TESIS
ID-2001
F6
V.2

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Anexos

"DISEÑO DE UN PLAN DE REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN UNA PLANTA PRODUCTORA DE REFRESCOS."

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

REALIZADO POR	Font Arreaza Claudia Carolina. Mata González Julio César.
PROFESOR GUIA	Itriago Gimon Manuel.
FECHA	Caracas, 19 de Junio de 2001.

ANEXO #1.

Generalidades del agua

1.1 Propiedades Físicas y Químicas del agua

El agua es un líquido inodoro e insípido, que en pequeñas cantidades carece de color, pero en capas de gran espesor, presenta una coloración azul verdosa.

A la presión atmosférica, el agua hierve a 100 °C y se solidifica a 0°. El calor específico del agua se toma como una unidad de calor y se denomina caloría. Para lograr la transformación del agua en vapor a la temperatura de 100 °C, se necesitan 539 calorías por kilogramo y para convertirla en hielo, deben sustraérsele 80 calorías por kilogramo. Estas propiedades del agua, hacen que la misma actúe como volante de calor exterior para los organismos vivientes y para todo el globo, impidiendo que el calor exterior proveniente del sol, origine cambios rápidos y extremos de temperaturas.

Enfriando el agua por debajo de 100 °C, se verifica una contracción de su volumen, hasta llegar a la temperatura de 3,98 °C (4 °C), en que alcanza su máxima contracción. Si a partir de esta temperatura se continúa enfriando, vuelve a sufrir una dilatación hasta que se solidifica. El tránsito de agua líquida a hielo va acompañado de un aumento de volumen considerable.

1.2 Análisis Físico-Químicos del Agua

1.2.1 Turbiedad

La turbiedad, es una expresión de la propiedad o efecto óptico, causado por la dispersión e interferencia de los rayos luminosos, que pasan a través de una muestra de agua; en otras palabras, la turbiedad es la propiedad óptica de una suspensión, que hace que la luz sea reemitida y no transmitida a través de la suspensión, o una medida indirecta del total de la materia suspendida, coloidal y partículas en el agua. La turbiedad en el agua, puede ser causada por una gran variedad de materiales en suspensión, que varían en

tamaño, desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otros, arcillas, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, microorganismos, etc.

El término de turbidez, se emplea para las sustancias insolubles de cualquier naturaleza, que se hallen en suspensión en las aguas. Las aguas superficiales, por lo general son turbias, mientras que las profundas apenas acusan turbidez, a excepción de las que proceden de pozos pocos profundos, que a veces se manifiestan turbias, sobre todo después de los grandes aguaceros.

La determinación de la turbiedad, es de gran importancia en aguas para consumo humano y en una gran cantidad de industrias procesadoras de alimentos y bebidas.

Los valores de turbiedad, sirven para determinar el grado de tratamiento requerido por una fuente cruda, su filtrabilidad y, consecuentemente, la tasa de filtración más adecuada, la efectividad de la filtración, así como para determinar la potabilidad del agua.

1.2.1.1 Método de análisis de la turbidez

El equipo usado es el turbidímetro, y el método seguido es el siguiente:

- *Obtener la muestra*
- *Llenar la celda con la muestra*
- *Colocar la celda en el turbidímetro verificando la marca de orientación, para asegurar que el paso de luz siempre sea el mismo*
- *Cerrar el compartimiento*
- *Leer directamente la turbidez en NTU*

1.2.2 Sólidos Disueltos Totales

1.2.2.1 Definición Práctica

En general, es una medida de las sales disueltas en una solución (por ejemplo, cloruros, sodio, sulfatos, etc); no mide materia muy pequeña (sólidos suspendidos), y no mide nada en el agua que pueda observarse a simple vista.

1.2.2.2 Método de análisis de los sólidos disueltos totales

Para medir el contenido total de minerales en una muestra de agua, se emplea el conductímetro o un medidor de sólidos disueltos con lectura directa: El método de análisis es el siguiente:

- *Obtener la muestra*
- *Llevar la muestra a temperatura ambiente*
- *Colocar la muestra en la celda*
- *Sumergir el electrodo en la muestra*
- *Sumergir de 2 a 3 veces el electrodo para desplazar el aire de la celda*
- *Leer la conductividad*

1.2.3 Cloro libre

Desde principios de siglo se utiliza cloro, para destruir los gérmenes en el agua potable. La elevada reactividad y la fuerte acción germicida del cloro, así como su fácil manejo, llevaron a una rápida propagación de la cloración, como método de desinfección.

Una segunda ventaja de la cloración del agua, especialmente en el tratamiento del agua de bebida, reside en la mejora general de su calidad, como consecuencia de la reacción de cloro con sustancias presentes en el agua como, hierro, sulfuro, manganeso y algunas sustancias orgánicas.

Para garantizar una cloración eficaz, deben ser todavía detectables en todas las partes de la red de suministro y en el grifo < 0,25 mg/l de Cl_2.

1.2.4 pH del Agua

La medida del pH, es una de las pruebas más importantes y frecuentes utilizadas en el análisis químico del agua. El pH, se utiliza en las determinaciones de alcalinidad, dióxido de carbono y en muchos otros equilibrios ácido-base. A una temperatura determinada, la intensidad del carácter ácido o básico de una solución, viene dada por la actividad del ión hidrógeno o pH. La escala varía de uno a catorce, siendo siete el punto medio o neutro. Los valores de pH más elevados denotan alcalinidad, los valores menores acidez.

1.2.5 Conductividad

La conductividad del agua, es una expresión numérica de su habilidad para transportar una corriente eléctrica. Ésta depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua, y de la temperatura a la cual se haga la determinación. Por lo tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de los iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad. Por ello, el valor de la conductividad es muy usado en el análisis de

aguas, para obtener un estimativo rápido del contenido de sólidos disueltos (o residuo filtrable).

Las mediciones de conductividad en laboratorios se utilizan para:

- *Establecer el grado de mineralización, para determinar el efecto de la concentración total de iones sobre equilibrios químicos.*
- *Evaluar las variaciones de la concentración de minerales disueltos en las aguas.*

- *Calcular los sólidos disueltos en una muestra, multiplicando la conductividad (µΩ/cm) por un factor empírico; éste puede variar de 0,55 a 0,9 dependiendo de los componentes solubles del agua y de la temperatura de medición.*

La forma más usual de medir la conductividad en aguas, es mediante instrumentos comerciales de lectura directa en µΩ/cm a 25 °C, con un error menor de 1%.

1.2.6 Alcalinidad en Agua

La alcalinidad en el agua, es la suma de las concentraciones de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos presentes en la muestra de agua .

En aguas naturales, la alcalinidad es debida generalmente a la presencia de tres clases de iones: bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos.

La alcalinidad f *es una medida de cantidades titulables de hidróxido y la mitad del carbonato, determinado por el consumo de ácido clorhídrico, hasta el cambio de color (rojo a transparente) del indicador fenolftaleína, a partir de pH 8.3.*

La alcalinidad m *es una medida de cantidades titulables de hidróxido, carbonato y bicarbonato, determinado por el consumo de ácido clorhídrico, hasta el cambio de color (amarillo a rojo) del indicador naranja de metilo a partir de pH 4.5.*

Relación entre la alcalinidad f y m:

- *Si la alc. f = alc. m: sólo hay presencia de iones hidróxido (OH^-).*
- *Si 2 alc. f > alc m: la alc. OH = 2f – m y la cantidad de carbonatos = m – f.*
- *Si 2 alc. f = alc. m: solo hay presencia de iones carbonatos ($CO_3^=$).*
- *Si 2 alc. f < alc. m: la cantidad de carbonatos = alc. f y la cantidad de bicarbonatos = m – 2f.*
- *Si alc. f = 0 y m > 0: sólo hay presencia de iones bicarbonatos (HCO_3).*

1.2.7 Dureza total en agua

La dureza del agua, es su contenido de iones metálicos, los cuales reaccionan con el jabón de sodio para producir jabones sólidos o residuos espumosos, que reaccionan con los iones negativos y cuando el agua es evaporada en una caldera, se forman escamas sólidas. La definición empleada en la industrias de bebidas es la siguiente: es la concentración total de los iones calcio y magnesio, expresada como carbonato de calcio.

Como aguas duras, se consideran aquellas que requieren cantidades considerables de jabón para producir espuma, y producen incrustaciones en las tuberías de agua caliente, calentadores, calderas y otras unidades en las cuales se incrementa la temperatura del agua. La dureza total se expresa en mg/l como $CaCO_3$.

En la mayoría de las aguas, se considera que la dureza total es aproximadamente igual a la dureza producida por los iones calcio y magnesio, es decir:

Dureza total = dureza por Ca + dureza por Mg

1.2.8 Dureza cálcica

La presencia de calcio en los suministros de agua, proviene de su paso a través o por encima de depósitos de caliza, dolomita, yeso y pizarras yesíferas. La dureza cálcica se define como el contenido de calcio en el agua, o en otras palabras, como la dureza proveniente del calcio, expresada como mg $CaCO_3$/l.

La dureza cálcica se determina mediante valoración complejométrica, utilizando EDTA[1] como titulante y ácido calconcarboxílico como indicador.

[1] EDTA: Ácido etileno diaminotetraacético

1.2.9 Hierro en Agua

Como el hierro es uno de los elementos más comunes en la tierra, casi todas las aguas naturales lo contienen en mayor o menor proporción.

Las aguas de pozos profundos, contienen hierro en forma de bicarbonato incoloro muy soluble. Esta agua, generalmente son claras e incoloras, pero cuando su contenido de hierro excede de 0,1 ppm y se ponen en contacto con el oxígeno de la atmósfera, se enturbian y colorean de amarillo por oxidación del ión ferroso. La mayor parte de las aguas profundas contienen menos de 5 ppm de hierro.

Aguas con hierro, en concentraciones mayores de 0,5 mg/l, requieren de tratamiento para evitar obstrucciones de tuberías. En contacto con el aire, partes del hierro en el agua, precipitan como hidróxido de hierro en forma de turbidez rojiza o de flóculos.

La presencia del hierro en el agua, produce decoloración de la misma en precipitación, y genera depósitos en las tuberías y en las calderas.

1.2.10 Sulfito en Agua

Los iones sulfito ($SO_3^{=}$) pueden aparecer en las calderas y en las aguas de alimentación de las calderas, tratadas con sulfito para controlar el oxígeno disuelto; en aguas naturales o residuales, como resultado de la contaminación industrial; y en diluyentes de plantas de tratamiento, decolorados con dióxido de azufre (SO_2). El control del ión sulfito, en el tratamiento y descarga de las aguas residuales puede tener importancia ambiental, debido principalmente a su toxicidad para los peces y otra vida acuática.

1.2.11 Sílice en Agua

Con excepción del oxígeno, el silicio es el elemento más abundante en la corteza terrestre. En rocas, se encuentra comúnmente en la forma de óxido de silicio, SiO_2 o sílice, y combinado con metales en los silicatos correspondientes. La mayor parte de la sílice disuelta en aguas, proviene de la descomposición química de los silicatos, en los procesos de metamorfismo o meteorización. El contenido de silicio presente en aguas, se expresa en términos de su óxido, SiO_2 o sílice.

La presencia de sílice en el agua supone un problema industrial, debido a la formación de placas de sílice y silicatos en el equipo, difíciles de eliminar. El sílice, en forma de ácido silícico o de silicato, se determina por valoración colorimétrica, mediante molibdato de amonio como indicador.

1.2.12 Fosfato en Agua

El fosfato es indeseable en el agua potable y en el agua de enjuague, ya que implica una contaminación orgánica. El fosfato se determina, por valoración colorimétrica, mediante la formación de un complejo de color azul con molibdato de amonio.

1.2.13 Transmitancia UV para determinar materia orgánica

El objetivo fundamental de éste análisis, es determinar la absorción de luz en la región ultravioleta (UV; 200 nm – 350 nm), con el propósito de determinar cualitativamente todas aquellas especies, que absorben en este rango (correspondiente a materia orgánica), contribuyendo así al deterioro de la calidad del agua.

1.3 Análisis Microbiológico del Agua

El exámen bacteriológico del agua, usualmente involucra dos ensayos: la estimación del número de bacterias de acuerdo con el conteo total en placa y la determinación, más significativa, de la presencia o ausencia de miembros del grupo coliforme.

1.3.1 Conteo Total en Placa

El ensayo de conteo en placa sobre agar nutriente, con incubación a 20 °C, 35 °C o 37 °C durante 48 ± 3 horas, es uno de los ensayos más antiguos de evaluación de la pureza del agua. El ensayo es útil como prueba de control de rutina de la calidad del agua en los diferentes procesos de tratamiento, y como un método de estimación de la calidad sanitaria de la misma.

El ensayo sirve para indicar la eficiencia de la coagulación, filtración y desinfección del agua; para estimar las condiciones sanitarias de tanques, filtros, tuberías de distribución, etc; para evaluar la calidad de nuevas fuentes de abastecimiento de aguas y como indicador de contaminación súbita de abastecimientos.

Aunque no existe establecida una norma, sobre el máximo número de bacterias permisibles para aguas seguras, se acepta generalmente un valor de 100 UFC/ml a 35 °C o 37 °C. Si los conteos totales a las dos temperaturas, se aproximan bastante en su valor, existe fuerte coincidencia de la presencia de contaminación con bacterias de aguas residuales.

1.3.2 El Grupo Coliforme

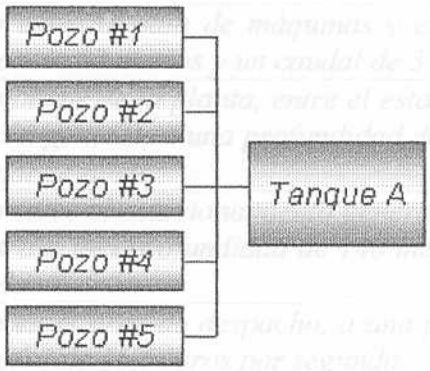
El grupo coliforme, incluye las bacterias de forma bacilar, aerobias y facultativas anaerobias, las cuales fermentan la lactosa con formación de gas, en un período de 48 horas a 35 °C (o 37 °C).

La formación de gas en un tubo de fermentación de caldo lactosado estándar, en 48 horas a 37 °C, es evidencia presuntiva de la presencia de miembros del grupo coliforme.

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

ANEXO #2.
Sistema de Recepción

2.1 Esquema General del Sistema de Recepción



2.2 Pozos

2.2.1 Introducción

La verdadera fuente de casi todas las reservas de agua dulce, la constituyen las precipitaciones que caen sobre las áreas terrestres. De ella se depende, para renovar las cantidades que se utilizan y que se toman de los lagos, corrientes superficiales y de los pozos, destinadas a innumerables usos humanos.

Dos son las funciones importantes que realiza un pozo: una función almacenadora y otra transmisora. Éste almacena el agua, sirviendo como depósito y transmite agua como lo hace un conducto. La propiedad de un pozo que tiene relación con su capacidad de almacenar agua es su porosidad. La porosidad de un pozo es aquella parte de su volumen constituido por aberturas o poros, es decir, la proporción de su volumen no ocupada por material sólido; la porosidad es un índice, que indica cuánta agua puede ser almacenada en el material saturado. Aunque la porosidad representa la cantidad de agua que un pozo puede almacenar, no indica cuánta de aquella puede ceder. La propiedad de un pozo en lo referente a su función transmisora o de conducto, se denomina permeabilidad, la cual se define como la capacidad de un medio poroso para transmitir agua.

Pepsi-Cola Venezuela, planta Caucagua, cuenta para realizar sus operaciones, con el agua proveniente de cinco pozos.

2.2.2 Propiedades de los pozos

Pozo #1:	*localizado entre la sala de máquinas y el banco provincial, con una profundidad de 62 metros y un caudal de 3 a 5 litros por segundo.*
Pozo #2:	*localizado al sur de la planta, entre el estacionamiento de las gandolas y el almacén general, a una profundidad de 81 metros y un caudal de 4 a 6 litros por segundo.*
Pozo #3:	*localizado entre el estacionamiento general y el área externa de PTAB, se encuentra a una profundidad de 140 metros y un caudal de 11 litros por segundo.*
Pozo #4:	*localizado en el área de despacho, a una profundidad de 200 metros y con un caudal de 16,5 litros por segundo.*
Pozo #5:	*Localizado al lado del estacionamiento de los gerentes, a una profundidad de 322 metros y un caudal de 34,5 litros por segundo.*

2.2.3 Saneamiento de los pozos

El agente desinfectante más simple y efectivo para desinfectar y esterilizar un pozo, lo constituye una solución de cloro. Para ello se prepara una solución altamente clorada, disolviendo en agua hipoclorito de sodio. Esta solución pierde cloro a una velocidad tal, que una concentración al diez por ciento, se reducirá a la mitad después de seis meses, aunque se haya almacenado en las mejores condiciones.

Para esterilizar los pozos y sistemas de tuberías, deberá utilizarse una solución alrededor de 100 mg/l de Cl_2 disponible. Para lograr ésta concentración de cloro en el pozo, deberá introducirse en éste una solución más concentrada, para que después de haberse mezclado por recirculación con el agua contenida en el pozo, se mantengan los 100 mg/l de Cl_2.

Tanto el cloro como cualquier otra sustancia desinfectante, pueden destruir las bacterias únicamente, si entran en contacto directo con éstas. No es suficiente, simplemente vaciar dentro de un pozo una solución de cloro. Deberá agitarse el agua contenida en el pozo, para mezclar la solución a fondo. Además, las superficies de todos

los componentes que se encuentren por encima del nivel del agua deberán a su vez, lavarse con la misma solución de cloro.

Otro factor importante para lograr una eficaz desinfección, es el tiempo de contacto de la solución de cloro. El reactivo, una vez agitado en el pozo, deberá quedar dentro de éste por lo menos unas cuatro horas y preferiblemente más tiempo.

2.3 Tanque A o Tanque de Agua de Pozos

2.3.1 Introducción

El tanque A, recibe el agua proveniente de los pozos y alimenta los filtros de arena.

Una vez que el agua se encuentra en el tanque A, ésta es sometida a análisis físico-químicos y microbiológicos, para conocer las características del agua que posteriormente será tratada para ser utilizada en el proceso productivo.

Al tanque se le debe hacer mantenimiento interior cada seis meses, a menos que presente contaminación bacteriológica.

2.3.2 Especificaciones del Tanque A

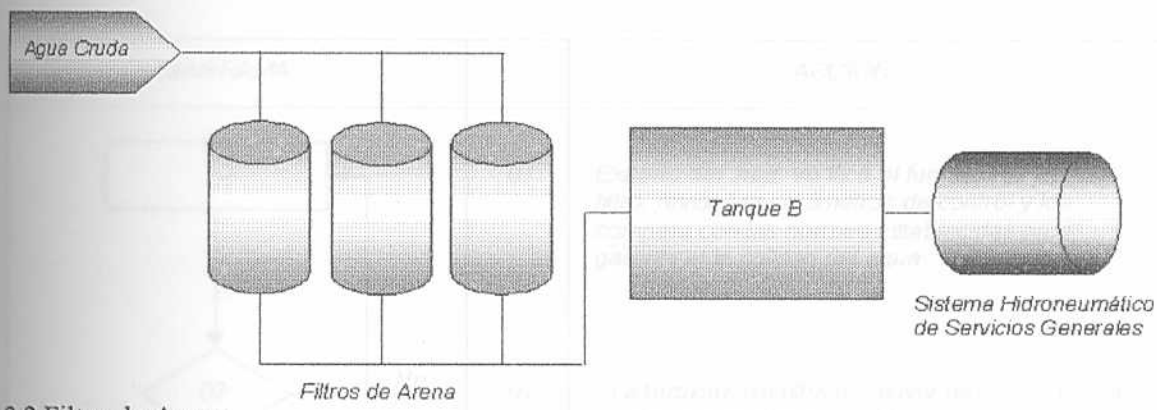
✦ *Material:*	*concreto armado*
✦ *Diámetro:*	*13 metros*
✦ *Altura:*	*7,50 metros*
✦ *Capacidad:*	*1000 m^3*
✦ *Recubrimiento exterior:*	*no posee*
✦ *Recubrimiento interior:*	*no posee*

2.3.3 Mantenimiento del Tanque A

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	*El experto del área debe cerrar el paso del agua proveniente de los pozos, apagando las bombas de los pozos que se encuentren activas para ese momento, para bajar el nivel del tanque al mínimo para bombeo*
02	02	*Cuando el tanque alcance el nivel mínimo para bombeo, apagar las bombas de succión del tanque*
03	03	*Abrir el drenaje, de esta forma se desechará el agua que aún se encontra en el interior del tanque y que no puede ser extraída por bombeo*
04	04	*Cuando el tanque se encuentre completamente vacío, abrir la boca de visita con la ayuda de un mecánico.*
05	05	*El experto del área debe disponer de tres hombres para realizar las labores de limpieza del interior del tanque, organizados de la siguiente manera: un hombre dentro del tanque realizando propiamente la limpieza, un hombre en la boca de visita vigilando por cualquier imprevisto que se pueda presentar y un último hombre coordinando y facilitando el material de limpieza*
06	06	*Una vez que el tanque se encuentre completamente limpio, cerrar la boca de visita y proceder al llenado del tanque. Para ello, abrir la entrada de agua al tanque y activar nuevamente la bomba de los pozos*
07	07	*Cuando el nivel del tanque alcance el nivel recomendado para iniciar el bombeo, activar las bombas de succión del tanque A. De esta forma el tanque operará normalmente*
FIN		

ANEXO #3.
Sistema de Filtración

3.1 Esquema General del Sistema de Filtración



3.2 Filtro de Arena

3.2.1 Introducción

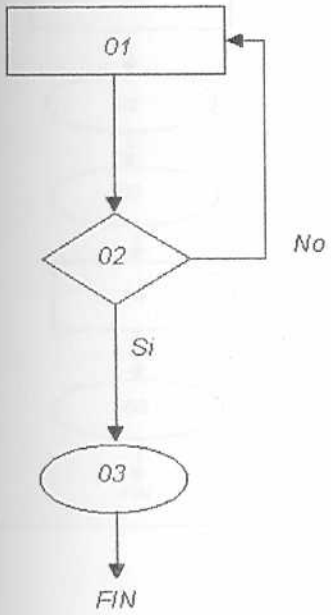
Para considerar que el filtro se encuentra funcionando en perfectas condiciones, los parámetros de medición deben presentar los siguientes valores:

➜ *Turbidez:*	*< 2,5 NTU*
➜ *Cloro:*	*0,1 – 0,2 mg de Cl_2/l*
➜ *Hierro:*	*< 0,3 mg de Fe/l*

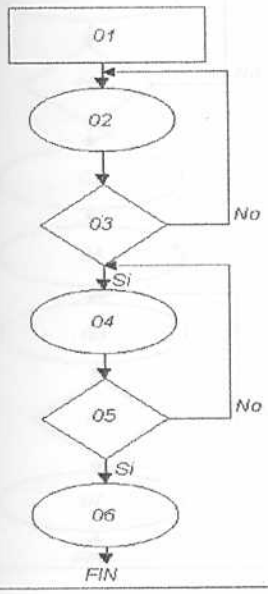
3.2.2 Operación y Mantenimiento del Filtro de Arena

El filtro de arena se encuentra en funcionamiento continuo. Este va reteniendo partículas en su lecho filtrante, las cuales se desalojan contralavando el filtro, esto hace expandir la arena, limpiándose por acción hidráulica y por fricción de un grano contra otro. Esta operación debe realizarse semanalmente o cuando $\Delta P > 0,4$ bar, para garantizar la calidad del agua filtrada. De igual forma se recomienda abrirlo e inspeccionarlo cada año. Para el mantenimiento de los filtros de arena se deben seguir los siguientes pasos:

Evaluación de criterios:

DIAGRAMA		ACCIÓN
	01	*Experto del área: verifica el funcionamiento del filtro, revisa los parámetros de control y los compara con las normas establecidas para garantizar la calidad del agua.*
	02	*¿La turbidez del filtro es mayor de 2,5 NTU ó la variación de presión > 0,4 bar? ó* *¿El filtro debe ser lavado según su cronograma de mantenimiento?*
	03	*Cierra las válvulas uno y dos para dejar al filtro fuera de servicio*

Reducción del nivel del filtro:

DIAGRAMA		ACCIÓN
	01	*Experto del área: abrir válvula seis para liberar la presión dentro del filtro*
	02	*Abrir la válvula cuatro, para vaciar el filtro hasta la altura a la cual se encuentra la salida del contralavado*
	03	*¿Dejó de salir agua por la tubería de salida del contralavado?*
	04	*Cerrar la válvula cuatro y abrir la válvula siete para continuar reduciendo el nivel del filtro.*
	05	*¿El filtro alcanzó el nivel de vaciado recomendado? Esperar de 5 a 10 minutos aproximadamente.* **Nota:** *el filtro no debe ser vaciado por completo, el lecho debe quedar cubierto de agua para evitar que se fugue durante el aireado del mismo.*
	06	*Cerrar la válvula siete*

Inyección de aire:

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	*Experto del área: verificar que lal válvulas seis y ocho se encuentren abiertas*
02	02	*Encender el soplador de aire, activando 56BC01 en la sala de control*
03	03	*Abrir la válvula cinco y cerrar todas las válvulas de descarga línea de aire que se encuentren abiertas (el operario debe revisar todos los equipos que cuentan con sistema de aireado en PTAB)*
04	04	*La inyección de aire se debe realizar por diez minutos*
05	05	*Apagar el soplador, cerrar la válvula cinco y abrir todas las válvulas de descarga de línea de aire en todos los equipos de PTAB.*
FIN		

Contralavado del filtro:

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	*Experto del área: abrir las válvulas tres y cuatro, encender una de las bombas de succión del tanque A y regular el flujo a 200 m³/h. Nota: la válvula seis debe estar abierta*
02 (No / Si)	02	*¿El agua a la salida del contralavado es clara y de baja turbidez?*
03	03	*Cerrar la válvula cuatro*
04	04	*Cuando comience a salir agua por el desaire, cerrar la válvula tres.*
05	05	*Abrir la válvula uno y siete y cerrar la válvula seis*
06 (No / Si)	06	*¿La turbidez a la salida del drenaje se encuentra entre 0,8-1,0 NTU?*
07	07	*Abrir la válvula dos y siete, de ésta forma el filtro entrará nuevamente en funcionamiento.*
FIN		

3.2.3 Recubrimiento Interior del Filtro

A la superficie interior del filtro se le aplica un Sand Blasting, que consiste en una limpieza con arena, de esta forma se lija la superficie en general, preparándola para la aplicación de dos o tres manos de Epoxifenólico H.B.

3.3 Tanque B o Tanque de Agua Filtrada

3.3.1 Introducción

Debido a que el agua almacenada en el tanque B es tratada, y va a ser destinada para el consumo humano, o en otras palabras, entra en contacto directo con los sistemas del proceso productivo, debe exhibir características de potabilidad, es por ello que se somete a análisis microbiológicos. Si los valores están fuera de norma se deben tomar las medidas correctivas al respecto. Además, es sometida a muestreos diarios por parte de los operarios a fin de determinar: turbidez, cloro libre, alcalinidad total, dureza cálcica y dureza total, pH y conductividad.

Se debe chequear la concentración de cloro una vez por turno, ya que esta agua alimenta a los filtros descarbonatadores y suavizadores, cuyo lecho está constituido por resinas, las cuales son sensibles a las concentraciones de cloro, es por ello que las mismas deben mantenerse entre 0,2 a 0,3 mg Cl_2/l.

El tanque de almacenamiento, a pesar de que se alimenta con agua tratada por el filtro de arena, debe recibir periódicamente mantenimiento por las siguientes razones:

- *Eliminar los sedimentos que se depositan en el fondo con el tiempo, ya sean por partículas provenientes del medio exterior (boca de visita), o por fugas de sólidos no retenidos por el filtro de arena o por cualquier otro motivo adicional.*

- *Otra razón importante de este mantenimiento, es evitar la formación de moho y sedimentación en las paredes del tanque. En caso de existir, se deben remover con esponjas de alambre y con hipoclorito de calcio.*
- *También el mantenimiento de este tanque permite verificar las condiciones de las tuberías, instalaciones eléctricas y cualquier otra condición general relacionada con el tanque.*

Cabe destacar que el mantenimiento del tanque B, se debe realizar en forma periódica y en días no laborales, en un lapso que debe estar comprendido entre cada seis o doce meses como máximo, dependiendo naturalmente del consumo de agua.

