-88			
Local: Salida Reservorio Laderas			
D.Nom. 200      mm.		D. Real 198      mm	
PITOT No:		DENS.: 13.58	
MANOMETRO:		AL                      mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:                      VER.:	
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
6'35'	28	2.090	20.30
	30	2.164	20.31
	30	2.184	20.31
	30	2.164	20.31
	30	2.164	20.31
	30	2.164	20.31
	30	2.164	20.31
	30	2.164	20.31
	30	2.164	20.31
	30	2.164	20.30
	33	2.269	20.30
	30	2.164	20.30
	30	2.184	20.30
	30	2.164	20.30
	30	2.164	20.30
	30	2.164	20.23
	30	2.164	20.23
	33	2.269	20.23
	30	2.164	20.23
	30	2.164	20.23
	33	2.269	20.23
	30	2.164	20.23
TOTAL		45.625	425.83
FROMED.		2.175	20.280

#### CORRECCION DE LA DENSIDAD

- 1)                      ..... =
- 2)                      ..... =
- 3)                      ..... =
- 4)                      ..... =
- 5)                      ..... =
- 6)                      ..... =
- 7)                      ..... =
- TOTAL                      =
- MEDIA                      =
- DENSIDAD REAL = 1 +

FV = Factor de Velocidad =                      0.918

ANN = Area Nominal =                      0.031416      m<sup>2</sup>  
Corregida

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left(\frac{D_{real}}{D_{nom.}}\right)^2 = \left(\frac{198}{200}\right)^2 = 0.98$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00  
 Dens. Real - 1.000

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1.000}{Dens. Nom. - 1.000} = 1.00$

Vo = Velocidad Central = 2.175 m/s      Co = 1.00

Q = FV x (AN) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.0614 m<sup>3</sup>/s

K = 0.028263      Q = 61.4 lt/s









**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estao. Pitom. No	Prueb. No	Fecha: 12-04-98	
Local: Salida Reservoirio Laderas			
D.Nom. 200 mm.	D. Real 198 mm		
PITOT No:	DENS.: 13.58		
MANOMETRO:	AL mm		
OPERADOR: Juan Alvites Bullon	CAL:	VER:	
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
2'15"	30	2.164	16.45
	30	2.164	16.45
	28	2.080	16.45
	30	2.164	16.45
	30	2.164	16.45
	30	2.164	16.10
	30	2.164	16.10
	29	2.080	16.10
	30	2.164	16.10
	30	2.164	17.15
	30	2.164	17.15
	30	2.164	17.15
	30	2.164	17.50
	30	2.164	17.50
	30	2.164	17.50
	30	2.164	17.15
	30	2.164	17.15
	30	2.164	17.15
	30	2.164	17.15
	30	2.164	17.15
	30	2.164	16.80
	30	2.164	16.80
TOTAL		45.296	302.80
PROMED.		2.157	16.800

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

- 1) ..... =
- 2) ..... =
- 3) ..... =
- 4) ..... =
- 5) ..... =
- 6) ..... =
- 7) ..... =
- TOTAL =
- MEDIA =
- DENSIDAD REAL = 1 +

FV = Factor de Velocidad = 0.919

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.031416 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{198}{200} \right)^2 = 0.98$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incoorporacion = 1.00  
 Dens. Real - 1,000

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1,000}{Dens. Nom. - 1,000} = 1.00$

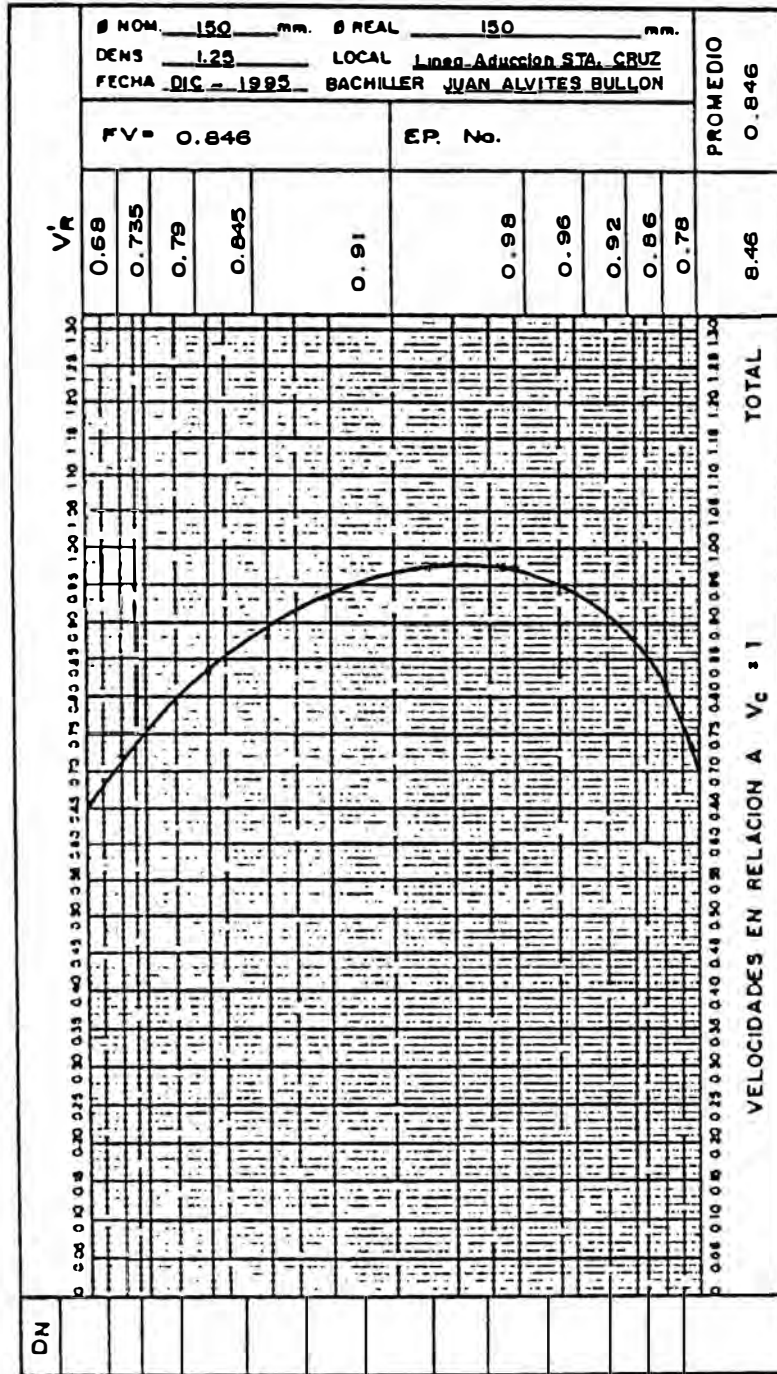
Vc = Velocidad Central = 2.157 m/s Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vc = 0.0609 m<sup>3</sup>/s

K = 0.028263 Q = 60.9 lt/s



ESTAC. PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 14:32		
D. nom. : 150		D. cal. : 150		Liquido d = 1.25	
Local : Salida R-II Santa Cruz					
Operadores : Juan Alviles Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
Dn	97	188	0.548	0.763	0.72
0.9 Dn	104	191	0.568	0.770	0.74
0.8 Dn	127	185	0.627	0.757	0.83
0.7 Dn	147	188	0.675	0.763	0.88
0.6 Dn	165	191	0.715	0.770	0.93
0.4 Dn	165	191	0.757	0.770	0.96
0.3 Dn	178	185	0.743	0.757	0.98
0.2 Dn	157	191	0.698	0.770	0.81
0.1 Dn	145	188	0.670	0.763	0.88
0.05 Dn	127	191	0.627	0.770	0.81



FORMATOPARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

ESTAC. PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 4:15		
D. nom. : 150		D. cal. : 150		Liquido d = 1.60	
Local : Salida R-II Esperanza Baja					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
Dn	282	602	1.386	2.118	0.66
0.9 Dn	422	610	1.772	2.130	0.63
0.8 Dn	457	607	1.844	2.125	0.87
0.7 Dn	488	602	1.908	2.118	0.90
0.6 Dn	536	605	1.997	2.122	0.94
0.4 Dn	589	602	2.093	2.116	0.99
0.3 Dn	533	607	1.991	2.125	0.84
0.2 Dn	508	607	1.944	2.125	0.91
0.1 Dn	480	610	1.890	2.130	0.89
0.05 Dn	408	602	1.745	2.118	0.82

DN	V <sub>R</sub> '																				F.V. = 0.822		E.P. No.									
	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	0.615	B NOM 150 mm. B REAL 150 mm. DENS 1.60 LOCAL L. ADUCCION E. BAJA FECHA DIC - 1995 BACHILLER JUAN ALVITES BULLON	PROMEDIO 0.822		
																												0.70				
																															0.77	
																															0.845	
																															0.915	
																															0.97	
																															0.92	
																															0.875	
																																0.83
																																0.78
																														VELOCIDADES EN RELACION A V <sub>c</sub> = 1	TOTAL	8.22

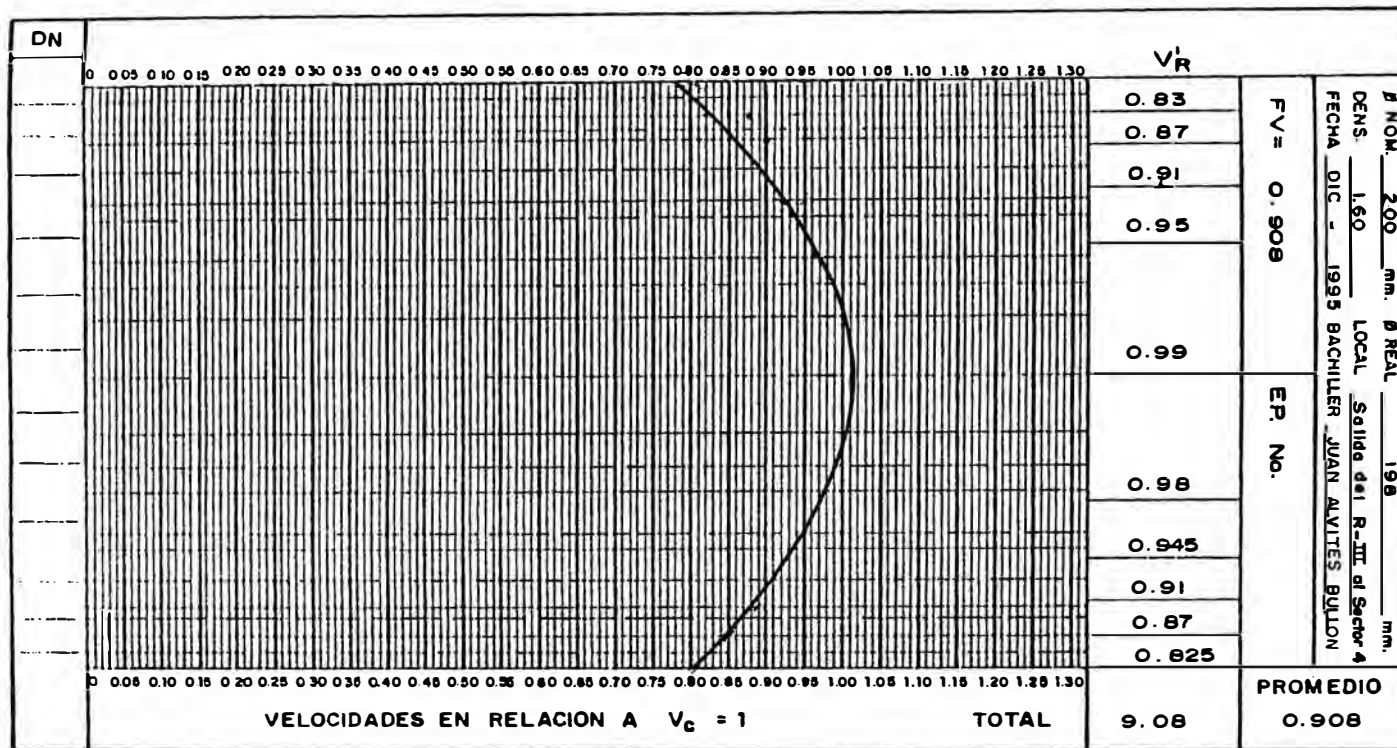
FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

ESTAC. PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 5:45		
D. nom. : 725		D. cal. : 725		Liquido d = 1.60	
Local : Salida R-II Casco Urbano, Sectores 1, 2 y 3					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
Dn	264	691	1.402	2.268	0.62
0.9 Dn	427	691	1.782	2.268	0.79
0.8 Dn	508	688	1.944	2.263	0.86
0.7 Dn	533	681	1.991	2.251	0.88
0.6 Dn	564	683	2.049	2.254	0.91
0.4 Dn	592	666	2.099	2.259	0.93
0.3 Dn	561	678	2.043	2.246	0.91
0.2 Dn	554	691	2.030	2.268	0.90
0.1 Dn	516	685	1.959	2.263	0.87
0.05 Dn	442	693	1.814	2.271	0.80

DN	V <sub>R</sub>																									PROMEDIO						
	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	0.745	NOM 725 mm. Ø REAL 725 mm. DCMS 1.60 LOCAL Línea Aducción CASCO URBANO FECHA DIC - 1995 BACHILLER JUAN ALVITES BULLON	FV = 0.830 EP. No.	8.30	
																												0.78				
																												0.815				
																												0.85				
																												0.89				
																												0.915				
																												0.885				
																												0.85				
																																0.815
																																0.76
																													TOTAL	8.30		
																													VELOCIDADES EN RELACION A V <sub>c</sub> = 1	0.830		

FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

ESTAC PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 07:20		
D. nom. : 200		D. cal. : 198		Liquido d = 1.60	
Local : Staída Reservorio R-III al Sector 4					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
0.95 Dn	518	671	1.983	2.234	0.88
0.9 Dn	541	663	2.006	2.221	0.90
0.8 Dn	574	676	2.067	2.243	0.92
0.7 Dn	625	681	2.157	2.251	0.96
0.6 Dn	656	681	2.213	2.251	0.98
0.4 Dn	663	663	2.221	2.221	1.00
0.3 Dn	643	681	2.187	2.251	0.97
0.2 Dn	588	681	2.095	2.251	0.93
0.1 Dn	536	676	1.997	2.243	0.89
0.05 Dn	485	668	1.900	2.229	0.85