3.3.2 Mantenimiento del Tanque B

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	El experto del área debe cerrar el paso del agua proveniente de los pozos, apagando las bombas de los pozos que se encuentren activas para ese momento, hasta bajar el nivel del tanque a 100 m^3
02	02	Cerrar la salida de agua del tanque B hacia el manifold y abrir la entrada de agua hacia el manifold por el By-Pass
03	03	Encender nuevamente las bombas de los pozos para alimentar el manifold a través del By-Pass, de esta forma se podrá continuar surtiendo agua a los servicios generales de la planta
04	04	Abrir la válvula de descarga del tanque B para terminar de vaciarlo
05	05	Una vez que el tanque se encuentre totalmente vacío, destapar la boca de visita inferior con la ayuda de un mecánico. Debido a que el agua almacenada en el tanque contiene niveles de cloro, se hace necesario ventilarlo por una o dos horas antes de proceder a entrar en el tanque
06	06	El experto del área debe disponer de seis hombres para realizar las labores de limpieza del interior del tanque, organizándolos de la siguiente manera: cuatro hombres dentro del tanque realizando propiamente la limpieza, uno en la boca de visita vigilando por cualquier imprevisto que se pueda presentar y un último hombre coordinando y facilitando el material de limpieza
07	07	Una vez que el tanque se encuentre completamente limpio, cerrar la boca de visita y proceder al llenado del tanque. Para ello, se debe abrir la entrada de agua al tanque B
08	08	Cuando el nivel del tanque alcance los 200 m^3, se puede cerrar el By-Pass. De ésta manera la planta puede disponer del agua del tanque B. Nota: por razones de precaución, se recomienda dejar que el tanque alcance más nivel, para así poder ser utilizado por toda la planta
FIN		

3.4 Sistema Hidroneumático de Servicios Generales

3.4.1 Mantenimiento del Sistema Hidroneumático de Servicios Generales

Al sistema se le debe hacer mantenimiento cada seis meses y de ésta forma evitar el crecimiento bacteriológico en su interior. Su mantenimiento se describe a continuación:

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	Experto del área: cerrar la entrada de aire y apagar las bombas de succión del tanque B que suministran agua al sistema hidroneumático
02	02	Cerrar la entrada de agua y abrir el drenaje para vaciar el agua contenida en el tanque
03	03	Cuando el tanque se encuentre vacío, abrir la boca de visita con la ayuda de un mecánico.
04	04	El experto del área debe disponer de tres hombres para realizar las labores de limpieza interior del tanque organizados de la siguiente manera: un hombre dentro del tanque realizando propiamente la limpieza, un hombre en la boca de visita vigilando por cualquier imprevisto que se pueda presentar, un último hombre coordinando y facilitando el material de limpieza. Nota: para ello se deben tomar en cuenta las medidas de seguridad que el caso amerite. Y dichas funciones se irán rotando entre los tres hombres a medida que va ejecutando el mantenimiento.
05	05	Una vez que el tanque se encuentre completamente limpio, cerrar la boca de visita y proceder al llenado del tanque, para ello abrir la entrada de agua y aire y activar las bombas de succión del tanque B que suministran agua al hidroneumático. De esta forma el tanque operará normalmente.
FIN		

3.5 Sub-Sistema de Enfriamiento

3.5.1 Condensadores Evaporativos

Este es un sistema de recirculación abierto (enfriamiento) formado por tres condensadores, los cuales están constituidos por una tubería de recirculación, reposición, purga, rebose de agua, y entrada y salida de producto a enfriar. El agua utilizada en los condensadores es filtrada, por lo cual se necesita un tratamiento químico para evitar problemas de incrustaciones y problemas microbiológicos.

Estos condensadores enfrían amoníaco a través de un proceso de transferencia de calor, el cual ocurre cuando el agua rociada desde la parte superior del equipo, entra en contacto con la superficie por donde pasa el amoníaco sobre la cual se produce una evaporación, generándose una liberación de calor, por lo cual se dice que el amoníaco está siendo enfriado.

El agua recirculante se concentra con sales, por tal motivo, es necesario que la purga sea realizada de manera manual cuya frecuencia y duración será determinada por los análisis físico-químicos realizados al agua de recirculación. Las torres de enfriamiento siguen el mismo proceso de transferencia de calor que los condensadores, pero el producto

a enfriar, es el agua empleada para enfriar los equipos de sala de máquinas. Aquí también es necesario realizar un tratamiento químico para evitar obstrucciones causadas por la corrosión.

3.5.2 Productos químicos a dosificar en los condensadores

Lipesa 222: *multifuncional para aguas de enfriamiento:*

- *Especial para sistemas alcalinos: trabaja a altos valores de pH ,hasta 9,4.*
- *Excelente dispersante de sílice y sus incrustaciones.*
- *Evita la formación de incrustaciones de: $CaCO_3$, SiO_2, $MgSiO_3$, etc y sólidos suspendidos.*
- *Excelente dispersante de compuestos de hierro y zinc.*
- *Protege contra la corrosión a todos los metales.*
- *No contiene cromatos ni otros metales pesados: no contamina el ambiente.*
- *Producto biodegradable.*

Usos Principales:

Ha sido especialmente formulado para controlar la corrosión y la formación de depósitos e incrustaciones en sistemas de enfriamiento recirculantes abiertos, con aguas de alto pH y alta alcalinidad. Controla la formación de depósitos de sílice y silicatos, incluso a valores mayores de 150 ppm.

Lipesa 2201: microbiocida:

- *Altamente efectivo: controla y elimina bacterias, algas y hongos a dosis bajas.*
- *Altamente resistente a los efectos de inhibición de la mayoría de los compuestos orgánicos e inorgánicos.*
- *Aplicable en un rango amplio de procesos industriales.*
- *No es oxidante.*

Usos Principales:

Ha sido especialmente formulado para ser usado en el control microbiológico o preservación, en proceso y sistemas industriales.

Lipesa 108L: microbiocida:

- *Altamente eficaz en el control de bacterias aeróbicas y anaeróbicas: posee buenas características dispersantes.*
- *Produce muy poco impacto ambiental.*
- *Trabaja en medios tanto alcalinos como ácidos.*

Usos Principales:

Está especialmente indicado para ser empleado en el control de bacterias aeróbicas y anaeróbicas en aguas de desecho, petróleo, pulpa y papel, pinturas, aguas de enfriamiento y otros procesos cuyas soluciones sean fermentables. Puede ser usado en sistemas donde el efluente descargue en ríos, lagos, lagunas y mar debido a que el efecto contaminante, a las dosis recomendables, es mínimo.

3.5.3 Parámetros de control para los Condensadores

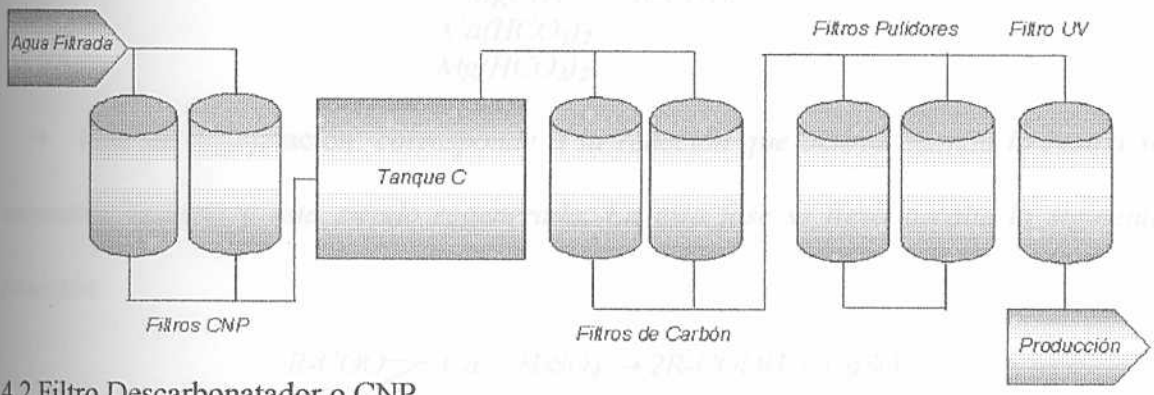
pH:	*8,3 - 9,0*
Sílice:	*máx. 200 mg/l de SiO_2*
Conductividad:	*550 – 660 μS*
Dureza cálcica:	*80 – 800 mg/l $CaCO_3$*
Alcalinidad total:	*250 – 500 $CaCO_3$*
Fosfato:	*3 – 5 mg/l PO_4*

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

ANEXO #4.

Sistema de Agua de Proceso

4.1 Esquema General del Sistema de Agua de Proceso



4.2 Filtro Descarbonatador o CNP

4.2.1 Introducción

La resina utilizada en la descarbonatación tiene la propiedad de fijar los cationes metálicos y liberar los aniones correspondientes en forma de ácido libre, hasta que el pH del agua tratada alcance un valor comprendido entre 4.3 y 5.0, lo cual significa la liberación total del ácido carbónico de los bicarbonatos. Cabe destacar que no se fijan por la resina los cationes ligados a los aniones de ácidos fuertes (cloruros, nitratos, sulfatos, etc). En estas condiciones el agua tratada conserva todas las sales de ácidos fuertes iniciales y la cantidad de CO_2 disuelto correspondiente a los bicarbonatos del agua cruda.

La descarbonatación presenta dos fases:

- Fase de servicio de agotamiento: *en esta fase, el filtro se encuentra en funcionamiento, y por ende la resina está cargada con protones H^+, la cual se encuentra intercambiando iones Ca, Na, Mg asociados a carbonatos y bicarbonatos por iones hidrógenos, produciendo una resina de iones de calcio o magnesio más ácido carbónico; cuando la resina se satura de estos iones debe ser regenerada. En esta fase de servicio o agotamiento, ocurre la siguiente reacción:*

$$2R\text{-}COOH + \begin{matrix} CaCO_3 \\ MgCO_3 \\ Ca(HCO_3)_2 \\ Mg(HCO_3)_2 \end{matrix} \rightarrow \begin{matrix} R\text{-}COO \\ R\text{-}COO \end{matrix} > Ca + H_2CO_3$$

- Fase de regeneración: *corresponde a la reacción que ocurre cuando la resina se encuentra agotada y está siendo regenerada. En esta fase se lleva a cabo la siguiente reacción:*

$$\begin{matrix} R\text{-}COO \\ R\text{-}COO \end{matrix} > Ca + H_2SO_4 \rightarrow 2R\text{-}COOH + CaSO_4$$

Mediante la adición de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a la resina, ésta recobra su capacidad intercambiadora. Dependiendo de la cantidad y concentraciones de ácido durante la regeneración, la resina se encontrará o no en óptimas condiciones. Cabe destacar que altas concentraciones de ácido precipitan sulfato de calcio ($CaSO_4$), ocasionando taponamiento en el filtro.

El filtro tiene instalado dos toma muestras, uno ubicado en la tubería de entrada de agua de servicio, el cual permite verificar las concentraciones de ácido que se le suministran al filtro en el momento de la regeneración y otro ubicado en la salida de servicio, a través del cual se muestrea el agua verificando la calidad de la misma.

Tanto a la entrada como a la salida del descarbonatador se controla:

✦ *Alcalinidad:*	*< 10 mg/l de $CaCO_3$*
✦ *pH:*	*4.3 – 5.1*

Estos parámetros de control permiten evaluar tanto el funcionamiento del filtro como la necesidad de regeneración del mismo. El agua requerida para la elaboración de refrescos tiene un estándar de aceptación de 50 mg/l de $CaCO_3$. El filtro descarbonatador produce

un agua ligeramente ácida luego de haber sido regenerada y posterior a su funcionamiento produce un agua de 0 mg/l de $CaCO_3$, valor que se irá incrementando a medida que la resina comienza a agotarse. Para poder establecer un equilibrio y neutralizar de ésta forma el exceso de ácido, el filtro viene equipado con una válvula By-Pass ajustable, que abre o cierra dependiendo del pH y de la alcalinidad que se requiera a la salida.

4.2.2 Operación y Mantenimiento del Filtro Descarbonatador o CNP

El filtro descarbonatador o CNP entra en funcionamiento cuando se abren las válvulas de entrada y salida, el resto de las válvulas deben encontrarse cerradas a excepción de la válvula de descarga línea de aire y la válvula de mezcla que se encuentra en la tubería del By-Pass.

A medida que la resina va perdiendo sus capacidades de intercambio y el filtro comienza a fugar alcalinidad, es decir, cuando a la salida del CNP se presentan valores mayores a 0 mg/l de $CaCO_3$, se debe comenzar a estrangular la válvula de mezcla del By-Pass, e ir reduciendo el flujo primero a 15, 10 y 5 m^3/h y así hasta llegar a cerrarla por completo para posteriormente regenerar el filtro descarbonatador.

El lecho de resinas intercambiadoras presentan las siguientes etapas a medida que el filtro entra en funcionamiento:

- Etapa #1 (Filtro regenerado): *en esta etapa el filtro producirá una agua descarbonatada ligeramente ácida. Sólo se diferencia una capa de resina totalmente regenerada.*

- Etapa #2 (El filtro entra en funcionamiento): *en esta etapa el filtro producirá agua con alcalinidad 0 mg/l de $CaCO_3$, distinguiéndose dos capas; en la capa superior el lecho presenta una mezcla de resina agotada y regenerada y en la capa inferior se encuentra la*

resina regenerada que le permite al filtro continuar descarbonatando el agua sin tener fuga de alcalinidad.

- Etapa #3 (El filtro durante su funcionamiento): *en esta etapa el filtro producirá agua con alcalinidad 0 mg/l de $CaCO_3$, diferenciándose tres capas, la superior corresponde a la resina agotada (esta resina ya ha perdido su capacidad de intercambio) la cual irá incrementando su volumen a medida que el filtro continúa activo; la capa intermedia corresponde a la mezcla de resina agotada y resina regenerada, la cual continuará descendiendo a medida que el filtro se encuentre activo, de esta forma se va reduciendo el volumen de la capa inferior que muestra la resina regenerada (mientras exista esta capa en el lecho, el filtro no fugará alcalinidad)*

- Etapa #4 (El filtro durante su agotamiento): *en esta etapa el filtro comenzará a producir agua con alcalinidad mayor a 0 mg/l de $CaCO_3$. Aparece la primera fuga de alcalinidad, lo cual quiere decir que debe comenzar el estrangulamiento de la válvula de mezcla y de esta forma controlar el pH y la alcalinidad requerida para la elaboración del jarabe y el refresco. Se distinguen dos capas, la superior de resina agotada y la inferior de mezcla entre resina agotada y regenerada; en esta etapa se debe monitoriar con mayor frecuencia el pH y la alcalinidad a modo de determinar el agotamiento del filtro, pH > 5,1 y alcalinidad > 10 mg/l de $CaCO_3$*

- Etapa #5 (Filtro completamente agotado): *en esta etapa el filtro producirá los valores de alcalinidad de la entrada, debido a que la resina ya ha perdido completamente sus capacidades de intercambio. Este caso hay que evitarlo.*

En vista del comportamiento de las distintas etapas por las cuales pasa el lecho de resina, se recomienda que para evitar situaciones fuera de control, se proceda a regenerar

el filtro cuando éste se encuentre en la etapa #4 y los valores de salida almacenen una alcalinidad mayor de 10 mg/l de $CaCO_3$.

Posteriormente de la adición de ácido, se enjuagan las sales que se han formado y el exceso de ácido. Si la concentración de ácido es mayor de 0,8% se pueden presentar precipitaciones de sulfato de calcio ($CaSO_4$) el cual genera serias obstrucciones en las toberas y en el lecho de las resinas. En caso de utilizar concentraciones menores de 0,6% la regeneración no será satisfactoria, pues la resina no quedará bien regenerada y por ende la calidad del agua para el proceso de elaboración de los refrescos no cumpliría con las normas establecidas.

Las resinas utilizadas en el proceso de descarbonatación se pueden deteriorar debido a:

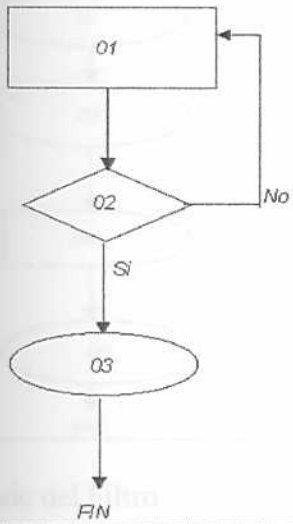
- *Golpes recibidos en el contralavado que originan un resquebrajamiento en la resina.*
- *Tiempo excesivo de contacto con cloro residual mayor de 0,3 mg/l, lo que ocasiona debilitamiento.*
- *Altas concentraciones de ácido sulfúrico al momento de la regeneración.*

El lecho de las resinas del descarbonatador debe ser renovado, cuando se observe que las regeneraciones a pesar de realizarlas en las concentraciones de 0,6% no están siendo totalmente efectivas, pues a pesar de que el filtro trabaja bajo condiciones constantes, va acortando sus períodos de regeneración. Para verificar esto se recomienda tomar una muestra de resina y analizar su capacidad de intercambio. Si luego de practicarle a la resina el análisis antes mencionado, se determina una baja capacidad de intercambio, se debe cambiar el lecho. Cuando esto suceda, también se deben inspeccionar las paredes del filtro verificando el revestimiento o engomado del mismo. Por otra parte se recomienda

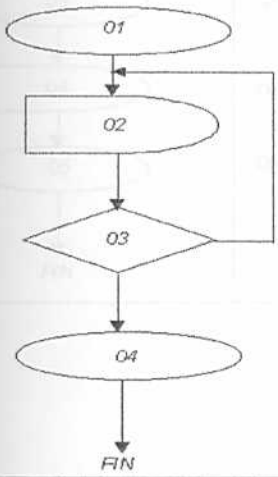
abrir el filtro anualmente e inspeccionarlo internamente, detallando tanto la situación del lecho de resinas como las paredes del filtro.

Para el mantenimiento de los CNP se deben seguir los siguientes pasos:

Evaluación de criterios:

DIAGRAMA		ACCIÓN
	01	*Experto del área debe verificar el funcionamiento, revisar los parámetros de control y comparar las normas establecidas para garantizar la calidad del agua*
	02	*¿La alcalinidad a la salida es mayor de 10 mg $CaCO_3$/l o pH > 5.1?*
	03	*Cerrar las válvulas uno y dos para dejar el filtro fuera de servicio*

Reducción del nivel: *una vez al mes o una vez cada tres meses, no es conveniente realizarlo siempre.*

DIAGRAMA		ACCIÓN
	01	*El experto del área debe abrir la válvula cuatro para liberar la presión dentro del filtro y abrir la válvula siete para iniciar el vaciado del mismo*
	02	*Esperar diez minutos*
	03	*¿El filtro alcanzó el nivel de vaciado recomendado? Nota: el filtro no debe ser vaciado por completo, el lecho debe quedar cubierto de agua para evitar que se fugue durante el aireado del mismo*
	04	*Cerrar la válvula siete*

Inyección de aire: *una vez al mes o una vez cada tres meses, no es conveniente realizarlo siempre.*

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	*El experto del área debe verificar que las válvulas cuatro y ocho se encuentren abiertas*
02	02	*Encender el soplador de aire, activando 56BC01 en la sala de control*
03	03	*Abrir la válvula cinco y cerrar todas las válvulas de descarga línea de aire que se encuentren abiertas (el operario debe revisar todos los equipos que cuenten con sistema de aireado en PTAB)*
04	04	*Mantener la inyección de aire por diez minutos*
05	05	*Apagar el soplador, cerrar la válvula cinco y abrir todas las válvulas de descarga de línea de aire en todos los equipos de PTAB*
FIN		

Contralavado del Filtro

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	*El experto del área debe abrir la válvula tres*
02	02	*Verificar que la válvula cuatro se encuentre abierta*
03	03	*Encender la bomba de succión del tanque B que se encuentra disponible para el contralavado del CNP y regular el flujo entre 24 – 28 m^3/h*
04	04	*Esperar 15 minutos*
05	05	*Apagar la bomba que se activó en el paso número tres y cerrar las válvulas tres y cuatro*
FIN		

Regeneración

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	El experto del área debe abrir las válvulas siete y nueve
02	02	Abrir la válvula de entrada del agua filtrada en la "T" de mezcla y encender la bomba de succión del tanque B que se encuentre disponible para la regeneración del CNP, regulando el flujo entre 18 – 20 m^3/h.
03	03	Abrir las válvulas de entrada y salida de ácido del pulidor
04	04	Encender la bomba dosificadora y abrir la válvula de entrada de ácido a la "T" de mezcla
05	05	Tomar una muestra de 100 ml de la entrada de agua de regeneración y titular con soda 2N. El volumen gastado en la titulación debe ser de 6 ml, de no ser así se debe ajustar nuevamente la bomaba dosificadora de ácido y continuar muestreando hasta obtener una concentración de 0,65 a la entrada de regeneración
06	06	Mantener la entrada del agua de regeneración al 0,6% por 180 minutos
07	07	¿La concentración de ácido a la salida es de 0,3%?. Nota: la muestra de toma del tomamuestras ubicado a la salida del CNP y se titula con soda 2N.
08	08	Interrumpir la circulación de ácido hacia el filtro, para ello cerrar la entrada de ácido a la "T" de mezcla y apagar la bomba dosificadora de ácido, luego cerrar la entrada y salida del ácido al pulidor.
FIN		

Enjuague

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	El experto del área debe iniciar el proceso de enjuague del filtro, manteniendo la circulación sólo de agua filtrada sin adición de ácido por la tubería de entrada de agua de regeneración
02	02	Mantener el enjuague por 70 minutos
03	03	¿El pH a la salida es de 3,5?
04	04	Apagar la bomba de succión del tanque B que se activó para la regeneración
05	05	Cerrar la válvula de entrada de agua filtrada a la "T" de mezcla
06	06	Cerrar las válvulas siete y nueve. Nota: en éstas condiciones el filtro se encuentra regenerado
FIN		

4.2.4 Recubrimiento interior del filtro CNP

Se le aplica un revestimiento semiduro con excelentes características químicas y resistencia a la temperatura a base de goma vulcanizada de 5 mm de espesor.

4.3 Tanque C o Tanque de Mezcla

4.3.1 Mantenimiento del Tanque C

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	*El experto del área debe abrir el paso del agua proveniente de los CNP, apagando las bombas que succionan del tanque B a los CNP, para bajar el nivel del tanque hasta el mínimo bombeo*
02	02	*Cuando el tanque alcance el nivel mínimo para el bombeo apagar las bombas de succión del tanque C que alimenta los filtros de carbón*
03	03	*Abrir el drenaje, de ésta forma se desecha el agua que aún se encuentra en el interior del tanque y que no puede ser extraída por bombeo*
04	04	*Cuando el tanque se encuentre completamente vacío, abrir la boca de visita con la ayuda de un mecánico. El tanque se debe ventilar por una o dos horas debido al contenido de cloro en el agua.*
05	05	*El experto del área debe disponer de tres hombres para cada tanque y así realizar las labores de limpieza: un hombre dentro del tanque realizando propiamente la limpieza, un hombre en la boca de visita vigilando por cualquier imprevisto que se pueda presentar y un último hombre coordinando y facilitando el material de limpieza. Nota: para ello se deben tomar en cuenta las medidas de seguridad que el caso amente y dichas funciones se irán rotando entre los tres hombres a medida que se va ejecutando el mantenimiento*
06	06	*Una vez que el tanque se encuentre completamente limpio, cerrar la boca de visita y proceder al llenado del tanque, para ello abrir la entrada de agua al tanque y activar la bomba de succión del tanque B que suministra agua a los CNP*
07	07	*Cuando el nivel del tanque alcance el nivel recomendado para iniciar el bombeo, activar las bombas de succión del tanque C, de esta forma el tanque operará normalmente*
FIN		

4.4 Filtro de Carbón

4.4.1 Breve Descripción

El lecho cumple cuatro funciones:

- Filtración: *dicha función queda reducida al máximo, para evitar el atascamiento del mismo, es por ello que se efectúa una filtración previa al agua a través de otros equipos de filtración (filtros de arena y filtros CNP)*
- *Soporte Bacteriano: la superficie del carbón, ofrece condiciones ideales para*

la colonización bacteriana; este fenómeno puede contribuir a la depuración, pero, si no se realiza en forma perfecta puede resultar peligroso (fermentación anaerobia causante de olores, atascamiento del lecho...)

- Acción Catalítica: *y más concretamente la que ejercen sobre la reacción de oxidación del agua con cloro libre:*

$$Cl_2 + H_2O \Rightarrow 2HCl + \frac{1}{2} O_2$$

Se realiza así la eliminación de cloro del agua que haya sufrido un tratamiento de cloración en exceso.

- *Adsorción: ésta debe ser la misión principal del carbón activado, la cual consiste en fijar en su superficie, moléculas orgánicas extraídas del agua que se están tratando.*

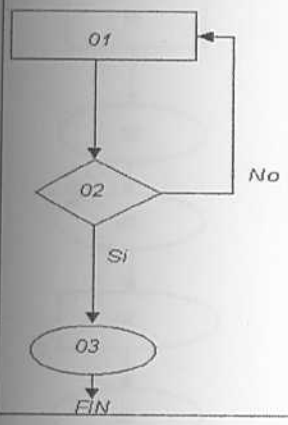
4.4.1 Operación y Mantenimiento del Filtro de Carbón

Una vez que el filtro entra en funcionamiento, va reteniendo cloro y materia orgánica en los intersticios del lecho de carbón activado. La esterilización del filtro de carbón, se hace necesaria para eliminar cualquier posible contaminación dentro del filtro y de esta forma garantizar la calidad microbiológica del agua que el filtro procesa. Se recomienda contralavar y esterilizar el filtro mínimo, una vez por semana o cuando los parámetros de control, tanto físico-químicos como microbiológicos así lo ameriten.

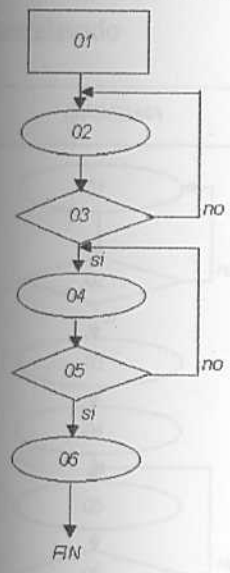
Para el mantenimiento de los filtros de carbón se deben seguir los siguientes pasos: evaluación de criterios, reducción del nivel del filtro, inyección del aire, contralavado, calentamiento y esterilización. Los cuales, se describen a continuación:

U.C.A.B. BIBLIOTECA

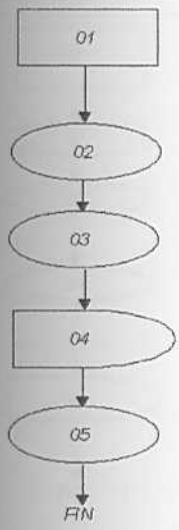
Evaluación de criterios

DIAGRAMA		ACCIÓN
	01	*Experto del área: verifica el funcionamiento del filtro, revisa los parámetros de control y los compara con las normas establecidas para garantizar la calidad del agua.*
	02	*¿La turbidez del filtro es mayor de 2,5 NTU ó la variación de presión > 0,4 bar? Ó* *¿El filtro debe ser lavado según su cronograma de mantenimiento?*
	03	*Cierra las válvulas 1 y 2 para dejar al filtro fuera de servicio*

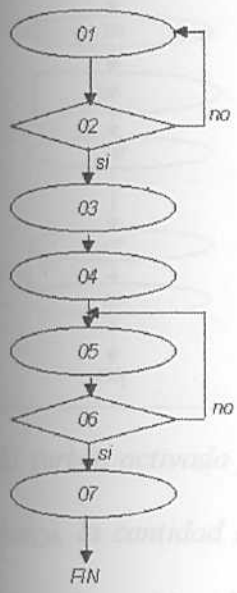
Reducción del nivel del filtro

DIAGRAMA		ACCIÓN
	01	*El experto del área debe abrir la válvula seis para liberar la presión dentro del filtro*
	02	*Abrir la válvula cuatro, de esta forma se vacía el filtro hasta la altura a la cual se encuentra la salida del contralavado*
	03	*¿Dejó de salir agua por la tubería de salida del contralavado?*
	04	*Cerrar la válvula cuatro y abrir la siete para continuar reduciendo el nivel del filtro*
	05	*¿El filtro alcanzó el nivel de vaciado recomendado?. Nota: el filtro debe ser vaciado por completo, el lecho debe quedar cubierto de agua para evitar que se fugue durante el aireado del mismo*
	06	*Cerrar la válvula siete*

Inyección de aire

DIAGRAMA		ACCIÓN
	01	*El experto del área debe verificar que la válvula ocho se encuentre abierta*
	02	*Encender el soplador de aire activando 56BC01 en la sala de control*
	03	*Abrir la válvula cinco y cerrar todas las válvulas de descarga línea de aire que se encuentren abiertas (el operario debe revisar todos los equipos que cuenten con sistema de aireado en PTAB)*
	04	*La inyección de Aire se debe realizar por 10 minutos*
	05	*Apagar el soplador, cerrar la válvula cinco y abrir todas las válvulas de descarga de línea de aire en todos los equipos de PTAB*

Contralavado

DIAGRAMA		ACCIÓN
	01	*El experto del área debe abrir las válvulas tres y cuatro, encender la bomba que se encuentre disponible para succionar el agua del tanque C regulando el flujo a 100 m^3/h*
	02	*¿El agua de salida del contralavado es clara y de baja turbidez?*
	03	*Cerrar la válvula cuatro*
	04	*Cuando comience a salir agua por el desaire, cerrar las válvulas tres y seis*
	05	*Abrir la válvula uno y siete*
	06	*¿La turbidez a la salida del drenaje se encuentra entre 0,8 - 1,0 NTU?*
	07	*Cerrar las válvulas uno y siete e iniciar la esterilización*

Calentamiento

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	*El experto del área debe verificar que las válvulas de entrada y de salida de la bomba que se utilizará para la recirculación de agua caliente se encuentren abiertas*
02	02	*Abrir las válvulas nueve y diez. Encender una de las bombas de recirculación de agua caliente*
03	03	*Regular durante todo el proceso de esterilización que la presión de descarga sea < 3 bar, en caso de que sea mayor, abrir un poco la válvula seis hasta que se controle la presión. Nota: si el filtro pierde nivel, éste se repone abriendo un poco la válvula uno*
04	04	*Abrir la válvula de entrada de vapor. Nota: el vapor no se está inyectando continuamente en la línea, es por ello que el experto del área cuando decida esterilizar el filtro, como paso previo debe avisar a los operarios en Sala de Máquinas para que le suministren vapor*
05	05	*En una hora el filtro debe alcanzar una temperatura entre 85 - 90 ºC. Nota: el operario debe vigilar que el calentamiento se realice poco a poco para evitar choques térmicos. Por otra parte se debe tener presente que durante el calentamiento hay mayor fluctuación de presión, por esto, es importante que durante toda la hora de calentamiento el operario se mantenga observando las variaciones de presión*
FIN		

Esterilización

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	*Cerrar la entrada de agua y continuar la recirculación de agua dentro del filtro*
02	02	*Mantener la recirculación mínimo por dos horas*
03	03	*Apagar la bomba y cerrar las válvulas nueve y diez*
04	04	*Abrir completamente la válvula seis para iniciar el enfriamiento interior*
05	05	*Esperar cuarenta minutos*
06	06	*Abrir la válvula uno y siete (ésta última válvula no debe ser abierta por completo, porque el diámetro de la tubería es mayor al diámetro de la tubería de drenaje, lo que puede generar problemas de presión interior; además , se debe cuidar que el enfriamiento no sea brusco, pues genera problemas tanto en las paredes del tanque como en el lecho)*
07	07	*Esperar que la temperatura interna se iguale a la temperatura ambiente*
08	08	*Cerrar la válvula siete, esperar que salga agua por el desaire y cerrar la válvula seis. Finalmente poner el filtro en servicio, abriendo por completo la válvula uno y dos*
FIN		

El carbón activado puede remover cloro por un tiempo considerablemente largo. Sin embargo, la cantidad de remoción de materia orgánica es limitada; es por ello que se recomienda cambiar el lecho anualmente.

Cuando se coloca una nueva carga del lecho filtrante, el filtro debe ser inundado con agua de abajo hacia arriba, es recomendable dejar el lecho inundado con agua si es posible durante 24 horas o mínimo una noche, para garantizar el asentamiento del lecho y posteriormente se debe realizar un contralavado.

4.5 Intercambiador de Calor de Placas Paralelas

4.5.1 Introducción

El intercambiador de placas paralelas ofrece una alta transferencia de calor, en un área compacta y de fácil limpieza.

Un intercambiador de placas, consiste en una estructura que encierra una serie de placas metálicas que han sido comprimidas a través de su superficie acanalada. Las placas, tienen orificios en las esquinas para permitir el paso del líquido a calentar. Se encuentran presionadas con empacaduras de goma colocadas bordeando toda la estructura de la placa, a modo de evitar fugas.

Las placas se encuentran instaladas de modo que el agua fluya en contra corriente por cada placa por la cual pasa, es decir, si por una placa el agua fluye en sentido ascendente, en la placa siguiente fluirá en sentido descendente.

4.5.2 Mantenimiento del Intercambiador de Placas Paralelas

Debido a que el intercambiador de placas trabaja con agua que contiene sales minerales, puede que se produzcan incrustaciones, si no es mantenido con cierta regularidad. Se recomienda abrirlo y hacerle mantenimiento una vez al año, para lo cual se deben seguir los siguientes pasos:

- *Después de desmontar cada una de las placas, se debe proceder a realizar una limpieza mecánica.*

- *El químico a utilizar para la limpieza de la unidad podría ser ácido nítrico, cítrico o fosfórico.*

4.6 Filtro Pulidor

4.6.1 Introducción

En el filtro pulidor, se controla la turbidez del agua y el ΔP tanto a la entrada como a la salida. Para garantizar que el filtro se encuentra en óptimas condiciones de operación, debe presentar los siguientes valores:

Turbidez:	*0 NTU*
ΔP	*<0,1 bar*

En caso de que el filtro presente un valor superior al establecido según la norma, éste debe ser puesto fuera de servicio para posteriormente realizarle las labores de mantenimiento pertinentes.

Se recomienda, para evitar perturbaciones en el proceso, hacerle mantenimiento semanalmente, el mismo puede coincidir cuando se esterilice el filtro de carbón, de esta forma no interfiere con la planificación de producción.

4.6.2 Mantenimiento del Filtro Pulidor

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	El experto del área debe cerrar las válvulas uno y dos
02	02	Dejar drenar el agua que se encuentra en el interior de la línea abriendo el toma muestras número uno y la válvula tres
03	03	Cuando el filtro se encuentre completamente vacío, retirar el aro de sujeción ubicado en el tope del filtro
04	04	Retirar la tapa superior de la carcaza y la plancha superior de sujeción de velas
05	05	Extraer las doce velas y destapar el tapón lateral y el fondo, a modo de drenar todo el sucio que pueda encontrarse en el interior del filtro
06	06	Lavar el interior de la carcaza y cada vela por separado con una manguera, aplicando una presión de cuatro bar
07	07	Una vez que tanto las velas como la carcaza se encuentren completamente limpias, proceder al montaje del filtro, colocando las doce velas y asegurándolas con la plancha superior
08	08	Cerrar el filtro, asegurándolo con el aro de sujeción en la tapa superior y colocar los tapones, tanto el lateral como el del fondo
09	09	Cuando haya terminado de montar el filtro, abrir la válvula uno y dejar el filtro drenando a través de las toma muestras uno y dos y de la válvula tres por diez minutos o hasta obtener agua clara a la salida
10	10	Cerrar las toma muestras uno y dos y la válvula tres
11	11	Abrir las válvulas uno y dos por completo, de ésta forma el filtro queda en servicio
FIN		

4.7 Sistema de Desinfección por Irradiación UV

4.7.1 Introducción

Para asegurar un funcionamiento de la instalación UV libre de perturbaciones, es sumamente importante realizar un mantenimiento regular y consciente tanto de los componentes mecánicos como de los eléctricos. Al sistema de irradiación UV, de Pepsi-Cola Venezuela, planta Caucagua, le llega agua con poca dureza y libre de elementos en suspensión, por lo tanto, es suficiente si la instalación se comprueba totalmente una vez al año. Por otra parte, es importante tener presente que las lámparas UV tienen una vida útil de 8700 horas, por lo que transcurrido este período deben ser cambiadas.

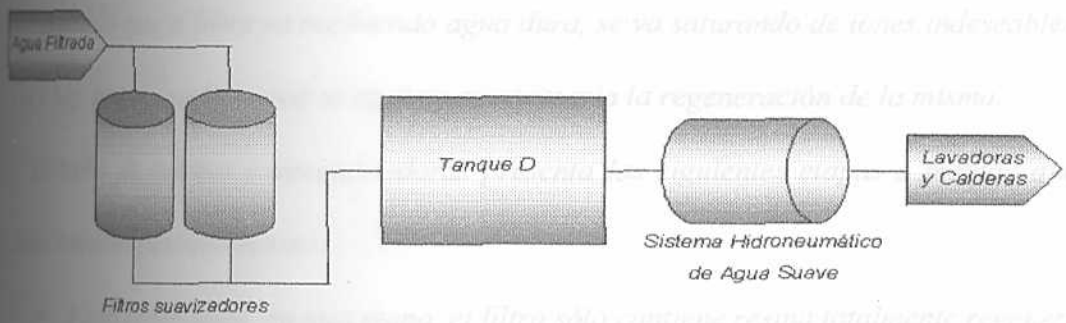
4.7.2 Mantenimiento del Sistema de Irradiación UV

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	El personal de katadyn, debe desconectar todo tipo de alimentación eléctrica
02	02	Cerrar las válvulas uno y dos para que el sistema quede fuera de servicio
03	03	Liberar la presión interna, abriendo los toma muestras uno y dos y la válvula tres
04	04	Verificar si la alimentación eléctrica está desconectada
05	05	Vaciar la cámara de irradiación
06	06	Desmontar el tubo de protección de cuarzo y limpiarlo (no tocarlo con las manos)
07	07	Desmontar las lámparas UV
08	08	Desmontar el sensor UV, limpiarlo y proceder a montarlo nuevamente
09	09	Montar el tubo de protección de cuarzo
10	10	Montar las lámparas UV
11	11	Cerrar los toma muestras uno y dos y la válvula tres
12	12	Girar la llave principal de instalación UV (en la caja de control) a posición de servicio
13	13	Llenar lentamente con agua la cámara de irradiación, abriendo un poco la válvula uno
14	14	Esperar tres minutos
15	15	Abrir la válvula dos y terminar de abrir la válvula uno
FIN		

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

ANEXO #5.
Sistema de Agua Suave

5.1 Esquema General del Sistema de Agua Suave



5.2 Filtro Suavizador

El agua dura, seguirá liberándose de los cationes de calcio y magnesio, hasta que la resina haya perdido su capacidad de intercambio. Sin embargo, la resina se puede regenerar, porque la reacción es reversible. Esto se obtiene, poniéndola en contacto con una solución concentrada de cloruro sodio, ya que ésta intercambia los cationes de calcio y magnesio por los de sodio.

5.2.1 Especificaciones del Filtro Suavizador

• *Número de filtros:*	*2*
• *Caudal:*	*100 m^3/h*
• *Diámetro:*	*2,00 m*
• *Altura cilíndrica:*	*1,93 m*
• *Material de construcción:*	*acero al carbono*
• *Velocidad de servicio:*	*31,9 m/h*
• *Caudal de contralavado:*	*44 – 57 m^3/h*
• *Tiempo de contralavado:*	*15 minutos*
• *Tipo de regenerante:*	*salmuera*
• *Concentración del regenerante:*	*9 – 10 %*
• *Cantidad de regenerante:*	*600 Kg*
• *Tipo de relleno:*	*Lewait S 1428*
• *Altura del relleno:*	*1,00 m*
• *Cantidad de relleno:*	*3.140 lts*
• *Granulometría del relleno:*	*0,47 ± 0,05 mm*

5.2.2 Operación y Mantenimiento del Filtro Suavizador

A medida que el filtro va recibiendo agua dura, se va saturando de iones indeseables de Ca y Mg, por lo que la resina se agota y es necesaria la regeneración de la misma.

El lecho de resinas intercambiadoras presenta las siguientes etapas a medida que el filtro entra en funcionamiento:

- Filtro regenerado: *en esta etapa, el filtro sólo contiene resina totalmente regenerada y producirá agua con 0 mg $CaCO_3$/l.*
- El filtro entra en funcionamiento: *en esta etapa, el filtro producirá agua con dureza 0 mg $CaCO_3$/l. Se pueden diferenciar dos capas, en la capa superior el lecho presenta una mezcla de resina agotada y resina regenerada, y en la capa inferior se encuentra la resina regenerada que le permite al filtro continuar suavizando el agua sin tener fuga de dureza.*
- El filtro durante su período de funcionamiento: *en esta etapa, el filtro producirá agua con dureza 0 mg $CaCO_3$/l. Se pueden diferenciar tres capas, la capa superior correspondiente a la resina agotada (esta resina ya ha perdido su capacidad de intercambio), la cual irá incrementando mientras el filtro continúe activo; la capa intermedia corresponde a la mezcla de resina agotada y resina regenerada, la cual avanzará en sentido descendente, reduciendo de esta forma el área de la última capa correspondiente a la resina regenerada (mientras exista esta capa el suavizador no fugará dureza).*
- Filtro durante su agotamiento: *en esta etapa aparece la primera fuga de dureza, lo cual quiere decir, que el filtro debe ser regenerado inmediatamente, para evitar que el proceso salga fuera de control.*

En vista del comportamiento de las distintas etapas por las cuales pasa el lecho de resina, se debe regenerar el filtro justo, cuando entre el filtro a su agotamiento (última

etapa), es decir, el operario debe estar diariamente evaluando los criterios de operación del filtro y en base a los resultados obtenidos, cuando detecte que el valor de dureza es mayor de 0 mg $CaCO_3/l$, debe dejar al filtro fuera de servicio e iniciar los pasos para el mantenimiento del mismo.

La regeneración le devuelve a las resinas las cualidades retentivas perdidas, mediante la adición de una solución de NaCl entre 9 - 10 %, la cual contiene iones de Na^+ que sustituyen a los iones de Ca y Mg, que se encuentran adheridos al lecho del intercambiador iónico y de esta manera la resina recupera su capacidad intercambiadora inicial.

Durante la regeneración, se efectúan pruebas constantemente (cada cinco minutos) por parte del operario de PTAB, con la finalidad de verificar que la concentración de cloruro de sodio, se mantenga en los parámetros pautados. Si la concentración de cloruro de sodio está por debajo de estos parámetros, el filtro queda mal regenerado. El tiempo de regeneración es de cuarenta minutos aproximadamente, si la regeneración se hace en menor tiempo, el filtro quedará mal regenerado.

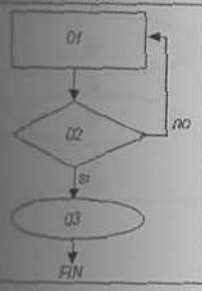
El lecho de las resinas del suavizador, debe ser renovado cuando se observe que las regeneraciones, a pesar de realizarlas en las concentraciones adecuadas (9 - 10 %) no están siendo totalmente efectivas, pues a pesar de que el filtro trabaja bajo condiciones constantes, va acortando sus períodos de regeneración. Lo cual es producto de que la resina no acepta más regeneraciones y de que ha perdido su posibilidad de intercambio. En este caso, se debe cambiar el lecho de la resina.

Cuando esto suceda, también se deben inspeccionar las paredes del filtro, verificando el revestimiento o engomado del mismo. Cualquier situación irregular que sea encontrada, deberá ser corregida inmediatamente para evitar que el tanque sufra corrosión.

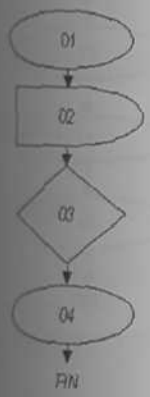
Por otra parte se recomienda abrir el filtro cada año e inspeccionarlo internamente, detallando la situación del lecho de resinas como las paredes del filtro.

Para el mantenimiento de los filtros suavizadores se deben seguir los siguientes pasos:

Evaluación de criterios:

DIAGRAMA		ACCIÓN
	01	*El experto del área debe verificar el funcionamiento del filtro, revisar los parámetros de control y compararlos con las normas establecidas, para garantizar la calidad del agua*
	02	*¿La dureza a la salida es mayor de 0 mg $CaCO_3$/l?*
	03	*Cerrar las válvulas uno y dos para dejar al filtro fuera de servicio*

Reducción del nivel:

DIAGRAMA		ACCIÓN
	01	*El experto del área debe abrir la válvula cuatro para liberar la presión dentro del filtro, y abrir la válvula siete para iniciar el vaciado del mismo*
	02	*Esperar diez minutos*
	03	*¿El filtro alcanzó el nivel de vaciado recomendado?. Nota: el filtro no debe ser vaciado por completo, el lecho debe quedar cubierto de agua para evitar que se fugue durante el aireado del mismo*
	04	*Cerrar la válvula siete*

Inyección de aire:

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	*El experto del área debe verificar que la válvula ocho se encuentre abierta*
02	02	*Encender el soplador de aire, activando 56BC01 en la sala de control*
03	03	*Abrir la válvula cinco y cerrar todas las válvulas de descarga línea de aire que se encuentra*
04	04	*Mantener la inyección de aire por diez minutos*
05	05	*Apagar el soplador, cerrar la válvula cinco y abrir todas las válvulas de descarga de línea de aire en todos los equipos de PTAB*
FIN		

Contralavado del filtro:

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	*El experto del área debe abrir la válvula tres*
02	02	*Verificar que la válvula cuatro se encuentre abierta*
03	03	*Encender la bomba de succión del tanque B que se encuentre disponible para el contralavado del suavizador y regular el flujo entre 44 – 57 m³/h*
04	04	*Esperar quince minutos*
05	05	*Apagar la bomba que se activó en el paso número tres y cerrar las válvulas tres y cuatro*
FIN		

Regeneración:

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	El experto del área debe verificar que el sistema de regeneración de salmuera se encuentre acondicionado para la regeneración
02	02	Abrir la válvula nueve, para iniciar la entrada de la solución salina al 9 – 10 % y abrir el drenaje (válvula siete)
03	03	Esperar a que pasen los 3000 litros de solución que se encuentran en el tanque de salmuera
04	04	Apagar la bomba de salmuera, y cerrar la válvula E en el sistema de regeneración del suavizador
05	05	Abrir la válvula A en un 50% por diez minutos para iniciar un enjuague lento y encender la bomba de succión del tanque B hacia los suavizadores
06	06	Abrir la válvula A al 100% y titular cada cinco minutos hasta obtener a la salida del suavizador una dureza de 0 mg $CaCO_3/l$
07	07	Cerrar la válvula A, la siete y la nueve
08	08	Abrir las válvulas uno y dos, de esta forma el filtro se pone en funcionamiento
FN		

5.2.3 Recubrimiento Interior del Filtro Suavizador

Se le aplica un revestimiento semiduro con excelentes características químicas y resistencia a la temperatura a base de una goma vulcanizada de 5 mm de espesor.

5.3 Tanque D o Tanque de Agua Suave

Una vez que el agua se encuentra en el tanque D, es sometida a análisis por parte de los operarios, a fin de determinar: cloro libre, hierro, dureza total, pH y conductividad. Cabe destacar que la dureza total debe mantenerse en 0 mg de $CaCO_3/l$, que corresponde al valor permitido para la utilización del agua en calderas y lavadoras de botellas. Además de realizarle pruebas físico-químicas al agua, se le deben practicar análisis microbiológicos para garantizar la calidad de la misma.

5.3.1 Mantenimiento del Tanque D

Al tanque se le debe hacer mantenimiento interior cada seis meses, a menos que presente contaminación bacteriológica.

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	El experto del área debe cerrar el paso del agua proveniente de los suavizadores, apagando las bombas que succionan del tanque B a los suavizadores, para bajar el nivel del tanque hasta el mínimo para bombeo
02	02	Cuando el tanque alcance el nivel mínimo para bombeo, colocar el sistema hidroneumático de agua suave fuera de servicio
03	03	Abrir el drenaje, de esta forma se desecha el agua que aún se encuentra en el interior del tanque, la cual no puede ser extraída por bombeo
04	04	Cuando el tanque se encuentre completamente vacío, abrir la boca de visita con la ayuda de un mecánico. Dejar el tanque abierto por ½ hora aproximadamente, para eliminar las concentraciones de cloro en el interior
05	05	El experto del área debe disponer de tres hombres para realizar las labores de limpieza interior del tanque organizados de la siguiente manera: un hombre dentro del tanque realizando propiamente la limpieza, un hombre en la boca de visita vigilando por cualquier imprevisto que se pueda presentar y un último hombre coordinando y facilitando el material de limpieza
06	06	Una vez que el tanque se encuentre completamente limpio, cerrar la boca de visita y proceder al llenado del tanque, para ello se debe abrir la entrada de agua al tanque y activar la bomba de succión del tanque B que suministra agua a los suavizadores
07	07	Cuando el nivel del tanque alcance el nivel recomendado para iniciar el bombeo, se debe activar nuevamente el sistema hidroneumático de agua suave para que el tanque opere normalmente
FIN		

5.4 Sistema Hidroneumático de Agua Suave

5.4.1 Introducción

Una vez que el agua se encuentra en el sistema hidroneumático, es sometida a análisis por parte de los operarios a fin de determinar: hierro y cloro libre. Debido a que esta agua está destinada para el uso de calderas y lavadoras de botellas, debe tener un nivel de microbiología aceptable, es por ello que se le realizan análisis microbiológicos.

Por otra parte, al sistema se le debe hacer mantenimiento cada seis meses y de esta forma evitar el crecimiento bacteriológico en su interior.

5.4.2 Mantenimiento del Sistema Hidroneumático de Agua Suave

DIAGRAMA		ACCIÓN
01	01	El experto del área debe cerrar la entrada de aire y apagar las bombas de succión del tanque D que suministran agua al sistema hidroneumático
02	02	Cerrar la entrada de agua y abrir el drenaje para vaciar el agua contenida en el tanque
03	03	Cuando el tanque se encuentre vacío, abrir la boca de visita con la ayuda de un mecánico
04	04	El experto del área debe disponer de tres hombres para realizar las labores de limpieza interior del tanque organizados de la siguiente manera: un hombre dentro del tanque realizando propiamente la limpieza, un hombre en la boca de visita vigilando por cualquier imprevisto que se pueda presentar
05	05	Una vez que el tanque se encuentre completamente limpio, cerrar la boca de visita y proceder al llenado del tanque; para ello se debe abrir la entrada de agua y aire y se deben activar las bombas de succión del tanque B que suministran agua al sistema hidroneumático. De esta forma el tanque operará normalmente.
FIN		

5.5 Sub-Sistema de Generación de Vapor

5.5.1 Introducción

Las razones por las cuales se usa el agua en los procesos de generación de vapor son sus características físico-químicas, entre las que se destacan su alto calor específico y su alta presión de saturación. Los equipos utilizados para la generación de vapor en Pepsi-Cola Venezuela, planta Caucagua, son las calderas pirotubulares.

El ciclo del agua en una caldera, podría esquematizarse de la siguiente forma:

La caldera recibe el agua de alimentación, que está constituida por una proporción variable de agua condensada recuperada, denominada "agua de retorno" y de agua suave proveniente de PTAB. Esta agua se transforma en vapor que escapa de la zona de vaporización hacia el exterior.

Las impurezas se concentran, cada vez más en la fase líquida, si no se efectúa una desconcentración sistemática, denominada "purga o extracción", vertiendo al drenaje una parte del agua de la caldera.

5.5.2 Productos químicos dosificados en las calderas

Lipesa-3003:

Producto utilizado para controlar la formación de depósitos por sales de dureza, hierro y lodos. Este producto es a base de fosfatos "orgánicos" y polímeros que inhiben la formación de dureza. Tiene un poder disolvente del ión férrico y mantiene las superficies metálicas pasivadas. Este producto químico se dosifica en el tanque de alimentación de calderas.

Lipesa-3512:

Es una solución de bisulfito de sodio catalizado con sales de calcio de cobalto, que se utiliza para eliminar el oxígeno en el agua de alimentación en los sistemas de generación de vapor y así evitar problemas de corrosión. Su punto de dosificación es el tanque de alimentación de las calderas.

Lipesa-3515:

Es una amina neutralizante líquida (morfolina), utilizado para eliminar la presencia de CO_2 causante de la corrosión en sistemas de condensación en circuitos cortos. El producto se dosifica en el cabezal de vapor.

5.5.3 Parámetros de Control para las Calderas

• *pH:*	*10,5 – 11,5*
• *Sílice:*	*máx. 300 mg/l de SiO_2*
• *Conductividad:*	*800 – 1000 μS*
• *Dureza total:*	*0 mg/l de $CaCO_3$*
• *Alcalinidad OH:*	*800 – 900 mg/l de $CaCO_3$*
• *Hierro:*	*< 0,1 mg/l de Fe*
• *Sulfito:*	*30 – 60 mg/l SiO_3*
• *Fosfato:*	*20 – 30 mg/l PO_4*

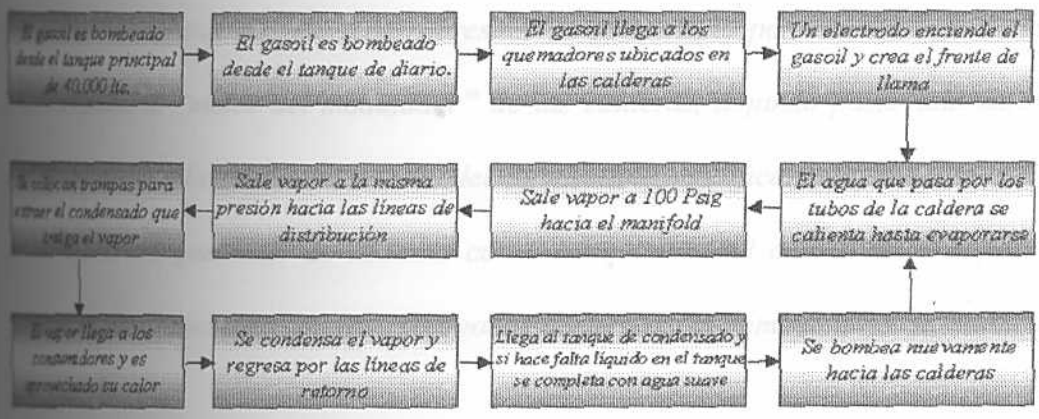
ANEXO #6.
Sistema de Vapor

6.1 Generalidades

Cuando al agua, a una presión y temperatura determinada se le aplica calor, ésta aumenta su temperatura apreciablemente, permaneciendo la presión constante y aumentando el volumen específico un poco. Cuando la temperatura llega a 100 °C, parte del líquido comienza a evaporarse, manteniéndose la temperatura y presión constantes, pero aumenta el volumen específico en forma considerable. Una vez que se ha evaporado la última gota de agua, comienza a aumentar la temperatura y la presión, y sigue aumentando el volumen específico.

El ciclo de vapor, comienza en la caldera donde ocurre la evaporación del agua, produciéndose vapor saturado a una cierta temperatura y presión, ambas de saturación. Posteriormente, el vapor es utilizado por los consumidores, aprovechando el calor latente generado por el vapor, regresando luego al condensador, donde se termina de condensar para ser bombeado de nuevo a la caldera y así completar el ciclo.

6.2 Esquema General del Sistema de Vapor



6.3 Componentes del Sistema

6.3.1 Calderas:

Las calderas actualmente instaladas en la planta, son del tipo pirotubular, que consisten en una carcasa de gran diámetro, que contiene en su interior tubos de diámetro mucho menor, tal que el agua rodea los tubos que contienen el gas producto de la combustión, evaporándose a su paso y convirtiéndose en vapor. La llama choca en el frente de llama (material refractario) una vez que ha pasado por el primer pase, para que luego los gases calientes se dirijan por el pase secundario y terciario, calentando el agua a su paso y finalmente, saliendo por la chimenea los gases restantes de la combustión.

Estas calderas, poseen un sistema de control, que le indica a la bomba de agua ubicada en el tanque de condensado, cuando mandar agua y cuando detener el flujo. También poseen un sistema, que enciende o apaga el quemador dependiendo de la demanda de vapor que se presente.

El combustible es bombeado por cada caldera, desde el tanque de diario de 4500 lts (1200 gal.), y es regulada en estas calderas tipo moduladas, por la llamada "válvula reguladora de gasoil o de contrapresión", accionada por medio de varillas interconectadas al "motor del modulador" de las calderas, dejando pasar una cantidad variable de gasoil a la tubería de retorno del combustible, modificando así la alimentación de la boquilla del quemador de acuerdo con los requisitos del consumo del vapor. Las boquillas de los quemadores son las encargadas de inyectar el combustible a la llama de la caldera.

Las calderas actualmente poseen las siguientes características:

Productores de vapor	Marca	Modelo	Capacidad (Kg/h)	Cap. Calorífica (Kcal/h)
Caldera #1	*Jet 50 HP*	*HP 150*	*2.347*	*1.265.000*
Caldera #2	*Jet 150 HP*	*HP 150*	*2.347*	*1.265.000*
Caldera #3	*Continental 150 HP*	-	*2.347*	*1.265.000*

6.3.1.1 Parámetros Físico-Químicos de las Calderas

Se debe llevar un control constante de los parámetros físico-químicos del agua de alimentación de las calderas, a fin de mantenerlos dentro del rango requerido para evitar incrustaciones y corrosión.

- pH: *el rango óptimo, en el agua de caldera está entre 10,5 y 11,0. En este rango se encontrará solamente alcalinidad de carbonatos e hidróxidos libres, necesarios para mantener la capa pasivante de magnetita en la caldera para evitar la corrosión.*

- Alcalinidad OH: *este parámetro se controla en relación directa con el contenido de sílice, pues se requiere una relación de aproximadamente 2,5 ppm de alcalinidad OH por cada ppm de sílice en el agua de caldera, para mantener la sílice soluble y evitar que precipite y forme incrustaciones. Si no se logran alcanzar los valores de alcalinidad cáustica necesarios, se debe aplicar soda cáustica al agua de alimentación. En todo caso, si los valores de sílice en el agua de caldera, son muy altos (mayores de 200 ppm como SiO_2), se deben controlar ambos parámetros mediante la purga, pues alcalinidades cáusticas muy altas (>600 ppm) producen espumación, arrastre y en calderas de alta presión corrosión cáustica.*

- Alcalinidad P y M: *la evaluación de este parámetro, permite determinar la alcalinidad cáustica. Con los pH del agua de la caldera (10 – 11), sólo se encontrará alcalinidad de carbonatos y OH. En el condensado, los carbonatos se convierten en bicarbonatos y éstos en CO_2, que cuando se redisuelve forma ácido carbónico, que produce corrosión. Por ésta razón, las aguas de alimentación con altos valores de alcalinidad deben ser controladas.*

- Cloruros: *este parámetro se analiza para determinar los ciclos de concentración, pues forma sales muy solubles.*

- Dureza: *es indispensable, alimentar agua libre de dureza a las calderas para evitar incrustaciones sobre el metal, sobrecalentamiento y roturas. Es necesario, un buen control en la regeneración de los suavizadores, a fin de garantizar siempre agua suave en la alimentación.*

- Conductividad: *en el agua de las calderas se debe mantener un control de los sólidos disueltos, mediante las purgas.*

- Hierro: *su concentración en el agua de la caldera, depende de la concentración en el agua de alimentación y de los ciclos de concentración. El hierro generalmente, es procedente del condensado (si éste no es tratado) o de agua proveniente de los pozos. Su presencia en las calderas provoca lodos, ensuciamiento y corrosión.*

En la planta, se utilizan actualmente los siguientes productos:

- Lipesa 3512 (secuestrante de oxígeno): *en las calderas de baja presión, se utiliza generalmente bisulfito de sodio catalizado con sales de cobalto, con la finalidad de eliminar el oxígeno disuelto en el agua y evitar la corrosión. Éste debe dosificarse en el tanque de alimentación, controlándose mediante el residual de sulfito (30 – 60 ppm como SO_3) en el agua de calderas. La dosificación, se realiza en el tanque de condensado y se*

U. C. A. B. BIBLIOTECA

controla mediante una bomba con un timer, que agrega intermitentemente el líquido al tanque.

- Lipesa 3003: *excelente para el control de incrustaciones y depósitos, siendo producto de los últimos avances en la tecnología para el tratamiento de aguas para calderas, diseñados para dar máxima limpieza, sin problemas de corrosión. Se basa en el principio de inhibir, solubilizar y mantener en suspensión, a través de la caldera, todas las impurezas que entran, controlando la deposición de dureza.*
- Lipesa 3513: *ciertas aminas, son alimentadas para neutralizar el ácido carbónico y elevar el pH del condensado, evitando la corrosión en líneas, tanques y la presencia de hierro en el agua de alimentación.*

6.3.2 Manifold

El manifold instalado, posee tres entradas provenientes de las tres calderas y cuatro salidas para dirigirla a sus consumidores, los cuales son PTAB, sala de jarabe, tanque de condensado y cada una de las líneas. Tiene un manómetro, que debe poseer la misma presión que la salida de la caldera 6,9 bar (100 psig).