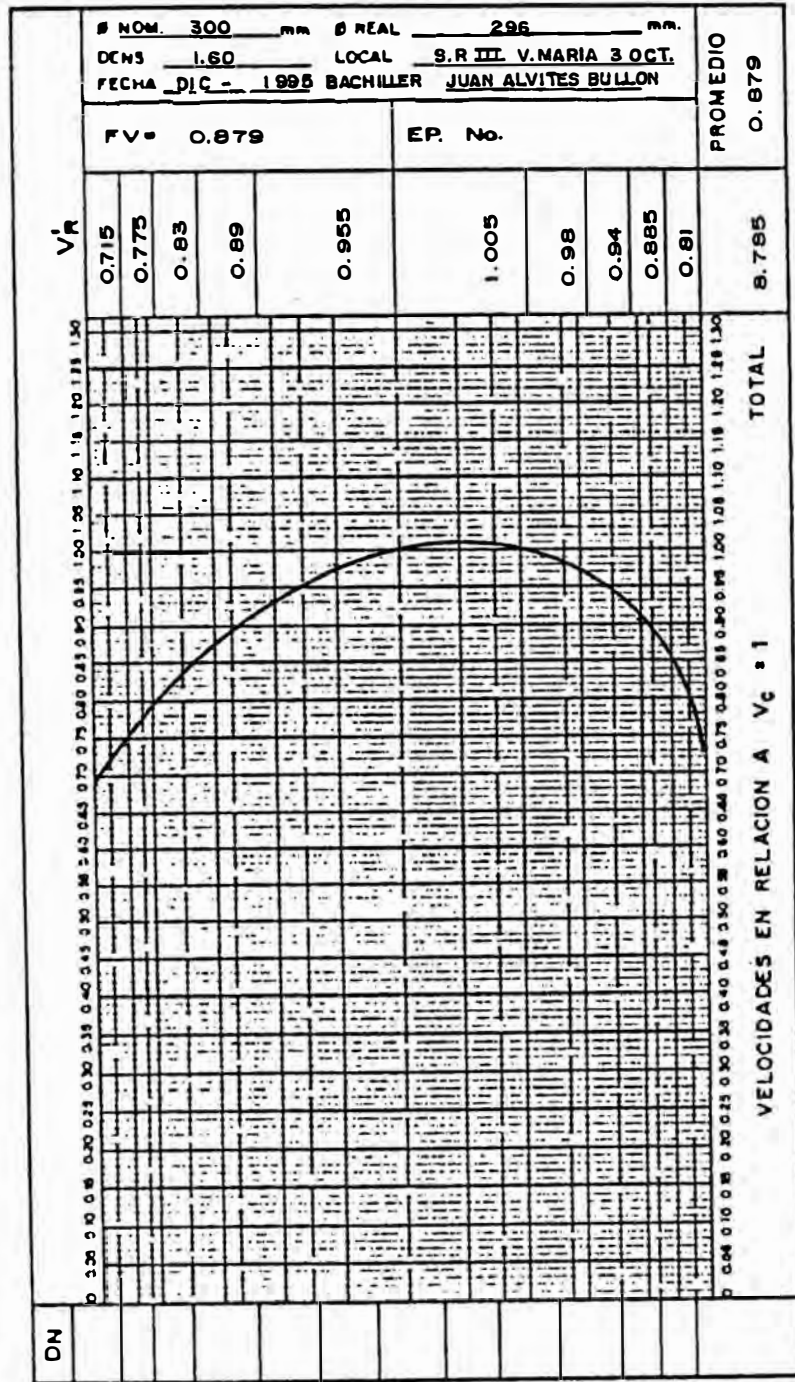
FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD



ESTAC. PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 6:40		
D. nom. : 400		D. cai. : 400		Liquido $\rho = 1.60$	
Local : Salida Reservorio RIII al Sector 5					
Operadoras : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
Dn	578	630	1.673	2.185	0.77
0.9 Dn	491	635	1.727	2.174	0.79
0.8 Dn	465	627	1.860	2.160	0.86
0.7 Dn	531	638	1.988	2.178	0.91
0.6 Dn	599	648	2.111	2.196	0.96
0.4 Dn	653	640	2.204	2.162	1.01
0.3 Dn	632	638	2.189	2.179	1.00
0.2 Dn	635	627	2.174	2.160	1.00
0.1 Dn	577	640	2.072	2.182	0.95
0.05 Dn	513	612	1.954	2.134	0.92