6.3.3 Tanque de Condensado

El tanque de condensado instalado actualmente, tiene la capacidad total aproximada de 4.200 litros y un peso de 1.050 Kg (Vacío). Posee un flotante, que se encarga de regular la entrada de agua suave proveniente de PTAB, en el caso de que el condensado no sea suficiente, o que las pruebas realizadas al mismo resulten no acordes con lo especificado por control de calidad y exista la necesidad de drenar el agua de condensado.

6.4 Especificaciones de las Calderas

Caldera #1	
Marca	*Jet*
Modelo	*JH 150*
Potencia Nominal	*150 HP*
Capacidad	*2.347 Kg/h*
Capacidad Calorífica	*1.265.000 Kcal/h*
Combustible	*gasoil*

Caldera #2	
Marca	*Jet*
Modelo	*HP 150*
Potencia Nominal	*150 HP*
Capacidad	*2.347 Kg/h*
Capacidad Calorífica	*1.265.000 Kcal/h*
Combustible	*gasoil*

Caldera #3	
Marca	*Continental*
Modelo	*HP 150*
Potencia Nominal	*150 HP*
Capacidad	*2.347 Kg/h*
Capacidad Calorífica	*1.265.000 Kcal/h*
Combustible	*gasoil*

ANEXO #7.

Reportes mensuales de PTAB julio 2000 - enero 2001

Julio de 2000

Línea	Presentación	Envasado (lts/mes)
2	*1 lt. retornable*	*1.896.828,00*
3	*250 cc retornable*	*54.042,00*
	266 cc retornable	*506.970,00*
	350 cc retornable	*595.476,00*
4	*355 cc*	*2.382.550,00*
5	*600 cc*	-
	2 lt	*2.177.861,00*
Total refresco envasado		*7.613.727,00*

Tipo de agua	Consumo (m^3)	Índice de consumo (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Agua de Servicios Generales	*13.247,00*	*1,7*	*1,3*
Agua de Proceso	*10.034,00*	*1,3*	*1,3*
Agua Suave	*5.294,00*	*0,7*	*0,3*
Agua P.T.A.B.	*4.089,00*	*0,5*	*0,1*
Total Consumo de Agua	*32.664,00*	*4,3*	*3,3*

	Volumen (m^3)	Índice (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Afluente aguas residuales	*22.630,00*	*3,0*	*2,2*
Efluente aguas residuales	-	-	*2,2*

Agosto de 2000

Línea	Presentación	Envasado (lts/mes)
2	*1 lt. retornable*	*2.921.700,00*
3	*250 cc retornable*	*-*
	266 cc retornable	*619.203,00*
	350 cc retornable	*1.193.950,00*
4	*355 cc*	*3.754.108,00*
5	*600 cc*	*983.333,00*
	2 lt	*1.641.624,00*
Total refresco envasado		*11.113.918,00*

Tipo de agua	Consumo (m^3)	Índice de consumo (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Agua de Servicios Generales	*16.475,00*	*1,5*	*1,3*
Agua de Proceso	*15.923,00*	*1,4*	*1,3*
Agua Suave	*7.629,00*	*0,7*	*0,3*
Agua P.T.A.B.	*1.757,00*	*0,2*	*0,1*
Total Consumo de Agua	*41.784,00*	*3,8*	*3,3*

	Volumen (m^3)	Índice (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Afluente aguas residuales	*25.861,00*	*2,3*	*2,2*
Efluente aguas residuales	*-*	*-*	*2,2*

Septiembre de 2000

Línea	Presentación	Envasado (lts/mes)
2	*1 lt. retornable*	*2.494.836,00*
3	*250 cc retornable*	*139.992,00*
	266 cc retornable	*557.180,00*
	350 cc retornable	*1.195.782,00*
4	*355 cc*	*2.869.408,00*
5	*600 cc*	*1.074.931,00*
	2 lt	*194.400,00*
Total refresco envasado		*8.526.529,00*

Tipo de agua	Consumo (m^3)	Índice de consumo (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Agua de Servicios Generales	*15.951,00*	*1,9*	*1,3*
Agua de Proceso	*12.549,00*	*1,5*	*1,3*
Agua Suave	*8.522,00*	*1,0*	*0,3*
Agua P.T.A.B.	*4.066,00*	*0,5*	*0,1*
Total Consumo de Agua	*41.088,00*	*4,8*	*3,3*

	Volumen (m^3)	Índice (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Afluente aguas residuales	*28.539,00*	*3,3*	*2,2*
Efluente aguas residuales	-	-	*2,2*

Octubre de 2000

Línea	Presentación	Envasado (lts/mes)
2	*1 lt. retornable*	*2.673.132,00*
3	*250 cc retornable*	*45.876,00*
	266 cc retornable	*976.394,00*
	350 cc retornable	*1.196.560,00*
4	*355 cc*	*2.640.995,00*
5	*600 cc*	*888.062,00*
	2 lt	-
Total refresco envasado		*8.421.019,00*

Tipo de agua	Consumo (m^3)	Índice de consumo (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Agua de Servicios Generales	*17.329,00*	*2,1*	*1,3*
Agua de Proceso	*12.143,00*	*1,4*	*1,3*
Agua Suave	*9.540,00*	*1,1*	*0,3*
Agua P.T.A.B.	*3.417,00*	*0,4*	*0,1*
Total Consumo de Agua	*42.429,00*	*5,0*	*3,3*

	Volumen (m^3)	Índice (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Afluente aguas residuales	*30.286,00*	*3,6*	*2,2*
Efluente aguas residuales	-	-	*2,2*

Noviembre de 2000

Línea	Presentación	Envasado (lts/mes)
2	*1 lt. retornable*	*2.885.328,00*
3	*250 cc retornable*	-
	266 cc retornable	*1.323.984,00*
	350 cc retornable	*1.209.213,00*
4	*355 cc*	2.784.105,00
5	600 cc	*1.186.056,00*
	2 lt	-
Total refresco envasado		*9.388.686,00*

Tipo de agua	Consumo (m^3)	Índice de consumo (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Agua de Servicios Generales	*18.616,00*	*2,0*	*1,3*
Agua de Proceso	*13.708,00*	*1,5*	*1,3*
Agua Suave	*10.391,00*	*1,1*	*0,3*
Agua P.T.A.B.	*3.411,00*	*0,4*	*0,1*
Total Consumo de Agua	*46.126,00*	*4,9*	*3,3*

	Volumen (m^3)	Índice (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Afluente aguas residuales	*32.418,00*	*3,5*	*2,2*
Efluente aguas residuales	-	-	*2,2*

U.C.A.B. BIBLIOTECA

Diciembre de 2000

Línea	Presentación	Envasado (lts/mes)
2	*1 lt. retornable*	*2.282.640,00*
3	*250 cc retornable*	*141.954,00*
	266 cc retornable	*983.366,00*
	350 cc retornable	*973.182,00*
4	*355 cc*	*3.917.104,00*
5	*600 cc*	*1.264.579,00*
	2 lt	*173.244,00*
Total refresco envasado		*9.736.069,00*

Tipo de agua	Consumo (m^3)	Índice de consumo (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Agua de Servicios Generales	*18.610,00*	*1,9*	*1,3*
Agua de Proceso	*13.516,00*	*1,4*	*1,3*
Agua Suave	*9.285,00*	*1,0*	*0,3*
Agua P.T.A.B.	*2.713,00*	*0,3*	*0,1*
Total Consumo de Agua	*44.124,00*	*4,5*	*3,3*

	Volumen (m^3)	Índice (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Afluente aguas residuales	*30.608,00*	*3,1*	*2,2*
Efluente aguas residuales	-	-	*2,2*

Enero de 2001

Línea	Presentación	Envasado (lts/mes)
2	*1 lt. retornable*	*2.358.600,00*
3	*250 cc retornable*	*42.252,00*
	266 cc retornable	*856.275,00*
	350 cc retornable	*911.258,00*
4	*355 cc*	*2.633.309,00*
5	*600 cc*	*1.065.989,00*
	2 lt	*157.552,00*
Total refresco envasado		*8.025.235,00*

Tipo de agua	Consumo (m^3)	Índice de consumo (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Agua de Servicios Generales	*15.382,00*	*1,9*	*1,3*
Agua de Proceso	*12.566,00*	*1,6*	*1,3*
Agua Suave	*8.791,00*	*1,1*	*0,3*
Agua P.T.A.B.	*2.311,00*	*0,3*	*0,1*
Total Consumo de Agua	*39.050,00*	*4,9*	*3,3*

	Volumen (m^3)	Índice (lt/lt)	Estándar (lt/lt)
Afluente aguas residuales	*26.484,00*	*3,3*	*2,2*
Efluente aguas residuales	-	-	*2,2*

ANEXO #8.

Mediciones realizadas a la salida de las lavadoras de botellas

Muestreo en la lavadora de botellas de la línea número dos

Número	Tiempo (seg.)	Q (lts./seg)	Q - Qpromed	Cuadrado
1	21	3,21	0,27	0,073
2	40	1,69	-1,26	1,575
3	22	3,06	0,12	0,015
4	48	1,40	-1,54	2,359
5	16	4,21	1,27	1,619
6	29	2,32	-0,62	0,379
7	20	3,37	0,43	0,185
8	28	2,41	-0,53	0,284
9	36	1,87	-1,07	1,140
10	17	3,96	1,02	1,050
11	15	4,49	1,55	2,413
12	14	4,81	1,87	3,513
13	28	2,41	-0,53	0,284
14	114	0,59	-2,35	5,517
15	20	3,37	0,43	0,185
16	26	2,59	-0,35	0,121
17	88	0,77	-2,17	4,727
18	17	3,96	1,02	1,050
19	18	3,74	0,80	0,647
20	31	2,17	-0,77	0,586
21	23	2,93	-0,01	0,000
22	17	3,96	1,02	1,050
23	22	3,06	0,12	0,015
24	22	3,06	0,12	0,015
25	35	1,93	-1,01	1,029
26	21	3,21	0,27	0,073
27	21	3,21	0,27	0,073
28	58	1,16	-1,78	3,161
29	91	0,74	-2,20	4,837
30	100	0,67	-2,27	5,135
31	149	0,45	-2,49	6,188
32	123	0,55	-2,39	5,722
33	31	2,17	-0,77	0,586
34	37	1,82	-1,12	1,251
35	16	4,21	1,27	1,619
36	21	3,21	0,27	0,073
37	13	5,18	2,24	5,038
38	19	3,55	0,61	0,369
39	13	5,18	2,24	5,038
40	22	3,06	0,12	0,015
41	58	1,16	-1,78	3,161
42	24	2,81	-0,13	0,017

U.C.A.B. BIBLIOTECA

43	54	1,25	-1,69	2,862
44	20	3,37	0,43	0,185
45	56	1,20	-1,74	3,015
46	17	3,96	1,02	1,050
47	17	3,96	1,02	1,050
48	16	4,21	1,27	1,619
49	17	3,96	1,02	1,050
50	26	2,59	-0,35	0,121
51	18	3,74	0,80	0,647
52	24	2,81	-0,13	0,017
53	68	0,99	-1,95	3,798
54	19	3,55	0,61	0,369
55	32	2,11	-0,83	0,695
56	20	3,37	0,43	0,185
57	23	2,93	-0,01	0,000
58	22	3,06	0,12	0,015
59	19	3,55	0,61	0,369
60	16	4,21	1,27	1,619
61	15	4,49	1,55	2,413
62	13	5,18	2,24	5,038
63	15	4,49	1,55	2,413
64	39	1,73	-1,21	1,468
65	20	3,37	0,43	0,185
66	17	3,96	1,02	1,050
67	28	2,41	-0,53	0,284
68	18	3,74	0,80	0,647
69	15	4,49	1,55	2,413
70	20	3,37	0,43	0,185
71	16	4,21	1,27	1,619
72	29	2,32	-0,62	0,379
73	53	1,27	-1,67	2,783
74	17	3,96	1,02	1,050
75	15	4,49	1,55	2,413
76	16	4,21	1,27	1,619
77	21	3,21	0,27	0,073
78	17	3,96	1,02	1,050
79	32	2,11	-0,83	0,695
80	73	0,92	-2,02	4,067
81	30	2,25	-0,69	0,481
82	18	3,74	0,80	0,647
83	17	3,96	1,02	1,050
84	50	1,35	-1,59	2,534
85	25	2,70	-0,24	0,060
86	30	2,25	-0,69	0,481
87	30	2,25	-0,69	0,481

88	57	1,18	-1,76	3,089
89	21	3,21	0,27	0,073
90	23	2,93	-0,01	0,000
91	22	3,06	0,12	0,015
92	18	3,74	0,80	0,647
93	44	1,53	-1,41	1,983
94	19	3,55	0,61	0,369
95	17	3,96	1,02	1,050
96	16	4,21	1,27	1,619
97	27	2,50	-0,44	0,197
98	18	3,74	0,80	0,647
99	31	2,17	-0,77	0,586
100	20	3,37	0,43	0,185
		294,18		**138,894**
	Promedio (lts/seg) =		2,94	
	Varianza =		1,40	
	Raíz varianza =		1,18	
%Error = 10	*%Riesgo =5*			

$Q_{prom.}$ = 2,94 lts/seg = 10,58 m^3/h

Intervalo (10,58 ± 0,83) m^3/h

Muestreo en la lavadora de botellas de la línea número tres

Número	Tiempo (seg.)	Q (lts./seg)	Q - Qpromed	Cuadrado
1	25,7	2,62	-1,70	2,888
2	13,0	5,20	0,88	0,770
3	10,5	6,41	2,08	4,342
4	23,5	2,86	-1,46	2,127
5	12,0	5,64	1,31	1,723
6	15,8	4,26	-0,06	0,004
7	20,6	3,28	-1,04	1,092
8	5,5	12,21	7,89	62,207
9	24,6	2,74	-1,58	2,496
10	13,5	5,00	0,67	0,453
11	13,6	4,97	0,64	0,415
12	17,2	3,93	-0,40	0,158
13	8,8	7,63	3,31	10,957
14	21,9	3,08	-1,24	1,547
15	16,5	4,10	-0,23	0,051
16	12,4	5,43	1,10	1,218
17	15,4	4,38	0,05	0,003
18	72,3	0,93	-3,39	11,498
19	20,3	3,32	-1,00	0,999
20	61,4	1,10	-3,23	10,405
21	122,5	0,55	-3,77	14,232

22	24,7	2,73	-1,59	2,542
23	5,5	12,37	8,04	64,705
24	17,1	3,94	-0,38	0,146
25	8,0	8,41	4,09	16,740
26	18,0	3,74	-0,58	0,340
27	17,3	3,90	-0,42	0,175
28	19,3	3,50	-0,83	0,681
29	25,6	2,63	-1,69	2,860
30	12,9	5,24	0,92	0,843
31	65,4	1,03	-3,29	10,835
32	38,5	1,75	-2,57	6,608
33	15,5	4,35	0,03	0,001
34	29,6	2,28	-2,05	4,189
35	19,3	3,49	-0,84	0,699
36	13,4	5,04	0,71	0,510
37	14,7	4,57	0,25	0,062
38	43,0	1,57	-2,76	7,599
39	23,1	2,91	-1,41	1,985
40	16,6	4,05	-0,27	0,073
41	33,9	1,99	-2,33	5,451
42	60,7	1,11	-3,21	10,321
43	30,27	2,23	-2,10	4,395
44	34,28	1,97	-2,36	5,555
45	26,18	2,57	-1,75	3,057
46	10,78	6,25	1,93	3,722
47	29,22	2,31	-2,02	4,066
48	42,66	1,58	-2,74	7,524
49	43,37	1,55	-2,77	7,667
50	14,99	4,50	0,17	0,030
51	45,09	1,49	-2,83	7,999
52	8,33	8,09	3,77	14,200
53	118,32	0,57	-3,75	14,088
54	17,82	3,78	-0,54	0,292
55	20,65	3,26	-1,06	1,122
56	20,84	3,23	-1,09	1,186
57	12,16	5,54	1,22	1,488
58	9,5	7,09	2,77	7,683
59	26	2,59	-1,73	2,995
60	8,57	7,86	3,54	12,543
61	61,34	1,10	-3,22	10,396
62	37,92	1,78	-2,55	6,480
63	16,44	4,10	-0,22	0,050
64	7,79	8,65	4,33	18,741
65	17,06	3,95	-0,37	0,139
66	8,16	8,26	3,94	15,498

U.C.A.B. BIBLIOTECA

67	15,39	4,38	0,06	0,003
68	10,5	6,42	2,10	4,393
69	21,44	3,14	-1,18	1,391
70	7,93	8,50	4,18	17,442
71	7,99	8,44	4,11	16,913
72	6,77	9,96	5,63	31,727
73	10,71	6,29	1,97	3,882
74	51,52	1,31	-3,01	9,089
75	8,31	8,11	3,79	14,347
76	9,09	7,41	3,09	9,559
77	10,2	6,61	2,28	5,221
78	20,01	3,37	-0,95	0,911
79	35,26	1,91	-2,41	5,815
80	30,95	2,18	-2,15	4,602
81	6,94	9,71	5,39	29,039
82	8,85	7,62	3,29	10,843
83	10,1	6,67	2,35	5,524
84	22,57	2,99	-1,34	1,787
85	80,54	0,84	-3,49	12,153
86	17,52	3,85	-0,48	0,227
87	8,35	8,07	3,75	14,054
88	71,08	0,95	-3,37	11,389
89	7,54	8,94	4,62	21,307
90	6,21	10,85	6,53	42,647
91	8,92	7,56	3,23	10,453
92	17,37	3,88	-0,44	0,196
93	12,91	5,22	0,90	0,806
94	7,52	8,96	4,64	21,527
95	11,4	5,91	1,59	2,526
96	5,59	12,06	7,73	59,819
97	8,83	7,63	3,31	10,957
98	81,11	0,83	-3,49	12,194
99	77,82	0,87	-3,46	11,950
100	77,82	0,87	-3,46	11,950
101	43,6	1,55	-2,78	7,705
102	20,12	3,35	-0,97	0,947
103	18,81	3,58	-0,74	0,547
104	37,71	1,79	-2,54	6,430
105	43,06	1,57	-2,76	7,605
106	11,47	5,88	1,55	2,412
107	21,19	3,18	-1,14	1,305
108	20,09	3,35	-0,97	0,937
109	18,44	3,66	-0,67	0,446
110	17,7	3,81	-0,52	0,265
111	17,48	3,86	-0,47	0,218

U.C.A.B. BIBLIOTECA

112	17,03	3,96	-0,37	0,133
113	18,74	3,60	-0,73	0,528
114	17,38	3,88	-0,44	0,198
115	7,41	9,10	4,77	22,780
116	16,95	3,98	-0,35	0,120
117	15,95	4,23	-0,10	0,009
118	17,3	3,90	-0,43	0,182
119	9,12	7,39	3,07	9,409
120	8,9	7,57	3,25	10,563
121	24,38	2,76	-1,56	2,429
122	20,62	3,27	-1,05	1,112
123	20,61	3,27	-1,05	1,108
124	11,41	5,91	1,58	2,509
125	16,97	3,97	-0,35	0,123
126	10,32	6,53	2,21	4,875
127	20,41	3,30	-1,02	1,042
128	11,41	5,91	1,58	2,509
129	16,7	4,04	-0,29	0,082
130	16,83	4,00	-0,32	0,101
131	19,92	3,38	-0,94	0,883
132	22,76	2,96	-1,36	1,854
133	22,41	3,01	-1,32	1,730
134	36,3	1,86	-2,47	6,082
135	43,66	1,54	-2,78	7,724
136	14,98	4,50	0,18	0,031
137	46,02	1,46	-2,86	8,171
138	21,7	3,11	-1,22	1,481
139	23,33	2,89	-1,43	2,056
140	13,76	4,90	0,58	0,331
141	22,73	2,97	-1,36	1,844
142	35,73	1,89	-2,44	5,937
143	91,13	0,74	-3,58	12,841
144	32,65	2,06	-2,26	5,102
145	20,7	3,26	-1,07	1,138
146	8,77	7,69	3,36	11,305
		631,18		**991,648**
	Total Y =		631,180	
	Promedio Y (lts/seg) =		4,323	
	Varianza =		6,839	
	Raíz Varianza =		2,615	
%Error =10	%Riesgo =5			

$Q_{prom.}$ = 4,323 lts/seg = 15,563 m^3/h

Intervalo (15,56 ± 1,53) m^3/h

ANEXO #9.

Reportes de PTAB octubre de 2000 - febrero 2001 y resumen de los ciclos de concentración

Conductividad (µS/cm)

Octubre de 2000

Agua de Alimentación		Agua Calderas					
1er Turno	2do Turno	1er Turno			2do Turno		
-	-	C_1[1]	C_2	C_3	C_1	C_2	C_3
-	141	-	-	-	11170	3060	1530
46,9	204	3120	3880	-	2240	2880	1590
267	461	2710	3290	2130	2680	3340	1940
250	109	3000	3436	-	2830	2180	2130
206	225	3150	3580	-	2680	2830	2150
253	389	-	3740	-	2990	3090	2110
369	138	4910	2780	7520	2910	2670	2860
202	310	3680	3400	3790	3720	3430	3420
325	237	3770	3970	4590	3290	3370	2980
110	188	3690	3060	3430	3220	3190	3010
211	159	3760	3220	2830	3100	3390	
-	211	-	-	-	2560	2700	2810
290	295	2400	2960	1860	1780	2650	2030
126	855	1580	1920	1390	3270	2730	1920
193	286	1610	1270	1570	2250	1580	2220
92,7	289	1470	1190	1660	2750	2180	2910
258	358	1930	1070	2440	2570	3290	1830
-	832	-	-	-	3550	2150	5380
219	265	1130	2130	2810	2530	1620	4180
127	164	2420	1510	3140	2350	1380	3160
203	215	2340	1500	3160	2620	1460	2540
111	264	2400	1500	2740	2700	1770	3140
150	216	1840	1430	2520	2040	1400	2940
226	-	2370	1550	3330	-	-	
216	192	1700	1230	2520	1580	1160	2320
327	183	3000	1870	3610	1560	1100	2400

[1] Caldera número uno

Ciclos de Concentración

Octubre de 2000

Ciclo de Concentración (1er Turno)			Ciclo de Concentración (2do Turno)		
C_1	C_2	C_3	C_1	C_2	C_3
-	-	-	79	22	11
67	83	0	11	14	8
10	12	8	6	7	4
12	14	0	26	20	20
15	17	0	12	13	10
0	15	0	8	8	5
13	8	20	21	19	21
18	17	19	12	11	11
12	12	14	14	14	13
34	28	31	17	17	16
18	15	13	19	21	0
-	-	-	12	13	13
8	10	6	6	9	7
13	15	11	4	3	2
8	7	8	8	6	8
16	13	18	10	8	10
7	4	9	7	9	5
-	-	-	4	3	6
5	10	13	10	6	16
19	12	25	14	8	19
12	7	16	12	7	12
22	14	25	10	7	12
12	10	17	9	6	14
10	7	15	-	-	-
8	6	12	8	6	12
9	6	11	9	6	13
348	**340**	**291**	**348**	**263**	**267**
Ciclo Concentración C1 =			697		
Ciclo Concentración C2 =			603		
Ciclo Concentración C3 =			558		
Total =			1857		
Promedio =			**13**		

Conductividad (µS/cm)

Noviembre de 2000

Agua de Alimentación		Agua Calderas					
1er Turno	2do Turno	1er Turno			2do Turno		
-	-	C_1	C_2	C_3	C_1	C_2	C_3
236	184	2320	1460	3080	1800	1070	2150
280	215	1690	1010	2200	1220	831	801
327	243	378	746	502	516	766	705
817	428	-	1320	-	-	923	-
111	222	-	2230	-	-	1650	-
758	387	1010	2380	2240	975	1950	2000
361	358	1400	-	2640	1280	-	2700
186	239	-	-	3050	966	-	2500
235	436	-	236	3160	-	552	3660
344	420	-	1030	3770	740	994	
-	120	-	-	-	336	-	-
804	652	-	1890	1050	595	2170	1810
116	412	577	1340	597	-	2720	1860
167	297	590	1820	1100	-	3000	2500
200	105	773	2300	2110	1880	3020	2720
196	304	1080	1800	1700	1640	2070	1920
360	-	1420	1790	2180	-	-	-
154	186	1880	1940	1840	2030	2050	2040
337	301	2300	2160	2440	2450	2140	2840
234	274	2510	2150	2760	2210	1680	2500
291	253	2620	520	2650	2730	796	2140
346	362	2700	-	1580	2650	-	1620
300	-	3070	-		-	-	-
236	-	3800	-	-	-	-	-
170	222	3950	-	1250	3370	-	1320
287	167	-	5440	1420	2430	-	1040
317	122	4030	-	2300	2670	-	2151
315	111	-	3760	2890	2740	-	2000

Ciclos de Concentración

Noviembre de 2000

Ciclo de Concentración (1er Turno)			Ciclo de Concentración (2do Turno)		
C_1	C_2	C_3	C_1	C_2	C_3
10	6	13	10	6	12
6	4	8	6	4	4
1	2	2	2	3	3
0	2	0	0	2	0
0	20	0	0	7	0
1	3	3	3	5	5
4	0	7	4	0	8
0	0	16	4	0	10
0	1	13	0	1	8
0	3	11	2	2	0
-	-	-	3	0	0
0	2	1	1	3	3
5	12	5	0	7	5
4	11	7	0	10	8
4	12	11	18	29	26
6	9	9	5	7	6
4	5	6	-	-	-
12	13	12	11	11	11
7	6	7	8	7	9
11	9	12	8	6	9
9	2	9	11	3	8
8	0	5	7	0	4
10	0	0	-	-	-
16	0	0	-	-	-
23	0	7	15	0	6
0	19	5	15	0	6
13	0	7	22	0	18
0	12	9	25	0	18
153	**152**	**185**	**178**	**114**	**188**
Ciclo Concentración C1 =			331		
Ciclo Concentración C2 =			266		
Ciclo Concentración C3 =			373		
Total =			971		
Promedio =			**8**		

U.C.A.B. BIBLIOTECA

Conductividad (µS/cm)

Diciembre de 2000

Agua de Alimentación		Agua Calderas					
1er Turno	2do Turno	1er Turno			2do Turno		
-	-	C_1	C_2	C_3	C_1	C_2	C_3
274	153	2270	-	293	3340	-	2570
178	-	2960	-	3180	-	-	-
310	316	3930	1350	479	2730	979	676
324	212	3470	1780	-	3350	1880	
283	274	3810	2160	650	3160	1990	1060
318	321	3490	2790	699	3370	2710	899
464	287	3440	2990	1780	3130	2300	1800
371	320	-	2610	2950	-	-	2740
449	345	350	3470	3240	642	3980	4000
288	564	715	3120	2930	1440	3310	
106	283	1860	2550	2490	2810	3740	3530
246	329	2310	-	3090	3920	-	3680
230	541	2500	-	3660	2740	-	5630
528	323	4540	-	2110	1830	-	-
-	178	-	-	-	6870	-	-
295	368	3120	-	3498	2830	-	-
222	144	3990	-	791	4870	-	1810
304	317	4780	-	1630	4380	-	2070
236	138	4930	-	2430	4850	-	3100
424	391	4600	-	5730	5610	-	4570
401	104	6350	4860	6630	3790	444	4630
412	362	6690	1280	5840	4160	1120	3090
371	208	6740	1470	5620	4460	1280	3290
337	327	5850	3030	2920	4360	2300	1820
317	122	4030	-	2300	2670	-	2151
315	111	-	3760	2890	2740	-	2000

Ciclos de Concentración

Diciembre de 2000

Ciclo de Concentración (1er Turno)			Ciclo de Concentración (2do Turno)		
C_1	C_2	C_3	C_1	C_2	C_3
8	*0*	*1*	*22*	*0*	*17*
17	*0*	*18*	-	-	-
13	*4*	*2*	*9*	*3*	*2*
11	*5*	*0*	*16*	*9*	*0*
13	*8*	*2*	*12*	*7*	*4*
11	*9*	*2*	*10*	*8*	*3*
7	*6*	*4*	*11*	*8*	*6*
0	*7*	*8*	*0*	*0*	*9*
1	*8*	*7*	*2*	*12*	*12*
2	*11*	*10*	*3*	*6*	*0*
18	*24*	*23*	*10*	*13*	*12*
9	*0*	*13*	*12*	*0*	*11*
11	*0*	*16*	*5*	*0*	*10*
9	*0*	*4*	*6*	*0*	*0*
-	-	-	*39*	*0*	*0*
11	*0*	*12*	*8*	*0*	*0*
18	*0*	*4*	*34*	*0*	*13*
16	*0*	*5*	*14*	*0*	*7*
21	*0*	*10*	*35*	*0*	*22*
11	*0*	*14*	*14*	*0*	*12*
16	*12*	*17*	*36*	*4*	*45*
16	*3*	*14*	*11*	*3*	*9*
18	*4*	*15*	*21*	*6*	*16*
17	*9*	*9*	*13*	*7*	*6*
13	*0*	*7*	*22*	*0*	*18*
0	*12*	*9*	*25*	*0*	*18*
286	***122***	***226***	***389***	***87***	***249***
Ciclo Concentración C1 =			675		
Ciclo Concentración C2 =			209		
Ciclo Concentración C3 =			475		
Total =			1359		
Promedio =			**12**		

Conductividad (µS/cm)

Enero de 2001

Agua de Alimentación		Agua Calderas					
1er Turno	2do Turno	1er Turno			2do Turno		
-	-	C_1	C_2	C_3	C_1	C_2	C_3
219	368	1290	4910	4620	1500	3480	3170
316	644	1600	5230	4880	2070	3730	3210
245	0	3200	3000	2700	0	0	0
0	402	-	-	-	3000	3180	2470
342	326	3300	3790	2300	2850	3180	2260
-	546				1800	1890	1980
170	154	2270	2140	1970	2520	2760	2260
342	451	2010	2540	1720	2710	3490	2620
179	966	1940	3520	1250	2560	3180	1890
349	354	1400	2470	1421	2030	3340	1940
468	398	1360	3310	1850	1480	4210	2730
702	687	-	3480	-	-	4560	-
-	568	-	-	-	3710	-	-
302	391	1200	4210	681	1830	5030	1230
304	301	2000	5080	1500	2390	5740	1740
326	369	2520	4960	2160	3450	6790	2990
326	300	3080	5130	2950	3820	5490	3380
398	-	3790	3580	3300	-	-	-
214	135	4160	-	3580	4330	-	3870
251	190	1840	-	4320	2220	-	3940
170	235	3070	-	1660	3600	-	4540
140	208	3960	-	5450	2350	-	5330
277	-	3176	-	-	-	-	-
253	-	3240	-	5260	-	-	-
683	-	-	-	6800	-	-	-
348	245	4960	3260	6130	4230	3070	4770
203	241	4340	2970	3810	4360	3050	3370
141	193	4270	3020	3260	4580	3370	3720

Ciclos de Concentración

Enero de 2001

Ciclo de Concentración (1er Turno)			Ciclo de Concentración (2do Turno)		
C_1	C_2	C_3	C_1	C_2	C_3
6	22	21	4	9	9
5	17	15	3	6	5
13	12	11	-	-	-
-	-	-	7	8	6
10	11	7	9	10	7
-	-	-	3	3	4
13	13	12	16	18	15
6	7	5	6	8	6
11	20	7	3	3	2
4	7	4	6	9	5
3	7	4	4	11	7
0	5	0	0	7	0
-	-	-	7	0	0
4	14	2	5	13	3
7	17	5	8	19	6
8	15	7	9	18	8
9	16	9	13	18	11
10	9	8	-	-	--
19	0	17	32	0	29
7	0	17	12	0	21
18	0	10	15	0	19
28	0	39	11	0	26
11	0	0	-	-	-
13	0	21	-	-	-
0	0	10	-		-
14	9	18	17	13	19
21	15	19	18	13	14
30	21	23	24	17	19
271	**237**	**290**	**232**	**203**	**240**
Ciclo Concentración C1 =			503		
Ciclo Concentración C2 =			440		
Ciclo Concentración C3 =			530		
Total =			1474		
Promedio =			**12**		

Universidad Católica Andrés Bello BIBLIOTECA Caracas

Conductividad (µS/cm)

Febrero de 2001

Agua de Alimentación		Agua Calderas					
1er Turno	2do Turno	1er Turno			2do Turno		
-	-	C_1	C_2	C_3	C_1	C_2	C_3
118	*236*	*5100*	*4050*	*3450*	*4970*	*4150*	*4210*
269	*168*	*4880*	*4460*	*4720*	*4880*	*4350*	*4180*
211	*347*	*1390*	*2630*	-	*2340*	*3140*	*3160*
307	*394*	*1460*	-	*2080*	*2710*	-	*3600*
256	*410*	*1650*	-	*3020*	*2050*	-	*4480*
353	*246*	*1580*	-	*3620*	-	*3420*	*5200*
251	*264*	-	*1120*	*3180*	-	*1230*	-
198	*245*	*1000*	*1380*	*4310*	*1450*	*1800*	*3750*
251	*134*	*1460*	*1890*	*3270*	*1540*	*2000*	*2910*
197	*227*	*2640*	*2570*	*3330*	*2070*	*2560*	*3180*
301	*243*	*2250*	*2800*	*3650*	*2160*	*2640*	*3420*
197	*290*	*2720*	*2890*	*2776*	*2670*	*3010*	*3130*
350	*449*	*2800*	-	*3020*	-	-	-
181	*130*	*3050*	*3240*	*3610*	*2220*	*2640*	*2420*
956	*224*	*3780*	*4150*	*3510*	*2300*	*2360*	*1240*
224	*92*	*3790*	*4640*	*2330*	*2556*	*2470*	*1000*
324	-	-	*3470*	-	-	-	-
209	-	*961*	*3730*	*3630*	-	-	
335	*397*	*1480*	*382*	*3940*	*1680*	-	*3820*

Ciclos de Concentración

Febrero de 2001

Ciclo de Concentración (1er Turno)			Ciclo de Concentración (2do Turno)		
C_1	C_2	C_3	C_1	C_2	C_3
43	*34*	*29*	*21*	*18*	*18*
18	*17*	*18*	*29*	*26*	*25*
7	*12*	*0*	-	-	-
-	-	-	*7*	*0*	*9*
6	*0*	*12*	*5*	*0*	*11*
-	-	-	*0*	*14*	*21*
0	*4*	*13*	*0*	*5*	*0*
5	*7*	*22*	*6*	*7*	*15*
6	*8*	*13*	*11*	*15*	*22*
13	*13*	*17*	*9*	*11*	*14*
7	*9*	*12*	*9*	*11*	*14*
14	*15*	*14*	*9*	*10*	*11*
-	-	-	*0*	*0*	*0*
17	*18*	*20*	*17*	*20*	*19*
4	*4*	*4*	*10*	*11*	*6*
17	*21*	*10*	*28*	*27*	*11*
0	*11*	*0*	-	-	-
5	*18*	*17*	-	-	-
4	*1*	*12*	*4*	*0*	*10*
167	***192***	***212***	***166***	***175***	***204***
Ciclo Concentración C1 =			333		
Ciclo Concentración C2 =			367		
Ciclo Concentración C3 =			417		
Total =			1116		
Promedio =			**14**		

Resumen de los ciclos de concentración de las calderas

Mes	Ciclo de Concentración (CC)
Octubre de 2000	*13*
Noviembre de 2000	*8*
Diciembre de 2000	*12*
Enero de 2001	*12*
Febrero de 2001	*14*
Total	59
Promedio	**12**

Cálculo del agua de alimentación de las calderas

$$Agua\ de\ Alimentación = \frac{Capacidad\ Máxima\ de\ Producción\ de\ Vapor}{Ciclo\ de\ Concentración - 1}$$

Agua de alimentación = 7.041 Kg/h/(12-1) = 640,09 Kg/h = 0,64 m^3/h

ANEXO #10.

Estudio realizado en la lubricación de las bandas transportadoras de botellas

Estudio realizado en la lubricación de las bandas transportadoras de botellas

Medida número	Lectura (m^3).	Diferencia (m^3).
1	*4443*	
2	*4444*	*1*
3	*4445*	*1*
4	*4446*	*1*
5	*4448*	*2*
6	*4449*	*1*
7	*4450*	*1*
8	*4452*	*2*
9	*4453*	*1*
		10
10	*4462*	
11	*4462*	*0*
12	*4462*	*0*
13	*4464*	*2*
14	*4465*	*1*
15	*4466*	*1*
16	*4467*	*1*
17	*4469*	*2*
18	*4470*	*1*
		8
19	*4477*	
20	*4479*	*2*
21	*4480*	*1*
22	*4480*	*0*
23	*4481*	*1*
24	*4482*	*1*
25	*4484*	*2*
26	*4485*	*1*
27	*4486*	*1*
		9
28	*4523*	
29	*4523*	*0*
30	*4524*	*1*
31	*4525*	*1*
32	*4526*	*1*
33	*4527*	*1*
34	*4528*	*1*
35	*4529*	*1*
		6

Promedio = 1,0645 $m^3/h \approx 1,1\ m^3/h$

ANEXO #11.

Muestreo realizado en la lavadora de cajas de la línea número dos

Muestreo en la lavadora de cajas de la línea número dos

Tiempo (seg.)	Q (lts./seg)	Q - Qpromed	$(Q - Qpromed)^2$
84	0,80	-0,19	0,035
76	0,89	-0,10	0,010
85	0,79	-0,20	0,038
78	0,86	-0,12	0,016
81	0,83	-0,16	0,025
71	0,95	-0,04	0,002
68	0,99	0,00	0,000
72	0,94	-0,05	0,003
70	0,96	-0,03	0,001
64	1,05	0,06	0,004
68	0,99	0,00	0,000
64	1,05	0,06	0,004
61	1,10	0,12	0,013
64	1,05	0,06	0,004
73	0,92	-0,07	0,004
67	1,01	0,02	0,000
61	1,10	0,12	0,013
63	1,07	0,08	0,007
61	1,10	0,12	0,013
62	1,09	0,10	0,010
70	0,96	-0,03	0,001
67	1,01	0,02	0,000
68	0,99	0,00	0,000
61	1,10	0,12	0,013
65	1,04	0,05	0,002
63	1,07	0,08	0,007
67	1,01	0,02	0,000
71	0,95	-0,04	0,002
66	1,02	0,03	0,001
67	1,01	0,02	0,000
73	0,92	-0,07	0,004
68	0,99	0,00	0,000
67	1,01	0,02	0,000
63	1,07	0,08	0,007
72	0,94	-0,05	0,003
69	0,98	-0,01	0,000
69	0,98	-0,01	0,000
65	1,04	0,05	0,002
72	0,94	-0,05	0,003

69	*0,98*	*-0,01*	*0,000*
68	*0,99*	*0,00*	*0,000*
65	*1,04*	*0,05*	*0,002*
65	*1,04*	*0,05*	*0,002*
61	*1,10*	*0,12*	*0,013*
68	*0,99*	*0,00*	*0,000*
68	*0,99*	*0,00*	*0,000*
66	*1,02*	*0,03*	*0,001*
64	*1,05*	*0,06*	*0,004*
70	*0,96*	*-0,03*	*0,001*
64	*1,05*	*0,06*	*0,004*
67	*1,01*	*0,02*	*0,000*
68	*0,99*	*0,00*	*0,000*
64	*1,05*	*0,06*	*0,004*
70	*0,96*	*-0,03*	*0,001*
74	*0,91*	*-0,08*	*0,006*
71	*0,95*	*-0,04*	*0,002*
75	*0,90*	*-0,09*	*0,008*
70	*0,96*	*-0,03*	*0,001*
77	*0,88*	*-0,11*	*0,013*
73	*0,92*	*-0,07*	*0,004*
4113	*59,33*		*0,315*
	Promedio (lts/seg) =	**0,989**	
	Varianza =	**0,005**	
	Raíz Varianza =	**0,073**	
%Error = 5 *%Riesgo = 5*			

$Q_{prom.} = 0{,}989$ lts/seg $= 3{,}56$ m^3/h

Intervalo $(3{,}56 \pm 0{,}06)$ m^3/h

ANEXO #12.

Muestreo en las bombas de vacío

Muestreo en la bomba de vacío de la línea número dos

Número	Tiempo (seg).	Q (lts./seg)	Q-Qpromedio	(Q-Qpromedio)^2
1	34,15	0,673	-0,142	0,0200
2	29,77	0,773	-0,042	0,0018
3	24,7	0,931	0,116	0,0135
4	30,13	0,763	-0,052	0,0027
5	25,45	0,904	0,089	0,0079
6	31,84	0,722	-0,093	0,0086
7	27,88	0,825	0,010	0,0001
8	26,17	0,879	0,064	0,0041
9	26,77	0,859	0,044	0,0020
10	25,63	0,897	0,082	0,0068
11	24,61	0,935	0,120	0,0143
12	27,81	0,827	0,012	0,0001
13	25,67	0,896	0,081	0,0066
14	26,81	0,858	0,043	0,0018
15	25,3	0,909	0,094	0,0089
16	27,54	0,835	0,020	0,0004
17	26,68	0,862	0,047	0,0022
18	26,31	0,874	0,059	0,0035
19	31,19	0,737	-0,078	0,0060
20	26,5	0,868	0,053	0,0028
21	28,09	0,819	0,004	0,0000
22	26,86	0,856	0,041	0,0017
23	25,35	0,907	0,092	0,0085
24	26,41	0,871	0,056	0,0031
25	26,34	0,873	0,058	0,0034
26	27,63	0,832	0,017	0,0003
27	25,97	0,886	0,071	0,0050
28	24,61	0,935	0,120	0,0143
29	28,57	0,805	-0,010	0,0001
30	25,59	0,899	0,084	0,0070
31	27,12	0,848	0,033	0,0011
32	28,16	0,817	0,002	0,0000
33	28,81	0,798	-0,017	0,0003
34	26,35	0,873	0,058	0,0033
35	29,21	0,787	-0,028	0,0008
36	33,87	0,679	-0,136	0,0185
37	32,78	0,702	-0,113	0,0128
38	27,66	0,832	0,017	0,0003
39	24,88	0,924	0,109	0,0120
40	30,74	0,748	-0,067	0,0045
41	29,56	0,778	-0,037	0,0014
42	28,16	0,817	0,002	0,0000

43	*29,46*	*0,781*	*-0,034*	*0,0012*
44	*33,13*	*0,694*	*-0,121*	*0,0146*
45	*33,81*	*0,680*	*-0,135*	*0,0182*
46	*33,81*	*0,680*	*-0,135*	*0,0182*
47	*33,22*	*0,692*	*-0,123*	*0,0150*
48	*33,54*	*0,686*	*-0,129*	*0,0167*
49	*33,27*	*0,691*	*-0,124*	*0,0153*
50	*30,56*	*0,753*	*-0,062*	*0,0039*
		40,772		*0,3153*
	Promedio (lts/seg) =		**0,815**	
	Varianza =		**0,006**	
	Raíz Varianza =		**0,080**	
Número de observaciones = 4 ; %error = 10 % riesgo = 5				

$Q_{prom.}$ = 0,815 lts/seg = 2,93 m^3/h

Intervalo (2,93 ± 0,08) m^3/h

Muestreo en la bomba de vacío de la línea número tres

Número	Tiempo (seg).	Q (lts./seg)	Q-Qpromedio	$(Q\text{-}Qpromedio)^2$
1	*25*	*22*	*0,9*	*0,040*
2	*21*	*22*	*1,0*	*0,002*
3	*19*	*22*	*1,1*	*0,003*
4	*24*	*22*	*0,9*	*0,022*
5	*24*	*22*	*0,9*	*0,023*
6	*25*	*22*	*0,9*	*0,047*
7	*30*	*22*	*0,7*	*0,119*
8	*19*	*22*	*1,2*	*0,007*
9	*27*	*22*	*0,8*	*0,070*
10	*24*	*22*	*0,9*	*0,026*
11	*23*	*22*	*1,0*	*0,014*
12	*20*	*22*	*1,1*	*0,000*
13	*24*	*22*	*0,9*	*0,022*
14	*18*	*22*	*1,2*	*0,015*
15	*18*	*22*	*1,2*	*0,017*
16	*24*	*22*	*0,9*	*0,024*
17	*20*	*22*	*1,1*	*0,001*
18	*19*	*22*	*1,1*	*0,003*
19	*18*	*22*	*1,2*	*0,016*
20	*16*	*22*	*1,4*	*0,110*
21	*18*	*22*	*1,2*	*0,019*
22	*17*	*22*	*1,3*	*0,049*

23	18	22	1,2	0,019
24	17	22	1,3	0,045
25	18	22	1,2	0,019
26	18	22	1,2	0,015
27	20	22	1,1	0,002
28	19	22	1,1	0,004
29	18	22	1,2	0,013
30	18	22	1,2	0,019
31	23	22	0,9	0,019
32	18	22	1,2	0,028
33	26	22	0,8	0,056
34	18	22	1,2	0,018
35	17	22	1,3	0,048
36	19	22	1,2	0,010
37	18	22	1,3	0,029
38	23	22	1,0	0,013
39	17	22	1,3	0,048
40	22	22	1,0	0,010
41	27	22	0,8	0,077
42	20	22	1,1	0,001
43	19	22	1,1	0,004
44	24	22	0,9	0,028
45	19	22	1,1	0,003
46	28	22	0,8	0,081
47	20	22	1,1	0,002
48	25	22	0,9	0,034
49	20	22	1,1	0,002
50	22	22	1,0	0,005
			54,1	1,306
	Promedio (lts/seg) =		**1,1**	
	Varianza =		**0,027**	
	Raíz Var. =		**0,163**	
Número de observaciones = 9 ; %error = 10 % riesgo = 5				

$Q_{prom.}$ = 1,1 lts/seg = 3,96 m^3/h

Intervalo (3,96 ± 0,16) m^3/h

Muestreo en la bomba de vacío de la línea número cuatro

Número	Tiempo (seg).	Q (lts./seg)	Q-Qpromedio	(Q-Qpromedio)^2
1	18	7,75	0,4	0,000
2	20	7,75	0,4	0,001
3	20	7,75	0,4	0,000
4	22	7,75	0,3	0,005
5	20	7,75	0,4	0,001
6	23	7,75	0,3	0,006
7	19	7,75	0,4	0,000
8	25	7,75	0,3	0,011
9	20	7,75	0,4	0,000
10	20	7,75	0,4	0,000
11	24	7,75	0,3	0,008
12	19	7,75	0,4	0,000
13	23	7,75	0,3	0,007
14	19	7,75	0,4	0,000
15	22	7,75	0,4	0,004
16	18	7,75	0,4	0,000
17	17	7,75	0,5	0,003
18	17	7,75	0,4	0,001
19	16	7,75	0,5	0,004
20	17	7,75	0,5	0,002
21	17	7,75	0,5	0,003
22	19	7,75	0,4	0,000
23	17	7,75	0,5	0,003
24	17	7,75	0,5	0,001
25	20	7,75	0,4	0,001
26	17	7,75	0,5	0,002
27	16	7,75	0,5	0,004
28	17	7,75	0,5	0,001
29	17	7,75	0,5	0,003
30	18	7,75	0,4	0,001
31	20	7,75	0,4	0,001
32	17	7,75	0,4	0,001
33	18	7,75	0,4	0,000
34	18	7,75	0,4	0,000
35	18	7,75	0,4	0,000
36	19	7,75	0,4	0,000
37	19	7,75	0,4	0,000
38	19	7,75	0,4	0,000
39	18	7,75	0,4	0,000
40	20	7,75	0,4	0,001
41	20	7,75	0,4	0,000
42	17	7,75	0,4	0,001

43	18	7,75	0,4	0,000
44	19	7,75	0,4	0,000
45	19	7,75	0,4	0,000
46	18	7,75	0,4	0,000
47	17	7,75	0,4	0,001
48	18	7,75	0,4	0,000
49	19	7,75	0,4	0,000
50	19	7,75	0,4	0,000
			20,7	0,079
	Promedio (lts/seg) =		**0,4**	
	Varianza =		**0,002**	
	Raíz Varianza =		**0,040**	
Número de observaciones = 4 ; %error = 10 % riesgo = 5				

$Q_{prom.}$ = 0,4 lts/seg = 1,44 m^3/h

Intervalo (1,44 ± 0,04) m^3/h

Muestreo en la bomba de vacío de la línea número cinco

Número	Tiempo (seg).	Q (lts./seg)	Q-Qpromedio	$(Q\text{-}Qpromedio)^2$
1	17	7,75	0,5	0,000
2	17	7,75	0,5	0,000
3	17	7,75	0,5	0,000
4	18	7,75	0,4	0,000
5	17	7,75	0,5	0,000
6	20	7,75	0,4	0,003
7	17	7,75	0,5	0,000
8	17	7,75	0,4	0,000
9	17	7,75	0,5	0,000
10	17	7,75	0,5	0,000
11	19	7,75	0,4	0,001
12	18	7,75	0,4	0,000
13	17	7,75	0,5	0,000
14	17	7,75	0,5	0,000
15	17	7,75	0,5	0,000
16	17	7,75	0,4	0,000
17	17	7,75	0,4	0,000
18	17	7,75	0,4	0,000
19	18	7,75	0,4	0,000
20	20	7,75	0,4	0,003
21	20	7,75	0,4	0,003
22	17	7,75	0,4	0,000

23	17	7,75	0,5	0,000
24	18	7,75	0,4	0,000
25	17	7,75	0,5	0,001
26	17	7,75	0,5	0,000
27	17	7,75	0,5	0,000
28	17	7,75	0,5	0,000
29	17	7,75	0,5	0,001
30	17	7,75	0,5	0,000
31	17	7,75	0,5	0,000
32	17	7,75	0,5	0,000
33	17	7,75	0,4	0,000
34	20	7,75	0,4	0,003
35	20	7,75	0,4	0,003
36	16	7,75	0,5	0,001
37	18	7,75	0,4	0,000
38	17	7,75	0,5	0,000
39	19	7,75	0,4	0,002
40	17	7,75	0,5	0,000
41	17	7,75	0,5	0,000
42	20	7,75	0,4	0,003
43	18	7,75	0,4	0,000
44	17	7,75	0,5	0,000
45	17	7,75	0,5	0,000
46	17	7,75	0,5	0,001
47	16	7,75	0,5	0,001
48	17	7,75	0,5	0,000
49	17	7,75	0,5	0,000
50	20	7,75	0,4	0,002
			22,2	0,032
	Promedio (lts/seg) =		**0,4**	
	Varianza =		**0,001**	
	Raíz Varianza =		**0,026**	

Número de observaciones = 1 ; %error = 10 % riesgo = 5

$Q_{prom.} = 0,4$ lts/seg $= 1,44$ m^3/h

Intervalo $(1,44 \pm 0,02)$ m^3/h

ANEXO #13.

Mediciones realizadas en las tomas de agua de las líneas de producción

Mediciones realizadas en las tomas de agua de las líneas de producción

Toma número uno

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*2*	*34*	*22*	*0,6*	*0,002*
2	*2*	*31*	*22*	*0,7*	*0,001*
3	*2*	*33*	*22*	*0,7*	*0,000*
4	*2*	*33*	*22*	*0,7*	*0,000*
5	*2*	*30*	*22*	*0,7*	*0,003*
				3,4	*0,006*
		Promedio (lts/seg) =		0,700	
		Varianza =		0,001	
		Raíz Varianza =		0,039	
Número de observaciones = 1,220; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.}$ = 0,7 lts/seg = 2,52 m^3/h

Intervalo (2,52 ± 0,12) m^3/h

Toma número dos

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*2*	*44*	*22*	*0,5*	*0,00*
2	*2*	*43*	*22*	*0,5*	*0,00*
3	*2*	*44*	*22*	*0,5*	*0,00*
4	*2*	*47*	*22*	*0,5*	*0,00*
5	*2*	*43*	*22*	*0,5*	*0,00*
				2,5	*0*
		Promedio (lts/seg) =		0,5	
		Varianza =		0,0	
		Raiz Varianza =		0,0	
Número de observaciones = 0; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.}$ = 0,5 lts/seg = 1,8 m^3/h

Intervalo (1,80± 0,00) m^3/h

Toma número tres

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*2*	*29*	*22*	*0,8*	*0,005*
2	*2*	*32*	*22*	*0,7*	*0,000*
3	*2*	*34*	*22*	*0,7*	*0,001*
4	*2*	*31*	*22*	*0,7*	*0,000*
5	*2*	*33*	*22*	*0,7*	*0,001*
				3,5	*0,008*
		Promedio (lts/seg) =		0,7	
		Varianza =		0,002	
		Raíz Varianza =		0,044	
Número de observaciones = 1,55; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.} = 0,7$ lts/seg $= 2,52$ m^3/h

Intervalo $(2,52 \pm 0,14)$ m^3/h

Toma número cuatro

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*2*	*30*	*22*	*0,7*	*0,000*
2	*2*	*28*	*22*	*0,8*	*0,002*
3	*2*	*30*	*22*	*0,7*	*0,000*
4	*2*	*28*	*22*	*0,8*	*0,002*
5	*2*	*32*	*22*	*0,7*	*0,004*
				3,7	*0,008*
		Promedio (lts/seg) =		0,7	
		Varianza =		0,002	
		Raíz Varianza =		0,045	
Número de observaciones = 1,43 ; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.} = 0,7$ lts/seg $= 2,52$ m^3/h

Intervalo $(2,52 \pm 0,14)$ m^3/h

Toma número cinco

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*2*	*13*	*22*	*1,8*	*0,000*
2	*2*	*13*	*22*	*1,7*	*0,000*
3	*2*	*12*	*22*	*1,8*	*0,006*
4	*2*	*12*	*22*	*1,8*	*0,006*
5	*2*	*14*	*22*	*1,6*	*0,020*
				8,8	*0,03*
		Promedio (lts/seg) =		1,8	
		Varianza =		0,008	
		Raíz Varianza =		0,091	
Número de observaciones = 1,04 ; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.}$ = 1,8 lts/seg = 6,48 m^3/h

Intervalo (6,48 ± 0,29) m^3/h

Toma número uno

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*3*	*32*	*22*	*0,7*	*0,001*
2	*3*	*30*	*22*	*0,7*	*0,000*
3	*3*	*29*	*22*	*0,8*	*0,002*
4	*3*	*32*	*22*	*0,7*	*0,000*
5	*3*	*31*	*22*	*0,7*	*0,000*
				3,6	*0,003*
		Promedio (lts/seg) =		0,7	
		Varianza =		0,001	
		Raíz Varianza =		0,028	
Número de observaciones = 0,60; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.}$ = 0,7 lts/seg = 2,52 m^3/h

Intervalo (2,52 ± 0,08) m^3/h

Toma número dos

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*3*	*22*	*22*	*1,0*	*0,001*
2	*3*	*19*	*22*	*1,2*	*0,017*
3	*3*	*23*	*22*	*1,0*	*0,003*
4	*3*	*22*	*22*	*1,0*	*0,001*
5	*3*	*22*	*22*	*1,0*	*0,001*
				5,1	*0,022*
		Promedio (lts/seg) =		1,02	
		Varianza =		0,005	
		Raíz Varianza =		0,074	
Número de observaciones = 2,03 ; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.}$ = 1,02 lts/seg = 3,67 m^3/h

Intervalo (3,67 ± 0,23) m^3/h

Toma número tres

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*3*	*12*	*22*	*1,9*	*0,009*
2		*13*	*22*	*1,7*	*0,007*
3		*12*	*22*	*1,8*	*0,000*
4		*12*	*22*	*1,8*	*0,001*
5		*12*	*22*	*1,8*	*0,001*
				9,0	*0,018*
		Promedio (lts/seg) =		1,80	
		Varianza =		0,005	
		Raíz Varianza =		0,067	
Número de observaciones = 0,54; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.}$ = 1,8 lts/seg = 6,48 m^3/h

Intervalo (6,48 ± 0,21) m^3/h

Toma número cuatro

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*3*	*29*	*22*	*0,7*	*0,0000*
2	*3*	*31*	*22*	*0,7*	*0,0011*
3	*3*	*29*	*22*	*0,8*	*0,0002*
4	*3*	*29*	*22*	*0,8*	*0,0003*
5	*3*	*30*	*22*	*0,7*	*0,0000*
				3,7	*0,0016*
		Promedio (lts/seg) =		0,74	
		Varianza =		0,0004	
		Raíz Varianza =		0,0201	
Número de observaciones = 0,28; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.} = 0,74$ lts/seg $= 2,66$ m^3/h

Intervalo $(2,66 \pm 0,06)$ m^3/h

Toma número uno

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*4*	*30*	*22*	*0,73*	*0,0004*
2	*4*	*27*	*22*	*0,81*	*0,0036*
3	*4*	*31*	*22*	*0,71*	*0,0014*
4	*4*	*29*	*22*	*0,75*	*0,0000*
5	*4*	*30*	*22*	*0,75*	*0,0000*
				3,75	*0,0053*
		Promedio (lts/seg) =		0,749	
		Varianza =		0,001	
		Raíz Varianza =		0,037	
Número de observaciones = 0,91; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.} = 0,74$ lts/seg $= 2,66$ m^3/h

Intervalo $(2,66 \pm 0,12)$ m^3/h

Toma número dos

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*4*	*22*	*22*	*1,00*	*0,0087*
2	*4*	*20*	*22*	*1,11*	*0,0002*
3	*4*	*19*	*22*	*1,14*	*0,0019*
4	*4*	*20*	*22*	*1,13*	*0,0008*
5	*4*	*20*	*22*	*1,11*	*0,0001*
				5,49	*0,0117*
		Promedio (lts/seg) =		1,098	
		Varianza =		0,003	
		Raíz Varianza =		0,054	
Número de observaciones = 0,93 ; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.}$ = 1,098 lts/seg = 3,95 m^3/h

Intervalo (3,95 ± 0,17) m^3/h

Toma número uno

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*5*	*51*	*22*	*0,43*	*0,0004*
2	*5*	*51*	*22*	*0,43*	*0,0003*
3	*5*	*46*	*22*	*0,48*	*0,0007*
4	*5*	*48*	*22*	*0,46*	*0,0001*
5	*5*	*49*	*22*	*0,45*	*0,0000*
				2,25	*0,0014*
		Promedio (lts/seg) =		0,450	
		Varianza =		0,000	
		Raíz Varianza =		0,019	
Número de observaciones = 0,68 ; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.}$ = 0,45 lts/seg = 1,62 m^3/h

Intervalo (1,62 ± 0,06) m^3/h

Toma número dos

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*5*	*13*	*22*	*1,67*	*0,0064*
2	*5*	*12*	*22*	*1,83*	*0,0062*
3	*5*	*13*	*22*	*1,73*	*0,0004*
4	*5*	*12*	*22*	*1,76*	*0,0002*
5	*5*	*13*	*22*	*1,76*	*0,0001*
				8,75	*0,0132*
		Promedio (lts/seg)=		1,750	
		Varianza =		0,003	
		Raíz Varianza =		0,057	
Número de observaciones = 0,41; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.}$ = 1,75 lts/seg = 6,3 m^3/h

Intervalo (6,30 ± 0,18) m^3/h

Toma número uno

Número	Línea	Tiempo (seg)	Recipiente (lts)	Q (lts/seg)	$(Q - Q_{prom})^2$
1	*6*	*18*	*22*	*1,20*	*0,0000*
2	*6*	*18*	*22*	*1,24*	*0,0016*
3	*6*	*18*	*22*	*1,20*	*0,0000*
4	*6*	*19*	*22*	*1,17*	*0,0011*
5	*6*	*18*	*22*	*1,20*	*0,0000*
				6,01	*0,0028*
		Promedio (lts/seg) =		1,202	
		Varianza =		0,001	
		Raíz Varianza =		0,026	
Número de observaciones = 0,18; %Error =10; %Riesgo = 5					

$Q_{prom.}$ = 1,202 lts/seg = 4,33 m^3/h

Intervalo (4,33 ± 0,08) m^3/h

ANEXO #14.