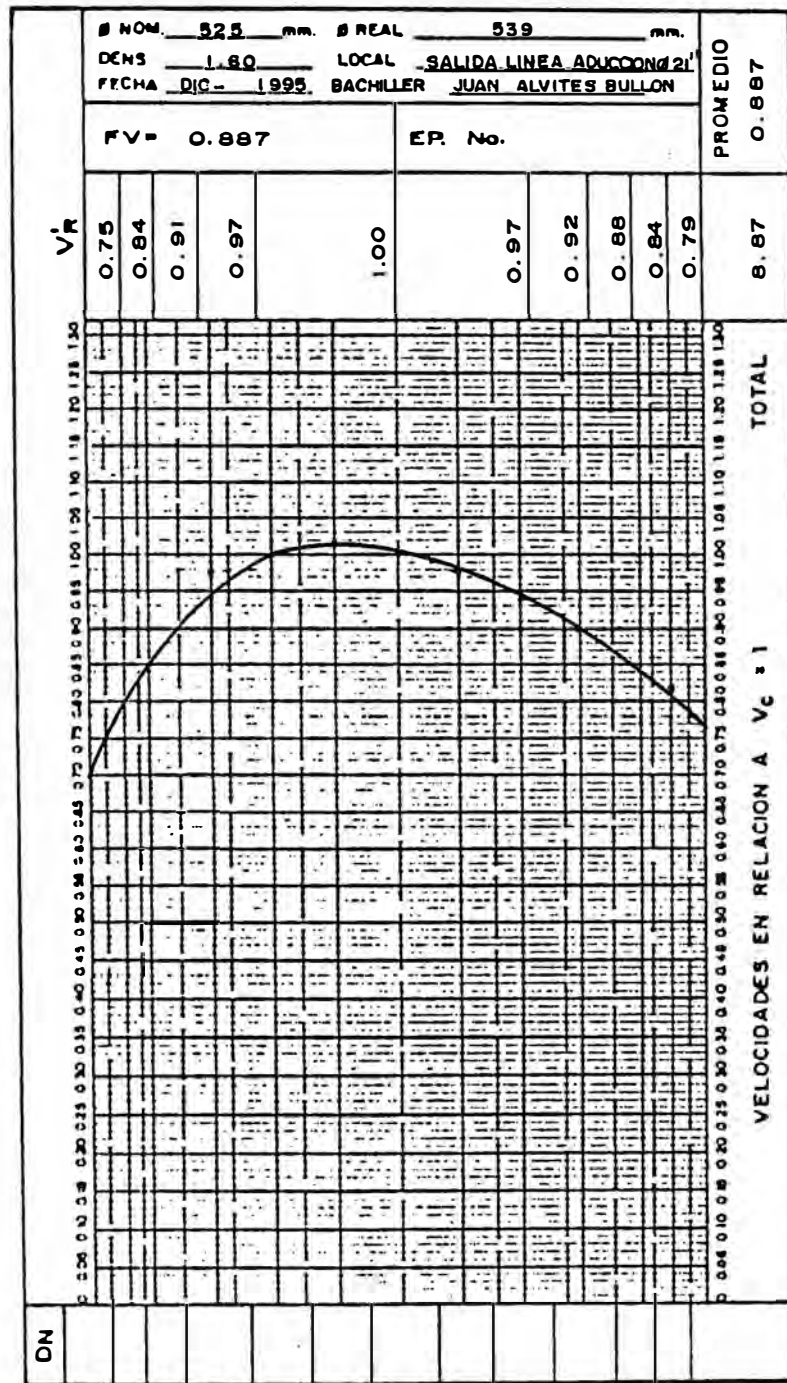


ESTAC. PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : Diciembre 95			Hora : 9:26		
D. nom. : 300		D. cal. : 298		Liquido d = 1.60	
Local : Salida R-III - V. Maria - 3 de Octubre					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	v (m/s)	Vc (m/s)	Valores de v para VC=1
0.95 Dn	229	417	1.305	1.761	0.74
0.9 Dn	259	414	1.366	1.755	0.79
0.8 Dn	295	414	1.482	1.755	0.84
0.7 Dn	381	414	1.639	1.755	0.93
0.6 Dn	406	419	1.738	1.766	0.98
0.4 Dn	419	414	1.766	1.755	1.01
0.3 Dn	409	419	1.745	1.766	0.99
0.2 Dn	373	422	1.666	1.772	0.94
0.1 Dn	340	419	1.591	1.766	0.90
0.05 Dn	320	417	1.543	1.761	0.88



FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR DE VELOCIDAD

ESTAC. PITOMETRICA No			Equipo: PITOT SIMPLEX		
Fecha : 20-03-96			Hora :		
D. nom. : 533		D. cal. : 539		Liquido d = 1.60	
Local : Salida Linea de Aduccion Reservorios Gemelos Bs. Aires					
Operadores : Juan Alvites Bullon					
D (mm)	h (mm)	hc (mm)	V (m/s)	Vc (m/s)	Valores de V para VC=1
0.95 Dn	160	267	1.091	1.409	0.77
0.9 Dn	211	272	1.253	1.423	0.86
0.8 Dn	256	267	1.360	1.409	0.97
0.7 Dn	272	272	1.423	1.423	1.00
0.6 Dn	256	251	1.360	1.367	1.01
0.4 Dn	239	251	1.333	1.367	0.96
0.3 Dn	216	249	1.274	1.361	0.94
0.2 Dn	216	267	1.266	1.409	0.90
0.1 Dn	211	269	1.253	1.415	0.88
0.05 Dn	180	287	1.157	1.409	0.82



FORMATO PARA CALCULAR EL FACTOR VELOCIDAD

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estad. Pitom. No		Prueb. No		Fecha: 20-03-88	
Local: Salida L. Aduacion Reservoirios Gemelos Ba. Aires					
D.Nom. 525 mm.		D. Real 539 mm			
PITOT No:		DENS.: 1.60			
MANOMETRO:		AL		mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon CAL: VER.:					
Observ. :					
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)		
08*08'	277	1.438			
	264	1.401			
08*10'	274	1.429			
	274	1.429			
08*11'	267	1.409			
	272	1.423			
08*12'	277	1.436			
	277	1.436			
08*13'	279	1.441			
	267	1.409			
08*14'	272	1.423			
	267	1.409			
08*15'	267	1.409			
	267	1.409			
08*16'	269	1.415			
	279	1.441			
08*17'	262	1.396			
	259	1.388			
08*18'	262	1.396			
	272	1.423			
08*19'	277	1.436			
TOTAL		29.792			
FROMED.		1.419			

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

	2.1		
1)	----- =	0.570	
	3.7		
	2.8		
2)	----- =	0.610	
	4.6		
	3.2		
3)	----- =	0.670	
	5.6		
	3.8		
4)	----- =	0.570	
	6.3		
	4.1		
5)	----- =	0.580	
	7.1		
	4.6		
6)	----- =	0.560	
	9.2		
	5.3		
7)	----- =	0.580	
	9.1		
TOTAL	=	3.450	
MEDIA	=	0.572	
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.572 = 1.572	

FV = Factor de Velocidad = 0.947

SNN = Area  $\frac{\text{Nominal}}{\text{Corregida}}$  = 0.21647 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left(\frac{Dreal}{Dnom.}\right)^2 = \left(\frac{539}{525}\right)^2 = 1.054$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1.000}{Dens. Nom. - 1.000} = \frac{0.572}{0.60} = 0.978$

Vo = Velocidad Central = 1.419 m/s Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = **0.2677 m<sup>3</sup>/s**

K = **0.198838** Q = 267.7 l/s

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estad. Pitom. No	Prueb. No	Fecha: 20-03-98	
Local: Salida L. Aduccion Reservorios Gemelos Ba. Aires			
D.Nom. 525 mm.	D. Real 539 mm		
PITOT No:	DENS.: 1.00		
MANOMETRO:	AL	mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon CAL: VER:			
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
08*22'	262	1.398	
	274	1.429	
08*23'	274	1.428	
	262	1.398	
08*24'	267	1.409	
	279	1.441	
08*25'	269	1.415	
	274	1.429	
08*26'	279	1.441	
	272	1.423	
08*27'	277	1.436	
	279	1.441	
08*28'	267	1.409	
	267	1.409	
08*29'	274	1.429	
	277	1.436	
08*30'	267	1.409	
	272	1.423	
08*31'	274	1.429	
	269	1.415	
08*32'	267	1.409	
TOTAL		29.848	
FROMED.		1.421	

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

1)	-----	=	
2)	-----	=	
3)	-----	=	
4)	-----	=	
5)	-----	=	
6)	-----	=	
7)	-----	=	
TOTAL	=		3.532
MEDIA	=		0.599
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.598	= 1.598

FV = Factor de Velocidad = 0.947

$$S_{NN} = \text{Area} \begin{matrix} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{matrix} = 0.21647 \text{ m}^2$$

$$C_{diam.} = \text{Correccion del diametro} = \left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{539}{525} \right)^2 = 1.054$$

Ct = correccion de la proyeccion de la vavula de incorporacion = 1.00

$$C_d = \text{Correccion de la densidad} = \frac{\text{Dens. Real} - 1,000}{\text{Dens. Nom.} - 1,000} = \frac{0.599}{0.600} = 0.99$$

Vc = Velocidad Central = 1.421 m/s Co = 1.00

$$Q = FV \times S_{NN} \times C_{diam.} \times C_t \times C_d \times (C_o) \times V_c = 0.2875 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K = 0.200353 \quad Q = 287.5 \text{ lt/s}$$



### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estad. Pitom. No		Prueb. No		Fecha: 20-03-88	
Local: Salida L. Aduccion Reservorios Gemelos Ba. Aires					
D. Nom. 525 mm.		D. Real 538 mm			
PITOT No:		DENS.: 1.80			
MANOMETRO:		AL mm			
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL:		VER:	
Observ. :					
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)		
10*09'	307	1.511			
	315	1.531			
10*10'	320	1.543			
	302	1.499			
10*11'	290	1.469			
	310	1.519			
10*12'	312	1.524			
	307	1.511			
10*13'	307	1.511			
	315	1.531			
10*14'	305	1.508			
	295	1.481			
10*15'	302	1.499			
	302	1.499			
10*16'	305	1.508			
	310	1.519			
10*17'	305	1.508			
	307	1.511			
10*18'	305	1.508			
	312	1.524			
10*19'	312	1.524			
TOTAL		31.730			
PROMED.		1.511			

#### CORRECCION DE LA DENSIDAD

1)	-----	=	
2)	-----	=	
3)	-----	=	
4)	-----	=	
5)	-----	=	
6)	-----	=	
7)	-----	=	
TOTAL	=		5.532
MEBIA	=		0.599
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.588	= 1.588

FV = Factor de Velocidad = 0.947

SNN = Ares  $\frac{\text{Nominal}}{\text{Corregida}}$  = 0.21647 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left(\frac{D_{real}}{D_{nom.}}\right)^2 = \left(\frac{538}{525}\right)^2 = 1.054$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

Dens. Real - 1,000      0.599

Cd = Correccion de la densidad = ..... = 0.89

Dens. Nom. - 1,000      0.600

Vo = Velocidad Central = 1.511 m/s      Co = 1.00

SN

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.3027 m<sup>3</sup>/s

K = 0.200353

Q = 302.7 lt/s

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estas. Pitom. No      Prueb. No      Fecha: 20-03-98			
Local: Salida L. Aduccion Reservorios Gemelos Ba. Aires			
D.Nom. 525      mm.		D. Real 539      mm	
PITOT No:		DENS.: 1.80	
MANOMETRO:		AL      mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:      VER.:	
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
11*09'	307	1.511	
	302	1.499	
11*10'	302	1.499	
	307	1.511	
11*11'	307	1.511	
	297	1.488	
11*12'	292	1.474	
	307	1.511	
11*13'	300	1.494	
	305	1.506	
11*14'	305	1.506	
	295	1.481	
11*15'	300	1.494	
	300	1.494	
11*16'	305	1.506	
	300	1.494	
11*17'	305	1.506	
	307	1.511	
11*18'	302	1.499	
	305	1.506	
11*19'	297	1.488	
TOTAL		31.485	
FROMED.		1.499	

### CORRECCION DE LA DENSIDAD

1)	-----	=	
2)	-----	=	
3)	-----	=	
4)	-----	=	
5)	-----	=	
6)	-----	=	
7)	-----	=	
TOTAL		=	0.592
MEDIA		=	0.598
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.598	= 1.598

FV = Factor de Velocidad = 0.947

SNN = Area  $\frac{\text{Nominal}}{\text{Consegida}}$  = 0.21647 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left(\frac{D_{real}}{D_{nom.}}\right)^2 = \left(\frac{539}{525}\right)^2 = 1.054$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00  
Dens. Real - 1,000      0.598

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{\dots}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{0.600}{0.600} = 0.99$

Vo = Velocidad Central = 1.499 m/s      Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.3004 m<sup>3</sup>/s

K = 0.200353      Q = 300.4 lt/s

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estat. Pitom. No		Prueb. No		Fecha: 20-03-98	
Local: Salida L. Aduccion Reservorios Gemelos Ba. Aires					
B.Nom. 525		mm.	D. Real 538		mm
PITOT No:		DENS.: 1.80			
MANOMETRO:		AL		mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL:		VER:	
Observ. :					
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)		
12*10'	297	1.486			
	300	1.494			
12*11'	300	1.494			
	300	1.494			
12*12'	302	1.499			
	305	1.506			
12*13'	300	1.494			
	297	1.486			
12*14'	290	1.469			
	292	1.474			
12*15'	300	1.494			
	290	1.469			
12*16'	292	1.474			
	302	1.498			
12*17'	297	1.486			
	295	1.481			
12*18'	290	1.469			
	295	1.481			
12*19'	292	1.474			
	292	1.474			
12*20'	305	1.506			
TOTAL		31.190			
FROMED.		1.485			

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

1)	-----	=	
2)	-----	=	
3)	-----	=	
4)	-----	=	
5)	-----	=	
6)	-----	=	
7)	-----	=	
TOTAL		=	3.532
MEDIA		=	0.589
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.088	= 1.088

FV = Factor de Velocidad = 0.947

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.21647 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{538}{525} \right)^2 = 1.054$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00  
 Dens. Real - 1,000      0.589

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real}{Dens. Nom.} = \frac{1.80}{2.00} = 0.90$

Vo = Velocidad Central = 1.485 m/s      Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.2975 m<sup>3</sup>/s

K = 0.200333      Q = 297.5 l/s

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estad. Pitom. No      Prueb. No      Fecha: 20-03-88			
Local: Salida L. Aduccion Reservorios Gemelos Ba. Aires			
D.Nom. 525      mm.      D. Real 539      mm			
PITOT No:                      DENS.: 1.60			
MANOMETRO:                      AL                      mm			
OPERADOR: Juan Alvites Buillon      CAL.:                      VER.:			
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
13*00'	292	1.474	
	302	1.499	
13*01'	302	1.499	
	297	1.486	
13*02'	292	1.474	
	302	1.499	
13*03'	292	1.474	
	297	1.486	
13*04'	292	1.474	
	297	1.486	
13*05'	297	1.486	
	302	1.499	
13*06'	295	1.481	
	292	1.474	
13*07'	297	1.486	
	295	1.481	
13*08'	297	1.486	
	290	1.489	
13*09'	292	1.474	
	290	1.489	
13*10'	300	1.494	
TOTAL		31.150	
FROMED.		1.483	

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

1)	..... =	
2)	..... =	
3)	..... =	
4)	..... =	
5)	..... =	
6)	..... =	
7)	..... =	
TOTAL	=	3.532
MEDIA	=	0.589
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.588 = 1.588

FV = Factor de Velocidad = 0.947

SNN = Area  $\frac{\text{Nominal}}{\text{Corregida}}$  = 0.21647 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left(\frac{Dreal}{Dnom.}\right)^2 = \left(\frac{539}{525}\right)^2 = 1.054$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00  
 Dens. Real - 1,000      0.589

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1,000}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{0.589}{0.600} = 0.99$

Vc = Velocidad Central = 1.483 m/s      Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vc = 0.2972 m<sup>3</sup>/s

K = 0.200353      Q = 297.2 l/s

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estad. Pitom. No		Prueb. No		Fecha: 20-03-98	
Looal: Salida L. Aduocion Reservoirios Gemelos Ba. Aires					
D.Nom. 525 mm.		D. Real 539 mm			
PITOT No:		DENS.: 1.80			
MANOMETRO:		AL		mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL:		VER:	
Observ. :					
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)		
15*14'	267	1.409		1)	..... =
	267	1.409		2)	..... =
15*15'	254	1.374			
	259	1.399		3)	..... =
15*16'	262	1.396			
	258	1.380		4)	..... =
15*17'	262	1.396			
	228	1.297		5)	..... =
15*18'	229	1.305			
	229	1.305		6)	..... =
15*19'	231	1.311			
	229	1.305		7)	..... =
15*20'	221	1.292			
	221	1.292			
15*21'	221	1.292			
	221	1.292			
15*22'	221	1.292			
	218	1.268			
15*23'	218	1.268			
	211	1.255			
15*24'	221	1.292			
TOTAL		27.758		TOTAL	= 3.532
FROMED.		1.322		MEDIA	= 0.599

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

1)	.....	=	
2)	.....	=	
3)	.....	=	
4)	.....	=	
5)	.....	=	
6)	.....	=	
7)	.....	=	
TOTAL		=	3.532
MEDIA		=	0.599
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.598	= 1.598

FV = Factor de Velocidad = 0.947

$SNN = \text{Area} \frac{\text{Nominal}}{\text{Corregida}} = 0.21647 \text{ m}^2$

$C_{diam.} = \text{Correccion del diametro} = \left(\frac{D_{real}}{D_{nom.}}\right)^2 = \left(\frac{539}{525}\right)^2 = 1.054$

$C_t = \text{correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion} = 1.00$   
 $\text{Dens. Real} - 1.000 \quad 0.599$