Datos tabulados de Hidrocapital

Datos Tabulados de Hidrocapital

Actividad	Consumo de Agua (litros)
Usar la poceta	*25*
Lavarse los dientes y la cara	*12*
Bañarse	*60*
Preparar el desayuno, el almuerzo y la cena	*38*
Lavar los platos	*20*
Una carga de ropa en la lavadora	*60*

Multiplicar el total por el número de personas y se sabrá lo que se consume a diario.

ANEXO #15.

Reportes de PTAB de octubre de 2000 a enero de 2001

Universidad Católica Andrés Bello
BIBLIOTECA
Caracas

Contralavado de los filtros de carbón

Hora inicio	Hora final	Tiempo (h)	Cifra inicial (m^3)	Cifra final (m^3)	Volumen (m^3)
3.15	3.25	0.1	225.467	225.492	25
1.40	1.52	0.12	222.477	222.491	14
8.40	8.55	0.15	224.009	224.046	37
4.44	4.54	0.10	220.942	220.966	24
10.42	10.57	0.15	222.635	222.647	12
4.04	4.14	0.10	219.385	219.413	28
2.26	2.36	0.10	221.842	221.866	24
4.58	5.08	0.50	218.499	218.525	26
10.52	11.02	0.50	220.604	220.625	21
3.40	4.00	0.60	217.330	217.348	18
8.15	8.40	0.25	218.853	218.868	15
4.29	4.39	0.10	215.437	215.458	21
4.23	4.33	0.10	217.131	217.148	17
4.27	4.42	0.15	218.486	218.514	28
4.32	4.42	0.10	218.223	218.868	23
4.11	4.21	0.10	211.625	211.650	25
1.54	2.04	0.5	213.504	213.532	28
1.22	1.45	0.23	209.943	209.957	14
8.56	9.06	0.50	211.932	211.942	10
4.14	4.24	0.10	208.350	208.367	17
4.24	4.34	0.10	210.640	210.650	10
-	-	0.00	206.693	206.722	29
4.18	4.28	0.10	208.968	208.990	22
4.40	4.50	0.10	204.852	204.875	23
9.33	9.43	0.10	207.316	207.337	21
12.18	12.45	0.27	203.344	203.362	18
6.25	6.40	0.15	205.633	205.651	18
4.16	4.26	0.10	201.859	201.880	21
4.21	4.31	0.10	209.422	209.442	20
4.32	4.42	0.10	200.377	200.395	18
4.14	4.24	0.10	203.158	203.169	11
4.40	4.50	0.10	198.910	198.932	22
4.27	4.43	0.16	201.928	201.945	17
4.26	4.36	0.10	197.568	197.577	9
		6.13			**686**

$Tiempo_{prom.}$ = 0,18 horas = 10,82 minutos

ANEXO #16.

Consumo de agua asociado al producto envasado

Consumo de agua asociado al producto envasado

Octubre 2000

Cajas Producidas	Refresco Envasado (lts.)	Agua/Concentrado	Agua Envasada (lts.)
-	-	0,86	-
148.772,00	1.785.264,00	0,86	1.529.971,25
95.077,00	798.646,80	0,86	684.440,31
122.076,00	1.040.087,52	0,86	891.355,00
85.921,00	618.631,20	0,86	530.166,94
26.463,00	225.464,76	0,86	193.223,30
-	-	0,83	-
21.445,00	257.340,00	0,83	214.364,22
35.278,00	300.568,56	0,83	250.373,61
47.932,00	305.997,89	0,83	254.896,24
18.717,00	134.762,40	0,83	112.257,08
-	-	0,86	-
24.843,00	298.116,00	0,86	255.485,41
48.442,00	406.912,80	0,86	348.724,27
44.638,00	380.315,76	0,86	325.930,61
-	-	0,86	-
-	-	0,83	-
13.984,00	167.808,00	0,83	139.784,06
18.704,00	134.668,80	0,83	112.179,11
23.798,00	151.926,43	0,83	126.554,72
13.604,00	115.906,08	0,83	96.549,76
13.717,00	164.604,00	0,83	137.115,13
28.712,00	183.297,41	0,83	152.686,74
18.806,00	160.227,12	0,83	133.469,19
23.862,00	152.335,01	0,83	126.895,06
11.760,00	100.195,20	0,83	83.462,60
28.640,00	182.837,76	0,83	152.303,85
20.764,00	176.909,28	0,83	147.365,43
16.587,00	141.321,24	0,83	117.720,59
7.646,00	45.876,00	0,83	38.214,71
-	-	1,00	-
	8.430.020,02		7.155.489,21
Para el jarabe concentrado y simple:			
Cantidad (lt.)	Agua/Concentrado	Agua (lt.)	
1.329.495,00	0,19	252.604,05	
819.289,00	0,42	344.101,38	
39.176,00	0,42	16.453,92	
212.400,00	0,40	84.960,00	
187.374,00	0,41	76.823,34	

-	0,41	-	
117.600,00	0,43	50.568,00	
110.400,00	0,40	44.160,00	
77.400,00	0,40	30.960,00	
52.200,00	0,40	20.880,00	
37.795,00	0,99	37.417,05	
		958.927,74	
	Total General	***8.114.416,95***	

Noviembre 2000

Cajas Producidas	Refresco Envasado (lts.)	Agua/Concentrado	Agua Envasada (lts.)
-	-	0,86	-
166.664,00	1.999.968,00	0,86	1.713.972,58
102.220,00	858.648,00	0,86	735.861,34
136.028,00	1.158.958,56	0,86	993.227,49
96.645,00	695.844,00	0,86	596.338,31
24.681,00	210.282,12	0,86	180.211,78
-	-	0,83	-
27.386,00	328.632,00	0,83	273.750,46
40.924,00	348.672,48	0,83	290.444,18
56.801,00	362.617,58	0,83	302.060,45
43.776,00	315.187,20	0,83	262.550,94
-	-	0,86	-
23.843,00	286.116,00	0,86	245.201,41
45.958,00	386.047,20	0,86	330.842,45
42.617,00	363.096,84	0,86	311.173,99
-	-	0,86	-
-	-	0,83	-
6.228,00	74.736,00	0,83	62.255,09
25.119,00	180.856,80	0,83	150.653,71
30.560,00	195.095,04	0,83	162.514,17
15.528,00	132.298,56	0,83	110.204,70
12.099,00	145.188,00	0,83	120.941,60

40.922,00	261.246,05	0,83	217.617,96
9.975,00	84.987,00	0,83	70.794,17
30.277,00	193.288,37	0,83	161.009,21
21.143,00	180.138,36	0,83	150.055,25
38.182,00	243.753,89	0,83	203.046,99
15.662,00	133.440,24	0,83	111.155,72
26.303,00	224.101,56	0,83	186.676,60
14.076,00	84.456,00	0,83	70.351,85
-	-	1,00	-
	9.447.655,85		8.012.912,38
Para el jarabe concentrado y simple:			
Cantidad (lt.)	Agua/Concentrado	Agua (lt.)	
1.380.132,00	0,19	262.225,08	
792.035,00	0,42	332.654,70	
35.771,00	0,42	15.023,82	
283.800,00	0,40	113.520,00	
178.857,00	0,41	73.331,37	
-	0,41	-	
136.200,00	0,43	58.566,00	
93.600,00	0,40	37.440,00	
81.600,00	0,40	32.640,00	
88.800,00	0,40	35.520,00	
63.600,00	0,99	62.964,00	
		1.023.884,97	
	Total General	**9.036.797,35**	

Diciembre de 2000

Cajas Producidas	Refresco Envasado (lts.)	Agua/Concentrado	Agua Envasada (lts.)
14.437,00	173.244,00	0,86	148.470,11
129.751,00	1.557.012,00	0,86	1.334.359,28
86.890,00	729.876,00	0,86	625.503,73
186.823,00	1.591.731,96	0,86	1.364.114,29
103.618,00	746.049,60	0,86	639.364,51
37.167,00	316.662,84	0,86	271.380,05
-	-	0,83	-
21.936,00	263.232,00	0,83	219.272,26

46.982,00	400.286,64	0,83	333.438,77
46.567,00	297.283,73	0,83	247.637,35
63.006,00	453.643,20	0,83	377.884,79
-	-	0,86	-
15.850,00	190.200,00	0,86	163.001,40
28.965,00	243.306,00	0,86	208.513,24
49.595,00	422.549,40	0,86	362.124,84
6.783,00	57.791,16	0,86	49.527,02
-	-	0,83	-
12.990,00	155.880,00	0,83	129.848,04
8.148,00	58.665,60	0,83	48.868,44
23.654,00	151.007,14	0,83	125.788,94
29.035,00	247.378,20	0,83	206.066,04
9.693,00	116.316,00	0,83	96.891,23
29.415,00	187.785,36	0,83	156.425,20
15.959,00	135.970,68	0,83	113.263,58
26.161,00	167.011,82	0,83	139.120,85
32.123,00	273.687,96	0,83	227.982,07
28.430,00	181.497,12	0,83	151.187,10
21.299,00	181.467,48	0,83	151.162,41
33.988,00	289.577,76	0,83	241.218,27
14.583,00	87.498,00	0,83	72.885,83
9.076,00	54.456,00	1,00	54.456,00
	9.731.067,65		8.259.755,65
	Para el jarabe concentrado y simple:		
Cantidad (lt.)	Agua/Concentrado	Agua (lt.)	
1.322.708,00	0,19	251.314,52	
769.937,00	0,42	323.373,54	
54.509,00	0,42	22.893,78	
287.400,00	0,40	114.960,00	
146.875,00	0,41	60.218,75	
10.220,00	0,41	4.190,20	
111.600,00	0,43	47.988,00	
89.400,00	0,40	35.760,00	
78.600,00	0,40	31.440,00	
79.200,00	0,40	31.680,00	
72.600,00	0,99	71.874,00	
		995.692,79	
	Total General	***9.255.448,44***	

Enero 2001

Cajas Producidas	Refresco Envasado (lts.)	Agua/Concentrado	Agua Envasada (lts.)
308,00	3.696,00	0,86	3.167,47
134.560,00	1.614.720,00	0,86	1.383.815,04
79.170,00	665.028,00	0,86	569.929,00
110.958,00	945.362,16	0,86	810.175,37
86.055,00	619.596,00	0,86	530.993,77
14.226,00	121.205,52	0,86	103.873,13
-	-	0,83	-
16.817,00	201.804,00	0,83	168.102,73
54.962,00	468.276,24	0,83	390.074,11
39.315,00	250.986,96	0,83	209.072,14
47.563,00	342.453,60	0,83	285.263,85
-	-	0,86	-
26.241,00	314.892,00	0,86	269.862,44
29.313,00	246.229,20	0,86	211.018,42
24.915,00	212.275,80	0,86	181.920,36
10.331,00	88.020,12	0,86	75.433,24
-	-	0,83	-
9.529,00	114.348,00	0,83	95.251,88
14.464,00	104.140,80	0,83	86.749,29
22.343,00	142.637,71	0,83	118.817,21
17.544,00	149.474,88	0,83	124.512,58
9.403,00	112.836,00	0,83	93.992,39
26.384,00	168.435,46	0,83	140.306,73
15.208,00	129.572,16	0,83	107.933,61
22.617,00	144.386,93	0,83	120.274,31
22.005,00	187.482,60	0,83	156.173,01
23.469,00	149.826,10	0,83	124.805,14
18.597,00	158.446,44	0,83	131.985,88
20.328,00	173.194,56	0,83	144.271,07
7.042,00	42.252,00	0,83	35.195,92
-	-	1,00	-
	7.871.579,23		6.672.970,10

Para el jarabe concentrado y simple:

Cantidad (lt.)	Agua/Concentrado	Agua (lt.)	
1.447.892,00	0,19	275.099,48	
926.650,00	0,42	389.193,00	
20.441,00	0,42	8.585,22	
271.200,00	0,40	108.480,00	
131.162,00	0,41	53.776,42	
15.331,00	0,41	6.285,71	

112.200,00	*0,43*	*48.246,00*	
91.200,00	*0,40*	*36.480,00*	
62.400,00	*0,40*	*24.960,00*	
66.600,00	*0,40*	*26.640,00*	
44.400,00	*0,99*	*43.956,00*	
		1.021.701,83	
	Total General	***7.694.671,93***	

ANEXO #17.

Consumo promedio mensual de cada uno de los sistemas

ANEXO #17.

Consumo promedio mensual de cada uno de los sistemas

Consumo promedio de cada uno de los sistemas

Sistema de Agua Suave

Fecha	Caudal (m^3/mes)
Jul-00	*5.294,00*
Ago-00	*7.629,00*
Sep-00	*8.522,00*
Oct-00	*9.540,00*
Nov-00	*10.391,00*
Dic-00	*9.285,00*
Ene-01	*8.791,00*
Total	59.452,00
Promedio	**8.493,14**

Sistema de Agua de Servicios Generales

Fecha	Caudal (m^3/mes)
Jul-00	*17.336,00*
Ago-00	*18.232,00*
Sep-00	*20.017,00*
Oct-00	*20.746,00*
Nov-00	*22.027,00*
Dic-00	*21.323,00*
Ene-01	*17.693,00*
Total	137.374,00
Promedio	**19.624,86**

Sistema de Agua de Proceso

Fecha	Caudal (m^3/mes)
Jul-00	*10.034,00*
Ago-00	*15.923,00*
Sep-00	*12.549,00*
Oct-00	*12.143,00*
Nov-00	*13.708,00*
Dic-00	*13.516,00*
Ene-01	*12.566,00*
Total	90.439,00
Promedio	**12.919,86**

ANEXO #18.

Costo de los insumos, energía eléctrica, mantenimiento y depreciación de los equipos

Detalle de los insumos de PTAB

Producto	(Kg/mes)	(Bs/Kg)	(Bs/mes)
Ácido Sulfúrico (CNP)			
Sist. Agua de Proceso	*2.522,00*	*441,14*	*1.112.555,08*
Hipoclorito de Sodio			
Sist. Agua Filtrada	*562,20*	*448,96*	*252.405,31*
Sist. Agua Suave	*168,66*	*448,96*	*75.721,59*
Sist. Agua de Proceso	*1.143,14*	*448,96*	*513.224,13*
Sal Industrial			
Sist. Agua Suave	*1.900,00*	*78,42*	*148.998,00*
		Total	***2.102.904,12***

Costo de los insumos de PTAB

Sistema	(Bs/mes)
Sistema Agua Filtrada	*252.405,31*
Sistema Agua Suave	*224.719,59*
Sistema Agua de Proceso	*1.625.779,21*
Total	***2.102.904,12***

Detalle consumo de energía eléctrica

Sistema	(Kwh/mes)	(Bs/Kwh)	(Bs/mes)
Sit. Agua Filtrada	*137.448,00*	*27,67*	*3.803.186,16*
Sist. Agua Suave	*139.464,00*	*27,67*	*3.858.968,88*
Sist. Agua Proceso	*107.640,00*	*27,67*	*2.978.398,80*
		Total	***10.640.553,84***

Costo de la energía eléctrica

Sistema	(Bs/mes)
Sistema Agua Filtrada	*3.803.186,16*
Sistema Agua Suave	*3.858.968,88*
Sistema Agua de Proceso	*2.978.398,80*
Total	***10.640.553,84***

Costo de la mano de obra

Sistema	(Bs/mes)
Sistema Agua Filtrada	*1.070.897,26*
Sistema Agua Suave	*1.070.897,26*
Sistema Agua de Proceso	*1.070.897,26*
Total	***3.212.695,00***

Detalle del mantenimiento de los sistemas

Sistema	(Cant./año)	(Bs/año)	(Bs/mes)
Agua de Proceso			
Resina Lewatit CNP 80-l F	*10 Tambores*	*8.847.278,00*	*737.273,17*
Carbón activado Carbochen LQ1000	*28 Sacos*	*1.568.536,00*	*130.711,33*
		Total	***867.984,50***
Agua Suave			
Resina Lewatit S1467	*400 Sacos*	*785.470,00*	*65.455,83*
		Total	***65.455,83***

Costo del mantenimiento de los sistemas

Sistema	(Bs/mes)
Sistema Agua Filtrada	-
Sistema Agua Suave	*65.456,00*
Sistema Agua de Proceso	*867.985,00*
Total	***933.441,00***

Costos asociados con la depreciación de los equipos y máquinas de PTAB

Sistema	(Bs/mes)
Sistema Agua Filtrada	*4.612.643,92*
Sistema Agua Suave	*5.370.210,09*
Sistema Agua de Proceso	*6.717.997,30*
Total	***16.700.851,31***

Depreciación de las máquinas y equipos de PTAB

Maquinaria y equipos	Costo 2001 (Bs)	Depreciación (Bs/año)	Depreciación (Bs/mes)
Automatización PTAB	*1.259.803.125,00*	*125.980.312,50*	*10.498.359,38*
Bombas Pozos (5)	*139.978.125,00*	*13.997.812,50*	*1.166.484,38*
Filtros de Arena (3)	*110.705.739,53*	*11.070.573,95*	*922.547,83*
Sist. Dosificación Cloro	*11.597.867,55*	*1.159.786,76*	*96.648,90*
Tanque de A. Filtrada	*25.604.478,68*	*2.560.447,87*	*213.370,66*
Hidroneumáticos (2)	*76.014.840,83*	*7.601.484,08*	*633.457,01*
Filtros CNP (2)	*75.624.821,78*	*7.562.482,18*	*630.206,85*
Tanque C	*23.196.375,00*	*2.319.637,50*	*193.303,13*
Bombas CNP	*11.423.014,88*	*1.142.301,49*	*95.191,79*
Filtros Carbón (2)	*69.735.982,05*	*6.973.598,21*	*581.133,18*
Filtros Pulidores (2)	*66.983.278,89*	*6.698.327,89*	*558.193,99*
Katadyn	*28.492.827,30*	*2.849.282,73*	*237.440,23*
Tanque de ácido sulfúrico	*11.598.187,50*	*1.159.818,75*	*96.651,56*
Suavizadores	*57.389.271,53*	*5.738.927,15*	*478.243,93*
Bombas de Agua Suave	*11.984.687,10*	*1.198.468,71*	*99.872,39*
Tanque Agua Suave	*23.969.534,18*	*2.396.953,42*	*199.746,12*
Total	***2.004.102.156,77***	***200.410.215,68***	***16.700.851,31***

Costo de maquinarias y equipos de PTAB

Período	Costo (Bs)
1999	*1.503.311.510,00*
2000	*1.781.424.139,35*
2001	*2.004.102.156,77*

**Calculado según la Tasa Inflacionaria emitida por el BCV*
**Se tomó como (cero) 0 el valor de salvamento*
**El tiempo de vida útil se estimó en (diez) 10 años*
**Se utilizó el método de línea recta para depreciar a los equipos*

Tasa Inflacionaria anual (BCV)

Período	%
1998-1999	*26,60*
1999-2000	*18,50*
2000-2001	*12,50*

Depreciación mensual por sistema

Sistema	Depreciación (Bs/mes)
Agua Filtrada	
Automat. PTAB	*3.499.453,13*
Bombas de Pozos	*388.828,13*
Filtro de Arena	*307.515,94*
Sist. Dosificación Cloro	*28.994,67*
Tanque Agua filtrada	*71.123,55*
Hidroneumático	*316.728,50*
Total	**4.612.643,92**
Agua de Proceso	
Automat. PTAB	*3.499.453,13*
Bombas de Pozos	*388.828,13*
Filtro de Arena	*307.515,94*
Sist. Dosificación Cloro	*58.955,83*
Tanque Agua filtrada	*71.123,55*
Filtros CNP (2)	*630.206,85*
Tanque C	*193.303,13*
Bombas CNP	*95.191,79*
Filtros Carbón (2)	*581.133,18*
Filtros Pulidores (2)	*558.193,99*
Katadyn	*237.440,23*
Tanque de ácido sulfúrico	*96.651,56*
Total	**6.717.997,30**
Agua Suave	
Automat. PTAB	*3.499.453,13*
Bombas de Pozos	*388.828,13*
Filtro de Arena	*307.515,94*
Sist, Dosificación Cloro	*8.698,40*
Hidroneumático	*316.728,50*
Tanque Agua filtrada	*71.123,55*
Suavizadores	*478.243,93*
Bombas de Agua Suave	*99.872,39*
Tanque Agua Suave	*199.746,12*
Total	**5.370.210,09**
Total General	**16.700.851,31**

Costo del agua

Sistema	(Bs/m^3)
De Agua Filtrada	*496,27*
De Agua de Proceso	*1.026,41*
De Agua Suave	*1.246,92*

ANEXO #19.

Estándares y especificaciones del agua

19.1 Agua Cruda

El agua cruda utilizada en cualquier planta de embotellado de Pepsi-Cola Company International, debe satisfacer el siguiente criterio:

19.1.1 Especificaciones del Agua Cruda

- *El agua debe cumplir con todas las regulaciones locales y directrices que conciernen a la selección de una fuente de agua cruda a ser tratada para ser usada como agua potable y*
- *Si se detecta algún componente químico, físico, microbiológico o radiológico, éste debe estar presente a un nivel que permita tratarlo eficiente y consistentemente, para satisfacer y asegurar la conformidad con la especificación para agua tratada de Pepsi-Cola Company International.*

19.2 Agua tratada para la elaboración de jarabe y bebida

El agua tratada utilizada para la producción de jarabe y/o bebida de productos de Pepsi-Cola Company International, debe incorporar todas las siguientes condiciones:

19.2.1 Especificaciones del agua tratada

- *El agua tratada debe cumplir con todos los estándares locales, y directrices aplicables para agua potable para consumo humano*
- *El agua tratada, debe satisfacer las directrices establecidas por la Organización Mundial de la Salud para agua potable, relacionadas con la calidad microbiológica, química, física y radiológica del agua*
- *El agua tratada debe cumplir con los siguientes niveles de constituyentes:*

	Rango de Aceptabilidad
Sulfato como SO_4	*250 mg/l máximo*
Cloruro como Cl	*250 mg/l máximo*
Hierro total	*0.1 mg/l máximo*
Manganeso total	*0.05 mg/l máximo*
Alcalinidad total, como carbonato de calcio	*50 mg/l máximo*
Sólidos totales disueltos	*500 mg/l máximo*
Color	*Ninguno (visual) o 5 unidades de color cobalto-platino máximo*
Turbidez	*Ninguna (visual) o 1 NTU[1] máximo*
Olor	*Ninguno o el equivalente al número del umbral del olor (N.U.O[2]) de 1 máximo*
Sabor	*Ningún sabor extraño*

- *El agua tratada debe ser sanitaria, como se demuestra por la ausencia de bacterias coliformes totales (0 en 100 ml) y por ausencia de coliformes .*

19.3 Agua para uso en intercambiadores de Calor

El agua utilizada en unidades de intercambio de calor, y para operaciones de evaporación, deberá estar libre de defectos físicos y ser anti-corrosiva. Cuando la dureza del agua es mayor a 85 ppm[3] como $CaCO_3$, se recomienda que se suavice mediante el uso de zeolita (resinas de intercambio iónico) para reducir la dureza y prevenir la formación de incrustaciones.

[1] NTU = unidad nefelométrica de turbidez
[2] N.U.O = "Número de umbral del olor" descrito en el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19ª edición, 1995
[3] ppm = partes por millón = mg/l

El agua con dureza cero es corrosiva, por lo que una cierta porción del agua debe desviarse de la unidad, para mantener un valor de dureza final entre 15 y 30 ppm.

19.4 Agua para enjuague del envase

Los estándares para agua utilizada en el enjuague de los envases, se dividen en aquellos que afectan los aspectos higiénicos del agua, y los que se refieren al desempeño del equipo

19.4.1 Especificaciones para el agua de enjuague

- *El agua debe satisfacer los estándares para agua potable (regulaciones locales y O.M.S), y debe dar resultado negativo en la prueba de coliformes totales*
- *El agua de enjuague debe contener cloro, máximo 1 ppm de cloro libre, siempre y cuando la integridad del empaque no se vea afectada*
- *El agua debe estar libre de defectos físicos. Debe estar libre aún de cantidades mínimas de materia colidal o de partículas pequeñas para minimizar la posibilidad de espumeo*

Para evitar tendencias corrosivas o incrustantes, el agua debe ser vaporizada y debe añadírsele un complejo de fosfato.

19.5 Agua para saneamiento de la planta

El agua tratada utilizada en las salas de jarabe y de envasado para limpiar y enjuagar los tanques de jarabe, equipo y tuberías de interconexión, debe satisfacer los estándares de agua para la elaboración de bebidas y jarabe.

El agua utilizada para otros programas de saneamiento en la planta de embotellado, debe provenir de un suministro sanitario, que satisfaga los requerimientos locales y los de la O.M.S para agua potable.

19.5.1 Especificaciones del agua para saneamiento de la planta

- *Para el enjuague final del equipo de embotellamiento, el agua debe tomarse directamente del sistema de tratamiento de agua de la planta, sin que pase por el purificador de carbón, para asegurar que tenga 6 – 8 ppm de cloro libre disponible durante el tiempo de retención (durante la noche).*
- *Antes de iniciar la producción, todos los equipos deben ser enjuagados con agua tratada hasta eliminar cualquier traza de cloro.*

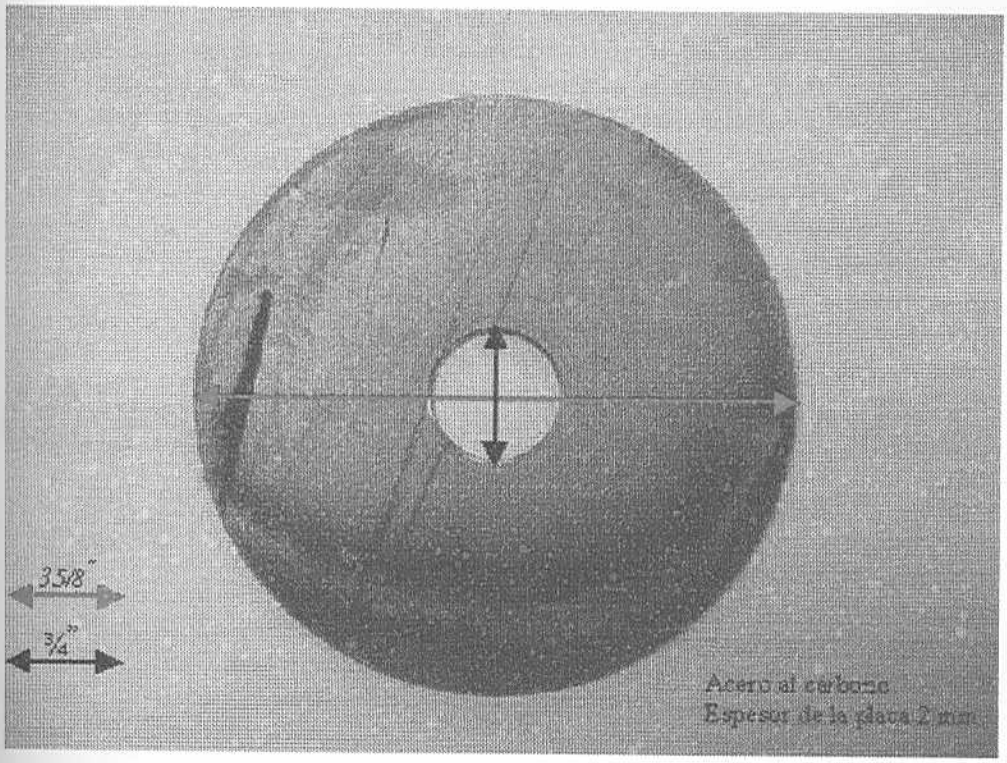
ANEXO #20.

Características de la placa orificio de la lavadora de botellas de la línea #2

ANEXO #20.

Características de la placa orificio de la lavadora de botellas de la línea #2

Placa orificio de la lavadora de botellas de la línea de producción número dos



ANEXO #21.

Cálculos realizados para las placas orificios

Cálculos realizados para las placas orificio.

Cálculo del ΔP: $Q = 1.41 \times C \times A \times (\Delta P/Sg)^{1/2}$ (ecuación #1)

Despejando ΔP: $\Delta P = [Q/(1.41) \times C \times A]^2 \times S_g$ (ecuación #2)

Donde:
Q = Caudal (m^3/s)
C = Coeficiente de flujo ($C = 0.8$ para orificios con borde afilado y $C = 0.6$ para orificios con borde cuadrado)
A = Área de la abertura del orificio (m^2)
$\Delta P = P_2 - P_1$ (Kpa) (ecuación #3)
S_g = Gravedad específica del fluido

Conociendo los siguientes valores:

	Lavadora de botellas línea #2	Lavadora de botellas línea #3
Caudal (m^3/s)	*0,0025*	*0,00385*
Coeficiente de flujo	*0,8*	*0,8*
Área del orificio (m^2)	*$2,85 \times 10^{-4}$*	*$2,85 \times 10^{-4}$*
Gravedad específica	*1*	*1*
Variación de presión (psig)	*8,77*	*20,8*
Presión de trabajo (psig)	*21,75 - 29*	*21,75 - 29*

Sustituyendo en la ecuación #2 se obtienen los valores de ΔP para cada una de las lavadoras de botellas, representando este la caída de presión originada por la placa orificio.

La variación de presión reflejada en la tabla anterior más la caída de presión en la tubería constituyen el ΔP total, siendo el mismo de 13,86 psig para la lavadora de botellas de la línea #2, y de 22,16 psig para la lavadora de botellas de la línea #3. Posteriormente, despejando de la ecuación #3 P_1 se obtuvieron el rango de valores a los cuales debe encontrarse el manómetro ubicado aguas arriba de la placa orificio:

	Lavadora de botellas línea #2	Lavadora de botellas línea #3
P_1 (psig)	*35,61 – 42,86*	*43,91 – 51,16*

ANEXO #22.

Limpieza y sanitización entre productos

TABLA DE LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN ENTRE PRODUCTOS
LÍNEA #2

De/Para	7up	Pepsi	Kola	Piña	Naranja
7up					
Pepsi					
Kola					
Piña					
Naranja					

No se necesita enjuague o sanitización

*Enjuague con agua CNP fría por **10 minutos***

*Saneado con soda cáustica, tres pasos: Enjuague con agua filtrada por **10 minutos**, limpie con soda 1,5% + stabilón al 5% sobre la concentración de soda a una temperatura de 60-70 °C (el tiempo de recirculación se cuenta a partir del momento en que sea alcanzado en la llenadora) durante **15 minutos**; enjuague con agua filtrada caliente hasta remover completamente la soda (use indicador de fenolftaleína) y luego realice un enjuague con agua CNP.*

*Enjuague con agua filtrada caliente (60-70 °C en la llenadora) durante **10 minutos***

TABLA DE LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN ENTRE PRODUCTOS

LÍNEA #3

De/Para	Agua	Soda	7up	Pepsi	Kola	Piña	Manzana	Naranja	Uva
Agua									
Soda									
7up									
Pepsi									
Kola									
Piña									
Manzana									
Naranja									
Uva									

No se necesita enjuague o sanitización

*Enjuague con agua CNP fría durante **5 minutos***

*Saneado completo con soda cáustica, 5 pasos: Enjuague con agua filtrada por **10 minutos**, limpie con soda 1,5% + stabilón al 5% sobre la concentración de soda (2500-3000 ppm) a una temperatura 60-70 °C(el tiempo de recirculación se cuenta a partir del momento en que sea alcanzado en la llenadora) durante **15 minutos**, enjuague con agua filtrada caliente hasta remover completamente la soda (use indicador de fenolftaleína), suministre oxonia 0,3-0,5% por **15 minutos** y enjuague con agua CNP.*

*Enjuague con agua CNP fría durante **10 minutos***

*Saneado con soda cáustica, tres pasos: Enjuague con agua filtrada por **10 minutos**, limpie con soda 1,5% + stabilón al 5% sobre la concentración de soda a una temperatura de 60-70 °C (el tiempo de recirculación se cuenta a partir del momento en que sea alcanzado en la llenadora) durante **15 minutos**; enjuague con agua filtrada caliente hasta remover completamente la soda (use indicador de fenolftaleína) y luego realice un enjuague con agua CNP.*

*Enjuague con agua filtrada caliente (60-70 °C en la llenadora) durante **10 minutos***

LÍNEA #4

De/Para	Soda	Aguaquina	Pepsi light	Pepsi	7up light	7up	Kola	Piña	Manzana	Naranja	Uva
Soda											
Aguaquina											
Pepsi light											
Pepsi											
7up light											
7up											
Kola											
Piña											
Manzana											
Naranja											
Uva											

No se necesita enjuague o sanitización

*Enjuague con agua CNP fría durante **5 minutos***

*Saneado completo con soda cáustica, 5 pasos: Enjuague con agua filtrada por **10 minutos**, limpie con soda 1,5% + stabilón al 5% sobre la concentración de soda (2500 -3000 ppm) a una temperatura 60-70 °C (el tiempo de recirculación se cuenta a partir del momento en que sea alcanzado en la llenadora) durante **15 minutos**, enjuague con agua filtrada caliente hasta remover completamente la soda (use indicador de fenolftaleína), suministre oxonia 0,3-0,5% por **15 minutos** y enjuague con agua CNP.*

*Enjuague con agua filtrada caliente (60-70 °C en la llenadora) durante **10 minutos***

*Enjuague con agua CNP fría durante **10 minutos***

*Saneado con soda cáustica, tres pasos: Enjuague con agua filtrada por **10 minutos,** limpie con soda 1,5% + stabilón al 5% sobre la concentración de soda a una temperatura de 60-70 °C (el tiempo de recirculación se cuenta a partir del momento en que sea alcanzado en la llenadora) durante **15 minutos;** enjuague con agua filtrada caliente hasta remover completamente la soda (use indicador de fenolftaleína) y luego realice un enjuague con agua CNP.*

TABLA DE LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN ENTRE PRODUCTOS

LÍNEA #5

De/Para	7up	Pepsi	Kola	Naranja
7up				
Pepsi				
Kola				
Naranja				

No se necesita enjuague o sanitización

*Enjuague con agua CNP fría durante **10 minutos***

*Saneado con soda cáustica, tres pasos: Enjuague con agua filtrada por **10 minutos,** limpie con soda 1,5% + stabilón al 5% sobre la concentración de soda a una temperatura de 60-70 °C (el tiempo de recirculación se cuenta a partir del momento en que sea alcanzado en la llenadora) durante **15 minutos;** enjuague con agua filtrada caliente hasta remover completamente la soda (use indicador de fenolftaleína) y luego realice un enjuague con agua CNP.*

*Enjuague con agua filtrada caliente (60-70 °C en la llenadora) durante **10 minutos***

TABLA DE LIMPIEZA Y SANITIZACIÓN ENTRE PRODUCTOS

LÍNEA #6

De/Para	Pepsi	Pepsi light	7up	7up light	Kola	Naranja
Pepsi						
Pepsi light						
7up						
7up light						
Kola						
Naranja						

No se necesita enjuague o sanitización

*Enjuague con agua filtrada caliente (60-70 °C en la llenadora) durante **10 minutos***

*Saneado con soda cáustica, tres pasos: Enjuague con agua filtrada por **10 minutos,** limpie con soda 1,5% + stabilón al 5% sobre la concentración de soda a una temperatura de 60-70 °C (el tiempo de recirculación se cuenta a partir del momento en que sea alcanzado en la llenadora) durante **15 minutos;** enjuague con agua filtrada caliente hasta remover completamente la soda (use indicador de fenolftaleina) y luego realice un enjuague con agua CNP.*

*Enjuague con agua CNP fría durante **10 minutos***

Común para todas las líneas:

Si el equipo no está en servicio o se encuentra en paradas temporales, aplique el siguiente procedimiento:

Arranque: *drene la oxonia, enjuague con agua CNP hasta su remoción completa y aplique simultáneamente topax 67 al 3% (en forma de espuma) a la llenadora, y a la salida de la lavadora, permita que actúe por* ***5 minutos.***

Hasta 3 horas: *enjuague con agua fría CNP por* ***15 minutos.*** *Esto aplica en el caso que se continúe con el mismo producto; en caso contrario, proceda a efectuar lo que indique la matriz.*

De 3 a 10 horas: *enjuague con agua CNP fría por* ***10 minutos****, después inunde con oxonia al 0,5% por* ***15 minutos*** *y luego enjuague con agua CNP hasta su remoción. Esto aplica en el caso que se continúe con el mismo producto; en caso contrario, proceda a efectuar lo que indica la matriz.*

Final de producción: *enjuague con agua CNP fría por* ***10 minutos*** *y luego inunde toda la tubería con oxonia al 0,5%.*

Más de 10 horas: *saneado completo con soda cáustica, 5 pasos: Enjuague con agua filtrada por* ***10 minutos,*** *limpie con soda 1,5% + stabilón al 5% sobre la concentración de soda (2500-3000 ppm) a una temperatura 60-70°C (el tiempo de recirculación se cuenta a partir del momento en que sea alcanzado en la llenadora) durante* ***15 minutos****, enjuague con agua filtrada caliente hasta remover completamente la soda (use indicador de fenolftaleína), suministre oxonia 0,3-0,5% por* ***15 minutos*** *y enjuague con agua CNP .*

ANEXO #23.

Curvas características de las bombas del sistema de agua suave

Curvas características de las bombas del sistema de agua suave

23.1 Curva característica de la bomba de succión del tanque B

Fabricante: KSB Venezolana C.A.

Modelo: ETA 40-160

rpm: 3500

Impeler: 169 mm

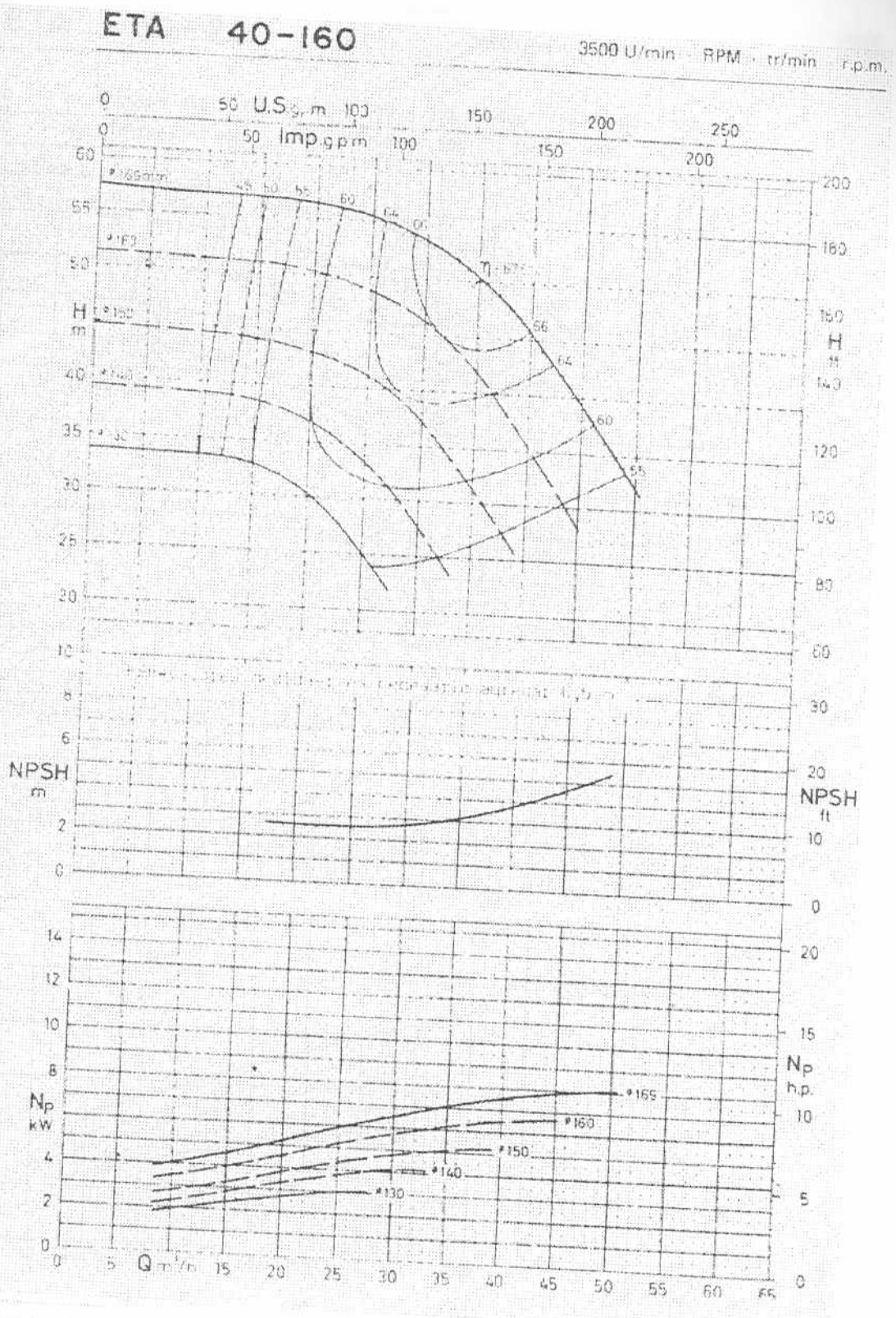
23.2 Curva característica de la bomba que surte al hidroneumático

Fabricante: KSB Venezolana C.A.

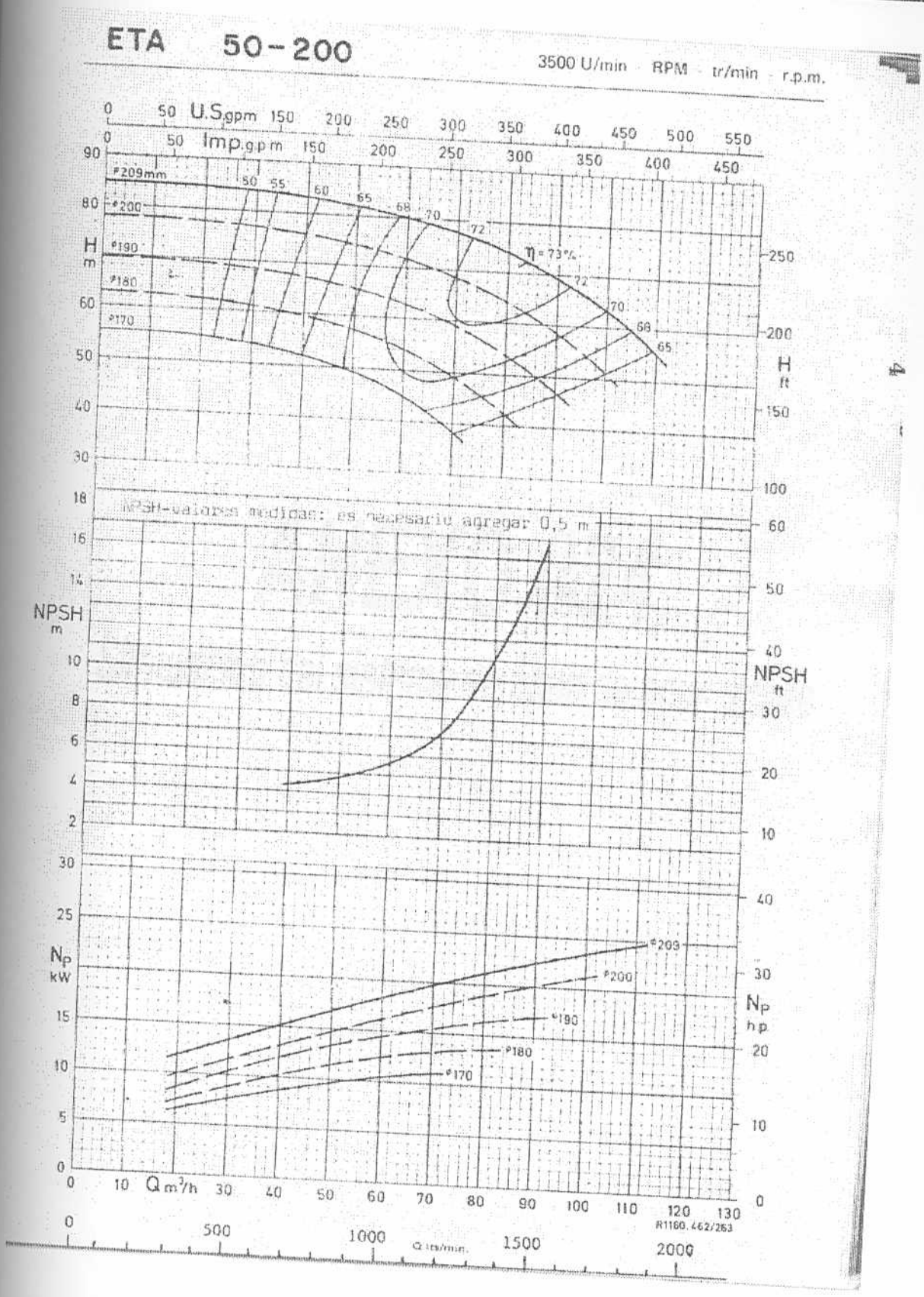
Modelo: ETA 50-200

rpm: 3500

Impeler: 209 mm


ETA 40-160
3500 U/min RPM tr/min r.p.m.
U.S.g.p.m.
Imp.g.p.m.
H m
H ft
NPSH m
NPSH ft
Np kW
Np h.p.
Q m³/h
#165
#160
#150
#140
#130

ANEXO #23. Curvas características de las bombas del sistema de agua suave

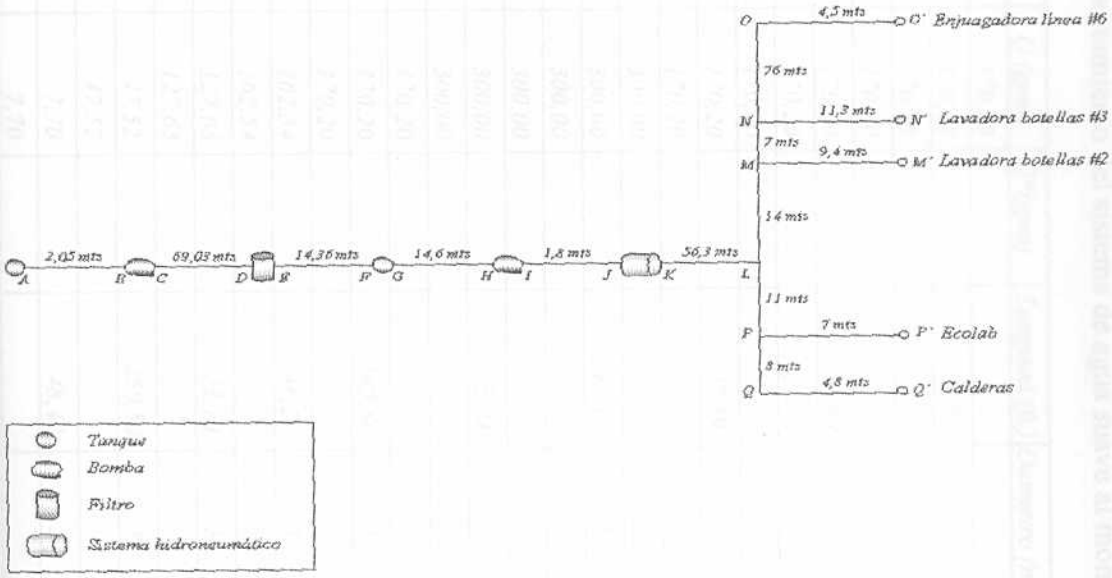


ANEXO #24.

Simulación del sistema de agua de agua suave

24.1 Esquema del Sistema de Agua Suave

SISTEMA DE AGUA SUAVE



24.2 Casos

En la página siguiente se muestran todos los casos simulados para este sistema.

Caso # 1. Comportamiento del sistema de agua suave al momento del estudio.

Punto	*Segmento*	*Q (gpm)*	*Q*(gpm)*	*Longitud (ft.)*	*Diametro (in.)*	*V (ft./seg.)*	*dP (psig.)*	*P (psig.)*	*H (m)*	*P* (Psig.)*	*Nº Codos*
A		*170,20*						*18,77*	*12,94*		
	AB	*170,20*		*6,77*	*6*	*1,89*	*0,01*		-		*1*
B		*170,20*						*18,76*	*12,94*		
C		*170,20*						*58,02*	*40,01*		
	CD	*170,20*		*227,80*	*6*	*1,89*	*0,22*		-		*4*
D		*170,20*						*57,80*	*39,86*		
E		*170,20*						*50,55*	*34,86*		
	EF	*170,20*		*47,39*	*3*	*7,39*	*1,35*		-		*8*
F		*170,20*						*49,20*	*33,93*		
G		*300,00*						*18,77*	*12,94*		
	GH	*300,00*		*48,18*	*3*	*13,00*	*4,07*		-		*4*
H		*300,00*						*17,42*	*12,01*		
I		*300,00*						*58,02*	*40,01*		
	IJ	*300,00*		*5,94*	*2*	*16,77*	*1,26*				*2*
J		*300,00*						*56,76*	*39,14*		
K		*170,20*						*58,02*	*40,01*		
	KL	*170,20*		*185,80*	*3*	*7,39*	*5,30*		-		*5*
L		*170,20*						*52,72*	*36,36*		
	LM	*162,54*		*46,20*	*3*	*7,06*	*2,62*		-		
M		*162,54*						*50,10*	*34,55*		
	MN	*127,63*		*23,10*	*3*	*5,54*	*1,67*		-		
N		*127,63*						*48,43*	*33,40*		
	NO	*47,52*		*250,80*	*3*	*2,06*	*0,66*		-		
O		*47,52*						*47,77*	*32,94*		
	LP	*7,70*		*48,40*	*3*	*0,32*	*0,01*		-		
P		*7,70*						*47,76*	*32,94*		
	PQ	*2,81*		*26,40*	*3*	*0,11*	*0,01*		-		
Q		*2,81*						*47,75*	*32,93*		
	OO'	*47,52*		*14,85*	*2*	*4,54*	*0,27*		-		*4*

ANEXO # 24. Simulación del sistema de agua suave

Punto	Segmento	Q (gpm)	Q*(gpm)	Longitud (ft.)	Diametro (in.)	V (ft./seg.)	dP (psig.)	P (psig.)	H (m)	P* (Psig.)	Nº Codos
O´		47,52	47,52					47,50	32,76	(21.75 – 29.00)	
	NN´	68,46		37,29	2	6,55	1,36		-		3
N´		68,46	60,98					47,07	32,46	21.75	
	MM´	46,55		31,02	2	4,45	0,55		-		3
M´		46,55	39,60					49,55	34,17	21.75	
	PP´	4,84		23,10	1	1,80	0,79		-		2
P´		4,84	4,84					46,97	32,39	43,51	
	QQ´	2,82		15,84	1 1/4	0,61	0,01		-		2
Q´		2,82	2,82					47,74	32,92	36,25	

Caso N# 2. Comportamiento del sistema de agua suave con la lavadora de botellas de la línea 2 fuera de operación.

Punto	*Segmento*	*Q (gpm)*	*Q*(gpm)*	*Longitud (ft.)*	*Diametro (in.)*	*V (ft./seg.)*	*dP (psig.)*	*P (psig.)*	*H (m)*	*P* (Psig.)*	*Nº Codos*
A		*170,20*						*18,77*	*12,94*		
	AB	*170,20*		*6,77*	*6*	*1,89*	*0,01*		*-*		*1*
B		*170,20*						*18,76*	*12,94*		
C		*170,20*						*58,02*	*40,01*		
	CD	*170,20*		*227,80*	*6*	*1,89*	*0,22*		*-*		*4*
D		*170,20*						*57,80*	*39,86*		
E		*170,20*						*50,55*	*34,86*		
	EF	*170,20*		*47,39*	*3*	*7,39*	*1,35*		*-*		*8*
F		*170,20*						*49,20*	*33,93*		
G		*300,00*						*18,77*	*12,94*		
	GH	*300,00*		*48,18*	*3*	*13,00*	*4,07*		*-*		*4*
H		*300,00*						*17,42*	*12,01*		
I		*300,00*						*58,02*	*40,01*		
	IJ	*300,00*		*5,94*	*2*	*16,77*	*1,26*				*2*
J		*300,00*						*56,76*	*39,14*		
K		*123,65*						*58,02*	*40,01*		
	KL	*123,65*		*185,80*	*3*	*5,37*	*2,94*		*-*		*5*
L		*123,65*						*55,08*	*37,99*		
	LN	*115,98*		*69,30*	*3*	*5,04*	*0,98*		*-*		
N		*115,98*						*54,10*	*37,31*		
	NN'	*68,46*		*37,29*	*2*	*6,55*	*22.16*		*-*		
N'		*68,46*	*60,98*					*31.94*	*22.03*	*(21.75 – 29.00)*	
	NO	*47,52*		*250,80*	*3*	*2,06*	*0,66*		*-*		
O		*47,52*						*53,44*	*36,86*		
	OO'	*47,52*		*14,85*	*2*	*4,54*	*0,27*		*-*		*4*
O'		*47,52*	*47,52*					*53,17*	*36,67*	*(21.75 – 29.00)*	
	LP	*7,70*		*48,40*	*3*	*0,32*	*0,01*		*-*		
P		*7,70*						*55,08*	*37,98*		
	PP'	*4,84*		*23,10*	*1*	*1,80*	*0,79*				*2*

ANEXO # 24. Simulación del sistema de agua suave

Punto	Segmento	Q (gpm)	Q*(gpm)	Longitud (ft.)	Diametro (in.)	V (ft./seg.)	dP (psig.)	P (psig.)	H (m)	P* (Psig.)	Nº Codos
P´		4,84	4,84					55,07	37,98	43,51	
	PQ	2,81		26,40	3	0,11	0,01		-		
Q		2,81						55,06	37,97		
	QQ´	2,81		15,84	1 1/4	0,61	0,01				2
Q´		2,81	2,81					55,05		36,25	

Caso # 3. Comportamiento del sistema de agua suave con la lavadora de botellas de la línea 3 fuera de operación.

Punto	Segmento	Q (gpm)	Q*(gpm)	Longitud (ft.)	Diametro (in.)	V (ft./seg.)	dP (psig.)	P (psig.)	H (m)	P* (Psig.)	Nº Codos
A		170,20						18,77	12,94		
	AB	170,20		6,77	6	1,89	0,01		-		1
B		170,20						18,76	12,94		
C		170,20						58,02	40,01		
	CD	170,20		227,80	6	1,89	0,22		-		4
D		170,20						57,80	39,86		
E		170,20						50,55	34,86		
	EF	170,20		47,39	3	7,39	1,35		-		8
F		170,20						49,20	33,93		
G		300,00						18,77	12,94		
	GH	300,00		48,18	3	13,00	4,07		-		4
H		300,00						17,42	12,01		
I		300,00						58,02	40,01		
	IJ	300,00		5,94	2	16,77	1,26				2
J		300,00						56,76	39,14		
K		101,74						58,02	40,01		
	KL	101,74		185,80	3	4,34	1,95		-		5
L		101,74						56,07	38,67		
	LM	94,07		46,20	3	4,09	0,43		-		
M		94,07						55,64	38,37		
	MN'	46,55		31,02	2	4,45	13,86		-		
M'		46,55	60,98					41,78	28,81	21.75	
	MO	47,52		273,90	3	2,06	0,72		-		
O		47,52						54,92	37,88		
	OO'	47,52		14,85	2	4,54	0,27		-		4
O'		47,52	47,52					54,65	37,69	(21.75 – 29.00)	
	LP	7,70		48,40	3	0,32	0,01		-		
P		7,70						56,07	38,67		
	PP'	4,84		23,10	1	1,80	0,79				2

ANEXO # 24. Simulación del sistema de agua suave

Punto	Segmento	Q (gpm)	Q*(gpm)	Longitud (ft.)	Diametro (in.)	V (ft./seg.)	dP (psig.)	P (psig.)	H (m)	P* (Psig.)	Nº Codos
P´		4,84	4,84					56,06	38,66	43,51	
	PQ	2,81		26,40	3	0,11	0,01		-		
Q		2,81						56,05	38,65		
	QQ´	2,81		15,84	1 1/4	0,61	0,01				2
Q´		2,81	2,81					56,04		36,25	

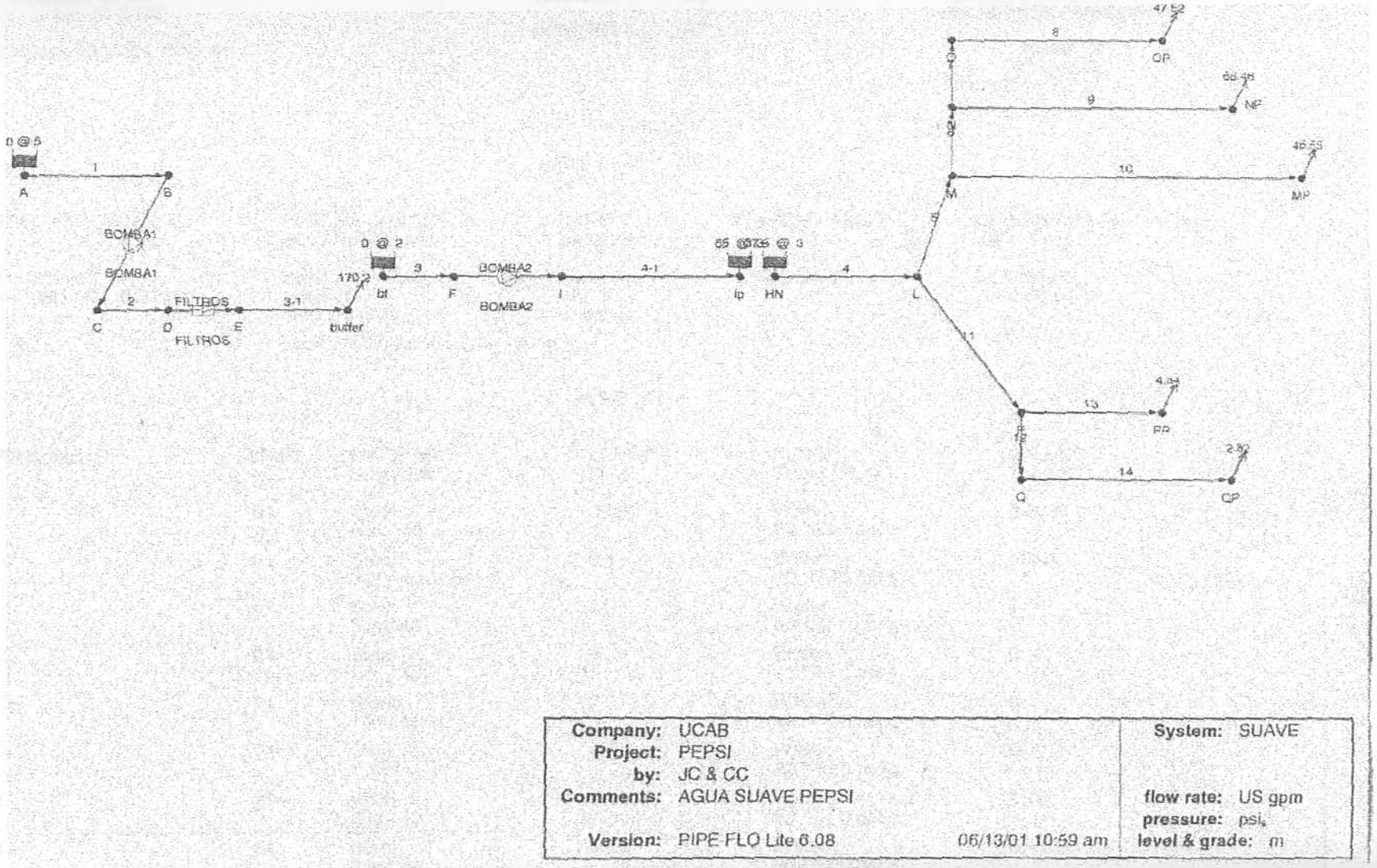
Caso # 4. Comportamiento del sistema de agua suave con la enjuagadora línea 6 fuera de operación.