$C_d = \text{Correccion de la densidad} = \frac{\text{Dens. Real}}{\text{Dens. Nom.}} = \frac{1.80}{1.600} = 0.99$

$V_0 = \text{Velocidad Central} = 1.322 \text{ m/s} \quad C_0 = 1.00$

$Q = FV \times (SNN) \times C_{diam.} \times C_t \times C_d \times (C_0) \times V_0 = 0.265 \text{ m}^3/\text{s}$

$K = 0.200553 \quad Q = 285 \text{ lt/s}$

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estac. Pitom. No		Prueb. No	Fecha: 20-03-98
Local: Salida L. Aduacion Reservoirios Gemelos Ba. Aires			
D.Nom. 525	mm.	D. Real 539	mm
PITOT No:		DENS.: 1.80	
MANOMETRO:		AL	mm
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL:	VER.:
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
16*14'	213	1.259	
	208	1.259	
16*15'	213	1.259	
	219	1.274	
16*16'	216	1.269	
	213	1.259	
16*17'	219	1.274	
	208	1.239	
16*18'	211	1.253	
	213	1.259	
16*19'	219	1.274	
	213	1.259	
16*20'	216	1.269	
	208	1.239	
16*21'	218	1.269	
	221	1.292	
16*22'	216	1.269	
	221	1.292	
16*23'	211	1.253	
	221	1.292	
16*24'	221	1.292	
TOTAL		28.537	
PROMED.		1.264	

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

- 1) ..... =
- 2) ..... =
- 3) ..... =
- 4) ..... =
- 5) ..... =
- 6) ..... =
- 7) ..... =

TOTAL = 3.532  
 MEDIA = 0.599  
 DENSIDAD REAL = 1 + 0.599 = 1.599

FV = Factor de Velocidad = 0.947

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.21647 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{Dreal}{Dnom.} \right)^2 = \left( \frac{539}{525} \right)^2 = 1.054$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1.000}{Dens. Nom. - 1.000} = \frac{0.599}{0.600} = 0.99$

Vo = Velocidad Central = 1.264 m/s Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.2532 m<sup>3</sup>/s

K = 0.200353 Q = 253.2 lt/s

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estac. Pitom. No      Prueb. No      Fecha: 20-03-88			
Local: Salida L. Aduccion Reservorios Gemelos Ba. Aires			
D.Nom. 525      mm.		D. Real 538      mm	
PITOT No:		DENS.: 1.60	
MANOMETRO:		AL      mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:      VER.:	
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
17*11'	216	1.269	
	213	1.259	
17*12'	213	1.259	
	208	1.239	
17*13'	218	1.269	
	211	1.253	
17*14'	203	1.229	
	208	1.238	
17*15'	213	1.259	
	203	1.244	
17*16'	211	1.253	
	209	1.244	
17*17'	202	1.244	
	211	1.253	
17*18'	211	1.253	
	211	1.253	
17*19'	216	1.269	
	216	1.269	
17*20'	211	1.253	
	223	1.289	
17*21'	202	1.244	
TOTAL		26.338	
FROMED.		1.254	

#### CORRECCION DE LA DENSIDAD

1)	-----	=	
2)	-----	=	
3)	-----	=	
4)	-----	=	
5)	-----	=	
6)	-----	=	
7)	-----	=	
TOTAL		=	3.532
MEDIA		=	0.588
DENSIDAD REAL		= 1 +	0.588 = 1.588

FV = Factor de Velocidad = 0.947

$$SNN = \text{Area} \begin{matrix} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{matrix} = 0.21647 \text{ m}^2$$

$$C_{diam.} = \text{Correccion del diametro} = \left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{538}{525} \right)^2 = 1.054$$

Ct = correccion de la proyeccion de la vavvua de inoorporaacion = 1.00

$$C_d = \text{Correccion de la densidad} = \frac{\text{Dens. Real} - 1,000}{\text{Dens. Nom.} - 1,000} = \frac{0.588}{0.800} = 0.99$$

Vo = Velocidad Central. = 1.254 m/s      Co = 1.00

$$Q = FV \times (SC) \times C_{diam.} \times C_t \times C_d \times (Co) \times V_o = \boxed{0.2512 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$K = \boxed{0.200353} \qquad Q = 251.2 \text{ lt/s}$$

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estad. Pitom. No - Prueb. No Fecha: 20-03-98			
Local: Salida L. Aduoion Reservoiros Gemelos Ba. Aires			
D.Nom. 525 mm. D. Real 539 mm			
PITOT No: DENS.: 1.80			
MANOMETRO: AL mm			
OPERADOR: Juan Alvites Bullon CAL.: VER.:			
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
19*08'	216	1.269	
	213	1.259	
19*09'	208	1.244	
	219	1.274	
19*10'	209	1.244	
	202	1.244	
19*11'	206	1.239	
	203	1.229	
19*12'	208	1.239	
	203	1.229	
19*13'	208	1.244	
	211	1.253	
19*14'	206	1.239	
	203	1.244	
19*15'	203	1.244	
	203	1.244	
19*16'	211	1.253	
	211	1.253	
19*17'	203	1.244	
	203	1.229	
19*18'	208	1.239	
TOTAL		26.151	
FROMED.		1.245	

FV = Factor de Velocidad = 0.997

$$SNN = \text{Area} \begin{cases} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{cases} = 0.21647 \text{ m}^2$$

$$C_{diam.} = \text{Correccion del diametro} = \left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{539}{525} \right)^2 = 1.054$$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

Dens. Real = 1,000      0.599

$$C_d = \text{Correccion de la densidad} = \frac{\text{Dens. Real}}{\text{Dens. Nom.}} = \frac{0.599}{0.600} = 0.99$$

V0 = Velocidad Central = 1.245 m/s      Co = 1.00

$$Q = FV \times (SC) \times C_{diam.} \times C_t \times C_d \times (C_o) \times V_o = \boxed{0.2494 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$K = \boxed{0.200333} \qquad Q = 249.4 \text{ l/s}$$



### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estad. Pitom. No		Prueb. No		Fecha: 20-03-98	
Local: Salida L. Aduccion Reservorioa Gemelos Ba. Aires					
D. Nom. 525 mm.		D. Real 539 mm			
PITOT No:		DENS.: 1.80			
MANOMETRO:		AL mm			
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:		VER.:	
Observ. :					
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)		
18*11'	213	1.259			
	203	1.229			
18*12'	208	1.238			
	211	1.253			
18*13'	209	1.244			
	213	1.259			
18*14'	213	1.259			
	213	1.259			
18*15'	216	1.268			
	218	1.289			
18*16'	209	1.244			
	203	1.244			
18*17'	209	1.244			
	211	1.253			
18*18'	216	1.268			
	203	1.244			
18*19'	211	1.253			
	213	1.259			
18*20'	211	1.253			
	216	1.268			
18*21'	212	1.274			
TOTAL		28.340			
FROMED.		1.254			

### CORRECCION DE LA DENSIDAD

1)	-----	=	
2)	-----	=	
3)	-----	=	
4)	-----	=	
5)	-----	=	
6)	-----	=	
7)	-----	=	
TOTAL	=		3.532
MEDIA	=		0.589
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.588	= 1.588

FV = Factor de Velocidad = 0.997

$$S_{NN} = \text{Area} \begin{matrix} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{matrix} = 0.21647 \text{ m}^2$$

$$C_{diam.} = \text{Correccion del diametro} = \left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{539}{525} \right)^2 = 1.054$$

$$C_t = \text{correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion} = 1.00$$

$$\text{Dens. Real} = 1.000 \quad 0.589$$

$$C_d = \text{Correccion de la densidad} = \frac{\text{Dens. Real}}{\text{Dens. Nom.}} = \frac{1.80}{1.000} = 0.99$$

$$V_o = \text{Velocidad Central} = 1.254 \text{ m/s} \quad C_o = 1.00$$

$$Q = FV \times (SC) \times C_{diam.} \times C_t \times C_d \times (C_o) \times V_o = \boxed{0.2512 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$K = \boxed{0.200353} \quad Q = 251.2 \text{ lt/s}$$

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estad. Pitom. No.      Prueb. No      Fecha: 20-03-88			
Local: Salida L. Aduccion Reservorios Gemelos Ba. Aires			
D. Nom. 525 mm.		D. Real 538 mm	
PITOT No:		DENS.: 1.80	
MANOMETRO:		AL mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:      VER.:	
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
21*28'	208	1.258	
	213	1.259	
21*29'	213	1.259	
	208	1.239	
21*30'	203	1.229	
	213	1.259	
21*31'	218	1.274	
	211	1.253	
21*32'	208	1.244	
	208	1.239	
21*33'	213	1.259	
	213	1.259	
21*34'	211	1.253	
	203	1.229	
21*35'	218	1.274	
	209	1.244	
21*36'	208	1.239	
	213	1.259	
21*37'	208	1.244	
	209	1.244	
21*38'	213	1.259	
TOTAL		28.253	
PROMED.		1.250	

#### CORRECCION DE LA DENSIDAD

	2.1				
1)	-----	=		0.553	*
	3.8				
	2.7				
2)	-----	=		0.574	
	4.7				
	3.5				
3)	-----	=		0.593	
	5.9				
	3.9				
4)	-----	=		0.582	
	8.7				
	4.5				
5)	-----	=		0.600	
	7.5				
	5.1				
6)	-----	=		0.600	
	9.5				
	5.8				
7)	-----	=		0.593	
	9.6				
TOTAL		=		3.552	
MEDIA		=		0.588	
DENSIDAD REAL		= 1 +		0.588	= 1.588

\* VALOR ELIMINADO POR SER DISTORCIONANTE

FV = Factor de Velocidad = 0.997

SNN = Area  $\frac{\text{Nominal}}{\text{Corregida}}$  = 0.21647 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left(\frac{D_{real}}{D_{nom.}}\right)^2 = \left(\frac{538}{525}\right)^2 = 1.054$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1,000}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{0.588}{0.600} = 0.99$

Vc = Velocidad Central = 1.250 m/s      Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vc = 0.250 m<sup>3</sup>/s

K = 0.200333      Q = 250 l/s

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estad. Pitom. No      Prueb. No      Fecha: 21-03-88			
Local: Salida L. Aduccion Reservorios Gemelos Ba. Aires			
D.Nom. 525      mm.      D. Real 539      mm			
PITOT No:		DENS.: 1.80	
MANOMETRO:		AL      mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:      VER.:	
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
08*40'	229	1.305	
	251	1.311	
08*41'	236	1.325	
	236	1.325	
08*42'	231	1.311	
	234	1.319	
08*43'	231	1.311	
	231	1.311	
08*44'	300	1.494	
	305	1.508	
08*45'	305	1.508	
	312	1.524	
08*46'	312	1.524	
	317	1.535	
08*47'	317	1.535	
	310	1.519	
08*48'	310	1.519	
	310	1.519	
08*48'	317	1.535	
	305	1.508	
08*50'	512	1.524	
TOTAL		30.264	
FROMED.		1.441	

### CORRECCION DE LA DENSIDAD

1)	..... =	
2)	..... =	
3)	..... =	
4)	..... =	
5)	..... =	
6)	..... =	
7)	..... =	
TOTAL	=	3.514
MEDIA	=	0.586
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.586 = 1.586

FV = Factor de Velocidad = 0.997

$$SNN = \text{Area} \begin{matrix} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{matrix} = 0.21647 \text{ m}^2$$

$$C_{diam.} = \text{Correccion del diametro} = \left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{539}{525} \right)^2 = 1.054$$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

$$C_d = \text{Correccion de la densidad} = \frac{\text{Dens. Real} - 1,000}{\text{Dens. Nom.} - 1,000} = \frac{0.586}{0.800} = 0.998$$

V<sub>o</sub> = Velocidad Central = 1.441 m/s      C<sub>o</sub> = 1.00

$$Q = FV \times (SC) \times C_{diam.} \times C_t \times C_d \times (C_o) \times V_o = \boxed{0.2891 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$K = \boxed{0.1999498} \quad Q = 288.1 \text{ lt/s}$$

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estac. Pitom. No      Prueb. No      Fecha: 21-03-88			
Local: Salida L. Aduccion Reservoirios Gemelos Ba. Aires			
D.Nom. 525      mm.      D. Real 539      mm			
PITOT No:		DENS.: 1.80	
MANOMETRO:		AL      mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon      CAL.:      VER.:			
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
07*10'	297	1.488	
	295	1.491	
07*11'	284	1.454	
	302	1.499	
07*12'	292	1.474	
	290	1.469	
07*13'	295	1.491	
	302	1.499	
07*14'	290	1.469	
	297	1.496	
07*15'	297	1.498	
	305	1.506	
07*16'	297	1.496	
	297	1.481	
07*17'	297	1.461	
	297	1.486	
07*18'	305	1.506	
	302	1.499	
07*19'	297	1.481	
	297	1.486	
07*20'	295	1.461	
TOTAL		31.117	
FROMED.		1.481	

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

1)	-----	=	
2)	-----	=	
3)	-----	=	
4)	-----	=	
5)	-----	=	
6)	-----	=	
7)	-----	=	
TOTAL		=	3.514
MEDIA		=	0.596
DENSIDAD REAL	= 1 +		0.596 = 1.596

FV = Factor de Velocidad = 0.997

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.21647 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{D_{real}}{D_{nom.}} \right)^2 = \left( \frac{539}{525} \right)^2 = 1.054$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1,000}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{0.596}{0.600} = 0.998$

V<sub>o</sub> = Velocidad Central = 1.481 m/s      Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x V<sub>o</sub> = 0.2981 m<sup>3</sup>/s

K = 0.1999488      Q = 298.1 l/s

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**  
**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

Estad. Pitom. No	Prueb. No	Fecha: 21-03-88	
Local: Salida L. Aduccion Reservoirios Gemelos de Bs. Ars.			
D.Nom.	mm.	D. Real	mm
PITOT No: 525	DENS.: 538		
MANOMETRO:	AL	mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon	CAL:	VER:	
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
07*40'	315	1.551	
	297	1.486	
07*41'	295	1.481	
	302	1.499	
07*42'	297	1.486	
	302	1.489	
07*43'	300	1.494	
	297	1.486	
07*44'	300	1.494	
	297	1.486	
07*45'	305	1.506	
	297	1.486	
07*46'	305	1.506	
	305	1.506	
07*47'	292	1.474	
	297	1.486	
07*48'	297	1.486	
	302	1.499	
07*49'	302	1.499	
	297	1.486	
07*50'	297	1.486	
TOTAL		31.362	
PROMED.		1.493	

1) ----- =

2) ----- =

3) ----- =

4) ----- =

5) ----- =

6) ----- =

7) ----- =

TOTAL = 3.514

MEDIA = 0.586

DENSIDAD REAL = 1 + 0.586 = 1.586

FV = Factor de Velocidad = 0.997

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.21647 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{Dreal}{Dnom.} \right)^2 = \left( \frac{538}{525} \right)^2 = 1.0540$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion =

Dens. Real - 1,000 0.586

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1,000}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{0.586}{0.800} = 0.998$

Dens. Nom. - 1,000 0.800

Vo = Velocidad Central = 1.493 m/s Co = 1.00

SN

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.2985 m<sup>3</sup>/s

K = 0.1999488

Q = 298.5 l/s

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estac. Pitom. No      Prueb. No      Fecha: 21-03-98			
Local: Salida L. Aduccion Reservoirios Gemelos Ba. Ara.			
D.Nom. 525 mm.		D. Real 539 mm	
PITOT No:		DENS.: 1.80	
MANOMETRO		AL mm	
OPERADOR: Juan Alvites Bullon		CAL.:      VER.:	
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
05*10'	302	1.499	
	290	1.469	
08*11'	287	1.481	
	302	1.499	
09*12'	295	1.491	
	305	1.508	
09*13'	330	1.567	
	317	1.538	
02*14'	330	1.567	
	329	1.562	
08*15'	317	1.538	
	312	1.524	
08*16'	323	1.550	
	320	1.543	
09*17'	317	1.538	
	325	1.555	
09*18'	329	1.562	
	323	1.550	
06*19'	310	1.519	
	329	1.562	
08*20'	353	1.621	
TOTAL		32.205	
PROMED.		1.535	

### CORRECCION DE LA DENSIDAD

	2.1		
1)	-----	=	0.593
	3.6		
	2.6		
2)	-----	=	0.578
	4.5		
	3.2		
3)	-----	=	0.604 *
	5.9		
	3.6		
4)	-----	=	0.581
	6.2		
	4.1		
5)	-----	=	0.588
	7		
	4.9		
6)	-----	=	0.592
	8.1		
	5.7		
7)	-----	=	0.594
	9.8		
TOTAL		=	3.514
MEDIA		=	0.596
DENSIDAD REAL	= 1 +		0.588 = 1.588

\* VALOR ELIMINADO POR SER DISTORCIONANTE

FV = Factor de Velocidad = 0.997

SNN = Area Nominal = 0.21647 m<sup>2</sup>  
Corregida

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left(\frac{D_{real}}{D_{nom.}}\right)^2 = \left(\frac{539}{525}\right)^2 = 1.0540$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1,000}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{0.596}{0.600} = 0.9768 = 0.989$

Vc = Velocidad Central = 1.533      Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vc = 0.3085 m<sup>3</sup>/s

K = 0.1999498      Q = 308.5 l/s

### FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL

Estab. Pitom. No				Prueb. No				Fecha: 21-03-88			
Local: Salida L. Aducción Reservorios Gemelos Ba. Ara.											
D. Nom.		mm.		D. Real		538		mm			
PITOT No:				DENS.: 1.80							
MANOMETRO				AL		mm					
OPERADOR: Juan Alvites Bullon						CAL:		VER:			
Observ. :											
TIEMPO		DEFLEXION (mm)			VELOC. (m/s)			PRESION (m)			
08*56'		352			1.830						
		350			1.814						
08*57'		353			1.821						
		348			1.809						
08*59'		356			1.827						
		345			1.802						
08*59'		353			1.821						
		350			1.814						
08*00'		362			1.855						
		350			1.814						
08*01'		345			1.802						
		338			1.788						
08*02'		340			1.790						
		348			1.809						
08*03'		350			1.814						
		350			1.814						
08*04'		340			1.790						
		343			1.797						
08*05'		345			1.802						
		345			1.802						
08*06'		335			1.779						
TOTAL					33.792						
PROMED.					1.809						

#### CORRECCION DE LA DENSIDAD

1)	-----	=	
2)	-----	=	
3)	-----	=	
4)	-----	=	
5)	-----	=	
6)	-----	=	
7)	-----	=	
TOTAL		=	0.581
MEDIA		=	0.581
DENSIDAD REAL		= 1 +	0.581 = 1.581

FV = Factor de Velocidad = 0.997

$$S_{NN} = \text{Area} \left( \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right) = 0.21647 \text{ m}^2$$

$$C_{diam.} = \text{Correccion del diametro} = \left( \frac{D_{real}}{D_{nom}} \right)^2 = \left( \frac{538}{525} \right)^2 = 1.0540$$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

$$C_d = \text{Correccion de la densidad} = \frac{\text{Dens. Real} - 1.000}{\text{Dens. Nom.} - 1.000} = \frac{0.581}{0.800} = 0.984$$

$$V_0 = \text{Velocidad Central} = 1.809 \quad C_0 =$$

$$Q = FV \times (SC) \times C_{diam.} \times C_t \times C_d \times (C_0) \times V_0 = \boxed{0.3217 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$K = \boxed{0.189147}$$

$$Q = 321.7 \text{ l/s}$$

**FORMATO PARA CALCULAR EL CAUDAL**

Estac. Pitom. No . Prueb. No Fecha: 21-03-98			
Local: Salida L. Aduccion Reservorios Gemelos Ba. Ara.			
D.Nom.	mm.	D. Real	538 mm
PITOT No:		DENS.: 1.80	
MANOMETRO		AL	mm
OPERADOR: Juan Alvites Bullon CAL.: VER.:			
Observ. :			
TIEMPO	DEFLEXION (mm)	VELOC. (m/s)	PRESION (m)
10*34'	411	1.749	
	424	1.776	
10*35'	429	1.787	
	444	1.919	
10*36'	427	1.792	
	406	1.758	
10*37'	409	1.744	
	394	1.712	
10*38'	531	1.706	
	550	1.587	
10*39'	315	1.531	
	328	1.562	
10*40'	335	1.579	
	340	1.580	
10*41'			
10*42'			
10*43'			
10*44'			
TOTAL		23.841	
FROMED.		1.609	

**CORRECCION DE LA DENSIDAD**

	2.1		
1)	-----	=	0.583
	3.6		
	2.6		
2)	-----	=	0.578
	4.5		
	3.2		
3)	-----	=	0.604 *
	5.3		
	3.6		
4)	-----	=	0.580
	3.2		
	4.1		
5)	-----	=	0.585
	7		
	4.8		
6)	-----	=	0.592 *
	8.1		
	5.7		
7)	-----	=	0.594 *
	9.6		
TOTAL		=	2.326
MEDIA		=	0.591
DENSIDAD REAL	= 1 +	0.591	= 1.591

FV = Factor de Velocidad = 0.987

SNN = Area  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Nominal} \\ \text{Corregida} \end{array} \right.$  = 0.21647 m<sup>2</sup>

Cdiam. = Correccion del diametro =  $\left( \frac{Dreal}{Dnom.} \right)^2 = \left( \frac{538}{525} \right)^2 = 1.0540$

Ct = correccion de la proyeccion de la valvula de incorporacion = 1.00

Cd = Correccion de la densidad =  $\frac{Dens. Real - 1,000}{Dens. Nom. - 1,000} = \frac{1.591 - 1.000}{1.600 - 1.000} = 0.994$

Vo = Velocidad Central = 1.689 Co = 1.00

Q = FV x (SC) x Cdiam. x Ct x Cd x (Co) x Vo = 0.3364 m<sup>3</sup>/s

K = 0.199147 Q = 336.4 l/s