Punto	*Segmento*	*Q (gpm)*	*Q*(gpm)*	*Longitud (ft.)*	*Diametro (in.)*	*V (ft./seg.)*	*dP (psig.)*	*P (psig.)*	*H (m)*	*P* (Psig.)*	*Nº Codos*
A		*170,20*						*18,77*	*12,94*		
	AB	*170,20*		*6,77*	*6*	*1,89*	*0,01*		*-*		*1*
B		*170,20*						*18,76*	*12,94*		
C		*170,20*						*58,02*	*40,01*		
	CD	*170,20*		*227,80*	*6*	*1,89*	*0,22*		*-*		*4*
D		*170,20*						*57,80*	*39,86*		
E		*170,20*						*50,55*	*34,86*		
	EF	*170,20*		*47,39*	*3*	*7,39*	*1,35*		*-*		*8*
F		*170,20*						*49,20*	*33,93*		
G		*300,00*						*18,77*	*12,94*		
	GH	*300,00*		*48,18*	*3*	*13,00*	*4,07*		*-*		*4*
H		*300,00*						*17,42*	*12,01*		
I		*300,00*						*58,02*	*40,01*		
	IJ	*300,00*		*5,94*	*2*	*16,77*	*1,26*				*2*
J		*300,00*						*56,76*	*39,14*		
K		*122,68*						*58,02*	*40,01*		
	KL	*122,68*		*185,80*	*3*	*5,33*	*2,90*		*-*		*5*
L		*122,68*						*55,12*	*38,01*		
	LM	*115,01*		*46,20*	*3*	*4,99*	*0,64*		*-*		
M		*115,01*						*54,48*	*37,57*		
	MM'	*46,55*		*31,02*	*2*	*4,45*	*13,86*		*-*		
M'		*46,55*	*60,98*					*40,62*	*28,01*	*21.75*	
	MN	*68,46*		*23,10*	*3*	*2,97*	*0,12*		*-*		
N		*68,46*						*54,36*	*37,49*		
	NN'	*68,46*		*37,29*	*2*	*6,55*	*22.16*		*-*		*4*
N'		*68,46*	*47,52*					*32.20*	*22.20*	*(21.75 – 29.00)*	
	LP	*7,70*		*48,40*	*3*	*0,32*	*0,01*		*-*		
P		*7,70*						*55,12*	*38,01*		
	PP'	*4,84*		*23,10*	*1*	*1,80*	*0,79*				*2*

ANEXO # 24. Simulación del sistema de agua suave

Punto	*Segmento*	*Q (gpm)*	*Q*(gpm)*	*Longitud (ft.)*	*Diametro (in.)*	*V (ft./seg.)*	*dP (psig.)*	*P (psig.)*	*H (m)*	*P* (Psig.)*	*Nº Codos*
P'		*4,84*	*4,84*					*55,11*	*38,00*	*43,51*	
	PQ	*2,81*		*26,40*	*3*	*0,11*	*0,01*		*-*		
Q		*2,81*						*55,10*	*38,00*		
	QQ'	*2,81*		*15,84*	*1 1/4*	*0,61*	*0,01*				*2*
Q'		*2,81*	*2,81*					*55,09*		*36,25*	

Caso # 5. Caso más desfavorable.



Company:	UCAB		**System:** SUAVE
Project:	PEPSI		
by:	JC & CC		
Comments:	AGUA SUAVE PEPSI		**flow rate:** US gpm
			pressure: psi
Version:	PIPE-FLO Lite 6.08	06/13/01 10:59 am	**level & grade:** m

Company: UCAB
Project: PEPSI
by: JC & CC

Created: 06/11/01 9:56 am

(selecte... ...es)

PIPELIST REPORT

06/13/01 11:00 am
System: SUAVE
rev: 06/13/01 10:49 am

Pipes: 19
Nodes: 22
Pumps/Comps: 3

AGUA SUAVE PEPSI

SPECIFICATIONS

SPECIFICATION	PIPE MATERIAL Sch / Roughness	FLUID Temp / Pres	VALVE TABLE	DESIGN LIMITS Vel / Pres
01 DEFAULT rev: 06/11/01 9:57 am	Steel Sch 40 0.0018 in	Water 80 °F 0 psi g	Standard	0 / 4 m/sec -14.2 / 0 psi g

Size for: 0.5 psi loss per 100 m

PIPELIST

PIPELINE	SPEC	MATERIAL Size / Sch	LENGTH m	FLUID Temp / Pres	VALVES Total-K
1	01	Steel 6 in / 40	2.05	Water 80 °F / 0 psi g	0.2386
10	01	Steel 2 in / 40	9.4	Water 80 °F / 0 psi g	100.1
11	01	Steel 3 in / 40	11	Water 80 °F / 0 psi g	0
12	01	Steel 3 in / 40	8	Water 80 °F / 0 psi g	0
13	01	Steel 1 in / 40	7	Water 80 °F / 0 psi g	0
14	01	Steel 1.25 in / 40	4.8	Water 80 °F / 0 psi g	0
2	01	Steel 6 in / 40	69.03	Water 80 °F / 0 psi g	1.73
3	01	Steel 3 in / 40	14.6	Water 80 °F / 0 psi g	0.4158

PIPELIST
(selected pipelines)

11:00 am
SUAVE

PIPELINE	SPEC	MATERIAL Size / Sch	LENGTH m	FLUID Temp / Pres	VALVES Total-K
3-1	01	Steel 3 in / 40	14.36	Water 80 °F / 0 psi g	0
4	01	Steel 3 in / 40	56.3	Water 80 °F / 0 psi g	2.01
4-1	01	Steel 2 in / 40	2	Water 80 °F / 0 psi g	2.053
5	01	Steel 3 in / 40	14	Water 80 °F / 0 psi g	0
6	01	Steel 3 in / 40	7	Water 80 °F / 0 psi g	0
7	01	Steel 3 in / 40	76	Water 80 °F / 0 psi g	0
8	01	Steel 2 in / 40	4.5	Water 80 °F / 0 psi g	0
9	01	Steel 2 in / 40	11.3	Water 80 °F / 0 psi g	30.51

Company: UCAB
Project: PEPSI
by: JC & CC

Created: 06/11/01 9:56 am

SYST[illegible] PORT

06/13/01 11:00 am
System: SUAVE
rev: 06/13/01 10:49 am

Pipes: 19
Nodes: 22
Pumps/Comps: 3

AGUA SUAVE PEPSI

SYSTEM NODES

NODE	ELEVATION m	PIPELINES IN	PIPELINES OUT
A	0		1
B	0	1	BOMBA1
bf	0		3
buffer	0	3-1	
C	0	BOMBA1	2
D	0	2	FILTROS
E	0	FILTROS	3-1
F	0	3	BOMBA2
HN	0		4
I	0	BOMBA2	4-1
ip	0	4-1	
L	0	4	11 5
M	0	5	10 6
MP	0	10	

SYSTEM NODES

06/13/01 11:00 am
System: SUAVE

NODE	ELEVATION m	PIPELINES IN	PIPELINES OUT
N	0	6	7 9
NP	0	9	
O	0	7	8
OP	0	8	
P	0	11	12 13
PP	0	13	
Q	0	12	14
QP	0	14	

SYSTEM PIPELINES

06/13/01 11:00 am
System: SUAVE

PIPELINE	SPEC	FROM_NODE	TO_NODE	PUMP/COMP
1	01	A	B	.
10	01	M	MP	.
11	01	L	P	.
12	01	P	Q	.
13	01	P	PP	.
14	01	Q	QP	.
2	01	C	D	.
3	01	bf	F	.
3-1	01	E	buffer	.
4	01	HN	L	.
4-1	01	I	ip	.
5	01	L	M	.
6	01	M	N	.
7	01	N	O	.
8	01	O	OP	.
9	01	N	NP	.
BOMBA1	01	B	C	BOMBA1
BOMBA2	01	F	I	BOMBA2
FILTROS	01	D	E	FILTROS

SYSTEM PUMPS and COMPONENTS

06/13/01 11:00 am
System: SUAVE

PUMP/COMP	PERFORMANCE DATA					
BOMBA1	m³/hr:	0	15	25	35	50
	m:	57.5	57	55.5	50	32
	eqn:	57.5 - 5.973e-005 Q ^ 3.297				
BOMBA2	m³/hr:	0	30	40	60	100
	m:	85.5	85	84	80	62
	eqn:	85.5 - 1.136e-005 Q ^ 3.174				
FILTROS	m³/hr:	0	33.33	66.67	100	133.3
	m:	0	0.122	0.489	1.1	1.956
	eqn:	0.0001092 Q ^ 2.002				

LINEUP NODES

06/13/01 11:06 am
Lineup: SUAVE

NODE	ELEVATION m	DEMAND US gpm	PRESSURE psi g	H GRADE m
A	0		7.083 (source)	5
B	0		7.071 ***	4.992
bf	0		2.833 (source)	2
buffer	0	> 170.2	72.28 ***	51.02
C	0		74.08 ***	52.29
D	0		73.83 ***	52.11
E	0		73.59 ***	51.94
F	0		-4.11	-2.901
HN	0		41.75 (source)	29.47
I	0		93.7 ***	66.14
ip	0		69.25 (source)	48.88
L	0		35.9 ***	25.34
M	0		34.74 ***	24.52
MP	0	> 46.55	20.9 ***	14.75
N	0		34.43 ***	24.3
NP	0	> 68.46	24.33 ***	17.18
O	0		33.81 ***	23.86
OP	0	> 47.52	33.54 ***	23.68
P	0		35.9 ***	25.34
PP	0	> 4.84	35.72 ***	25.22
Q	0		35.9 ***	25.34
QP	0	> 2.82	35.88 ***	25.33

LINEUP PIPELINES

06/13/01 11:06 am
Lineup: SUAVE

PIPELINE	FROM	TO	FLOW US gpm	VEL m/sec	dP psi	HL m
1	A	B	170.2	0.577	0.012	0.008
10	M	MP	46.55	1.358	13.83	9.766
11	L	P	7.66	0.101	0.003	0.002
12	P	Q	2.82	0.037	0	0
13	P	PP	4.84	0.548	0.173	0.122
14	Q	QP	2.82	0.185	0.012	0.008
2	C	D	170.2	0.577	0.250	0.176
3	bf	F	377.4	* 4.996	6.944	4.901
3-1	E	buffer	170.2	2.253	1.304	0.921
4	HN	L	170.2	2.253	5.849	4.129
4-1	I	ip	377.4	* 11.01	24.45	17.26
5	L	M	162.5	2.152	1.164	0.822
6	M	N	116	1.535	0.306	0.216
7	N	O	47.52	0.629	0.624	0.441
8	O	OP	47.52	1.386	0.264	0.187
9	N	NP	68.46	1.997	10.1	7.128
BOMBA1	B	C	170.2	0.577	(67)	(47.3)
----- BOMBA1 ----- dP: (67.01) HL: (47.3) NPSHa: 15.01						
BOMBA2	F	I	377.4	* 4.996	(97.81)	(69.04)
----- BOMBA2 ----- dP: (99.15) HL: (69.99) NPSHa: 7.119						
FILTROS	D	E	170.2	0.577	0.239	0.168
----- FILTROS ----- dP: 0.233 HL: 0.164						

ANEXO #25.
Especificaciones del fabricante

25.1 Especificaciones de la lavadora de botellas de la línea #2.

SASIB BEVERAGE

CONSUMO MÁXIMO

ATENCION

La máquina lavabotellas OCEANO necesita:

- alimentación eléctrica:	440 Volt 60Hz sistema trifásico
- potencia nominal	39 Kwatt
- aire	3 Nmc/h a: 6 Bar
- agua	9 mc/h a: 1,5 Bar
- calor/vapor puesta en marcha	1.428.274 Kcal/h de vapor saturado a 4 Bar
- calor/vapor a regimen	349.684 Kcal/h de vapor saturado a 4 Bar

25.2 Especificaciones de la enjuagadora de la línea #6.

BEVERAGE HS DIVISION — SASIB — 2

DATOS TÉCNICOS

2.6.3 DEPÓSITO

Presión prueba depósito	7 bares
Volumen depósito (totalmente lleno)	765 l

2.6.4 PRESIÓN

Presión aire comprimido	mín. 6 - máx. 12 bares
Presión agua de lavado	mín. 1,5 - máx. 2 bares
Presión CO_2	mín. 8 - máx. 12 bares

2.6.5 CONSUMOS

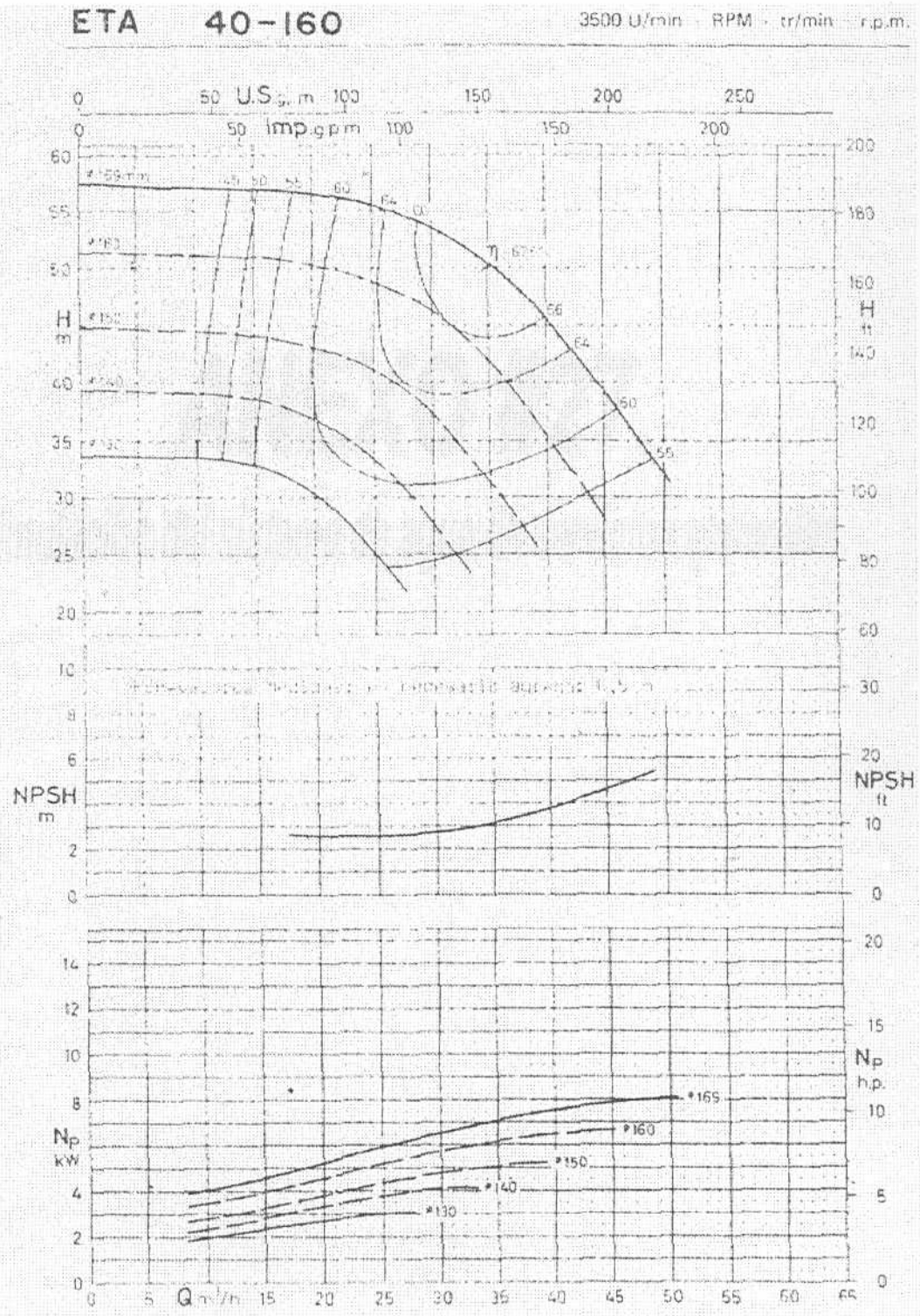
Caudal aire comprimido	350 Nl/min.
Caudal agua lavado válvulas de llenado	180 l/min.
Caudal agua bomba vacío	-- l/min.
Caudal CO_2	450 g/hl

ANEXO #26.

Curvas características de las bombas para el sistema de servicios generales

Curva característica de la bomba de succión del tanque B

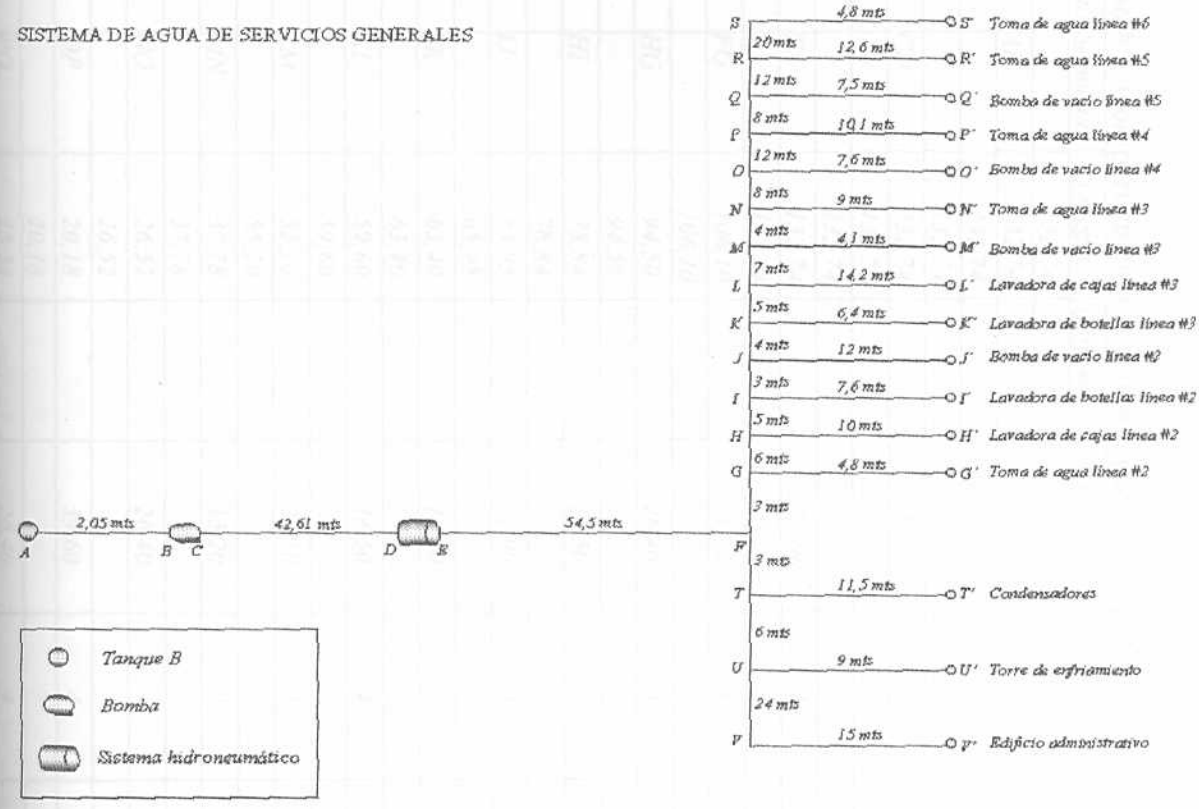
Fabricante: KSB Venezolana C.A.
Modelo: ETA 40-160
rpm: 3500
Impeler: 169 mm



ANEXO #27.

Simulación del sistema de agua de servicios generales

27.1 Esquema del sistema de servicios generales



27.2 Casos simulados para el sistema de servicios generales.

En la página siguiente se presentan cada uno de los casos simulados

Caso # 1. Comportamiento actual del sistema de agua de servicios generales

Punto	*Segmento*	*Q (gpm)*	*Q*(gpm)*	*Longitud (ft.)*	*Diametro (in.)*	*V (ft./seg.)*	*dP (psig.)*	*P (psig.)*	*H (m)*	*P* (Psig.)*	*Nº Codos*
A		*132,74*						*18,77*	*12,94*		
	AB	*132,74*		*6,77*	*6*	*1,60*	*0,01*		-		*1*
B		*132,74*						*18,77*	*12,94*		
C		*132,74*						*58,02*	*40,01*		
	CD	*132,74*		*140,61*	*3*	*5,76*	*2,52*		-		*5*
D		*132,74*						*55,50*	*38,28*		
E		*132,74*						*59,77*	*41,22*		
	EF	*132,74*		*179,90*	*4*	*3,34*	*0,83*		-		*5*
F		*132,74*						*58,94*	*40,65*		
	FG	*106,10*		*9,90*	*4*	*2,67*	*0,03*		-		
G		*106,10*						*58,91*	*40,63*		
	HG	*94,50*		*26,40*	*4*	*2,38*	*0,06*		-		
H		*94,50*						*58,85*	*40,59*		
	HI	*78,84*		*16,50*	*4*	*1,99*	*0,03*		-		
I		*78,84*						*58,82*	*40,57*		
	IJ	*65,95*		*9,90*	*4*	*1,66*	*0,01*		-		
J		*65,95*						*58,81*	*40,56*		
	JK	*63,40*		*13,20*	*4*	*1,60*	*0,02*		-		
K		*63,40*						*58,79*	*40,55*		
	KL	*59,60*		*16,50*	*4*	*1,50*	*0,02*		-		
L		*59,60*						*58,77*	*40,53*		
	LM	*55,20*		*23,10*	*4*	*1,39*	*0,02*		-		
M		*55,20*						*58,75*	*40,52*		
	MN	*37,78*		*13,20*	*4*	*0,95*	*0,01*		-		
N		*37,78*						*58,75*	*40,51*		
	NO	*26,52*		*26,40*	*4*	*0,66*	*0,01*		-		
O		*26,52*						*58,74*	*40,51*		
	OP	*20,18*		*39,60*	*4*	*0,50*	*0,01*		-		
P		*20,18*						*58,73*	*40,50*		
	PQ	*15,34*		*26,40*	*4*	*0,38*	*0,00*		-		

ANEXO # 27. Simulación del sistema de agua de servicios generales

Punto	Segmento	Q (gpm)	Q*(gpm)	Longitud (ft.)	Diametro (in.)	V (ft./seg.)	dP (psig.)	P (psig.)	H (m)	P* (Psig.)	Nº Codos
Q		15,34						58,73	40,50		
	RQ	9,00		39,60	4	0,50	0,01		-		
R		9,00						58,72	40,50		
	RS	3,19		66,00	4	0,07	0,02		-		
S		3,19						58,70	40,48		
	FT	26,66		9,90	4	0,67	0,00		-		
T		26,66						58,70	40,48		
	TU	20,06		19,80	4	0,49	0,00		-		
U		20,06						58,70	40,48		
	UV	13,90		79,20	4	0,34	0,00		-		
V		13,90						58,69	40,48		
	SS'	3,17	3,17	15,84	1	1,17	0,06		-		2
S'		3,17	3,17					58,64	40,44	30	
	RR'	5,81	5,81	41,58	1	2,16	0,46		-		4
R'		5,81	5,81					58,26	40,18	30	
	QQ'	6,34	6,34	24,75	2	0,60	0,01		-		
Q'		6,34	6,34					58,72	40,50	25	
	PP'	4,84	4,84	44,44	1	1,80	0,26		-		4
P'		4,84	4,84					58,47	40,32	30	
	OO'	6,34	6,34	25,08	2	0,60	0,01		-		4
O'		6,34	6,34					58,73	40,50	25	
	NN'	11,26	11,26	29,70	1	4,18	1,13		-		6
N'		11,26	11,26					57,62	39,73	30	
	MM'	17,42	17,42	13,53	2	1,66	0,04		-		
M'		17,42	17,42					58,71	40,49	25	
	LL'	4,40	4,40	46,86	1	1,64	0,31		-		2
L'		4,40	4,40					58,46	40,32	29	
	KK'	3,78	3,78	21,12	1 1/2	0,59	0,01		-		2
K'		3,78	3,78					58,78	40,54	30	
	JJ'	12,89	12,89	39,60	2	1,23	0,04		-		
J'		12,89	12,89					58,77	40,53	25	

Punto	*Segmento*	*Q (gpm)*	*Q*(gpm)*	*Longitud (ft.)*	*Diametro (in.)*	*V (ft./seg.)*	*dP (psig.)*	*P (psig.)*	*H (m)*	*P* (Psig.)*	*Nº Codos*
	II'	*2,55*	*2,55*	*25,08*	*1 1/4*	*0,55*	*0,02*		*-*		*2*
I'		*2,55*	*2,55*					*58,80*	*40,55*	*30*	
	HH'	*15,66*	*4,40*	*44,00*	*1*	*5,81*	*2,28*		*-*		*2*
H'		*15,66*	*4,40*					*56,57*	*39,01*	*29*	
	GG'	*11,62*	*11,62*	*39,60*	*1*	*4,31*	*1,61*		*-*		*8*
G'		*11,62*	*11,62*					*57,30*	*39,52*	*30*	
	TT'	*6,60*	*6,60*	*37,95*	*2*	*0,63*	*0,01*		*-*		*8*
T'		*6,60*	*6,60*					*58,69*	*40,48*	*30*	
	UU'	*6,16*	*6,16*	*29,70*	*2*	*0,59*	*0,03*		*-*		*4*
U'		*6,16*	*6,16*					*58,67*	*40,46*	*30*	
	VV'	*13,90*	*13,90*	*49,50*	*2*	*0,94*	*0,04*		*-*		*6*
V'		*13,90*	*13,90*					*58,65*	*40,45*	*25*	

Caso # 2. Comportamiento del sistema bajo las condiciones más desfavorables (Hidroneumático operando a 2.5 bar (36.26 psig.)

Punto	*Segmento*	*Q (gpm)*	*Q*(gpm)*	*Longitud (ft.)*	*Diametro (in.)*	*V (ft./seg.)*	*dP (psig.)*	*P (psig.)*	*H (m)*	*P* (Psig.)*	*Nº Codos*
A		*132,74*						*18,77*	*12,94*		
	AB	*132,74*		*6,77*	*6*	*1,60*	*0,01*		*-*		*1*
B		*132,74*						*18,77*	*12,94*		
C		*132,74*						*58,02*	*40,01*		
	CD	*132,74*		*140,61*	*3*	*5,76*	*2,52*		*-*		*5*
D		*132,74*						*55,50*	*38,28*		
E		*132,74*						*36,26*	*25,01*		
	EF	*132,74*		*179,90*	*4*	*3,34*	*0,83*		*-*		*5*
F		*132,74*						*35,43*	*24,43*		
	FG	*106,10*		*9,90*	*4*	*2,67*	*0,03*		*-*		
G		*106,10*						*35,40*	*24,41*		
	HG	*94,50*		*26,40*	*4*	*2,38*	*0,06*		*-*		
H		*94,50*						*35,34*	*24,37*		
	HI	*78,84*		*16,50*	*4*	*1,99*	*0,03*		*-*		
I		*78,84*						*35,31*	*24,35*		
	IJ	*65,95*		*9,90*	*4*	*1,66*	*0,01*		*-*		
J		*65,95*						*35,30*	*24,34*		
	JK	*63,40*		*13,20*	*4*	*1,60*	*0,02*		*-*		
K		*63,40*						*35,28*	*24,33*		
	KL	*59,60*		*16,50*	*4*	*1,50*	*0,02*		*-*		
L		*59,60*						*35,26*	*24,32*		
	LM	*55,20*		*23,10*	*4*	*1,39*	*0,02*		*-*		
M		*55,20*						*35,24*	*24,30*		
	MN	*37,78*		*13,20*	*4*	*0,95*	*0,01*		*-*		
N		*37,78*						*35,24*	*24,30*		
	NO	*26,52*		*26,40*	*4*	*0,66*	*0,01*		*-*		
O		*26,52*						*35,23*	*24,30*		
	OP	*20,18*		*39,60*	*4*	*0,50*	*0,01*		*-*		
P		*20,18*						*35,22*	*24,29*		

ANEXO # 27. Simulación del sistema de agua de servicios generales

Punto	Segmento	Q (gpm)	Q*(gpm)	Longitud (ft.)	Diametro (in.)	V (ft./seg.)	dP (psig.)	P (psig.)	H (m)	P* (Psig.)	Nº Codos
	PQ	15,34		26,40	4	0,38	0,00		-		
Q		15,34						35,22	24,29		
	RQ	9,00		39,60	4	0,50	0,01		-		
R		9,00						35,21	24,28		
	RS	3,19		66,00	4	0,07	0,02		-		
S		3,19						35,19	24,27		
	FT	26,66		9,90	4	0,67	0,00		-		
T		26,66						35,19	24,27		
	TU	20,06		19,80	4	0,49	0,00		-		
U		20,06						35,19	24,27		
	UV	13,90		79,20	4	0,34	0,00		-		
V		13,90						35,18	24,26		
	SS'	3,17	3,17	15,84	1	1,17	0,06		-		2
S'		3,17	3,17					35,13	24,23	30	
	RR'	5,81	5,81	41,58	1	2,16	0,46		-		4
R'		5,81	5,81					34,75	23,97	30	
	QQ'	6,34	6,34	24,75	2	0,60	0,01		-		
Q'		6,34	6,34					35,21	24,28	25	
	PP'	4,84	4,84	44,44	1	1,80	0,26		-		4
P'		4,84	4,84					34,96	24,11	30	
	OO'	6,34	6,34	25,08	2	0,60	0,01		-		4
O'		6,34	6,34					35,22	24,29	25	
	NN'	11,26	11,26	29,70	1	4,18	1,13		-		6
N'		11,26	11,26					34,11	23,52	30	
	MM'	17,42	17,42	13,53	2	1,66	0,04		-		
M'		17,42	17,42					35,20	24,28	25	
	LL'	4,40	4,40	46,86	1	1,64	0,31		-		2
L'		4,40	4,40					34,95	24,10	29	
	KK'	3,78	3,78	21,12	1 1/2	0,59	0,01		-		2
K'		3,78	3,78					35,27	24,32	30	
	JJ'	12,89	12,89	39,60	2	1,23	0,04		-		

ANEXO # 27. Simulación del sistema de agua de servicios generales

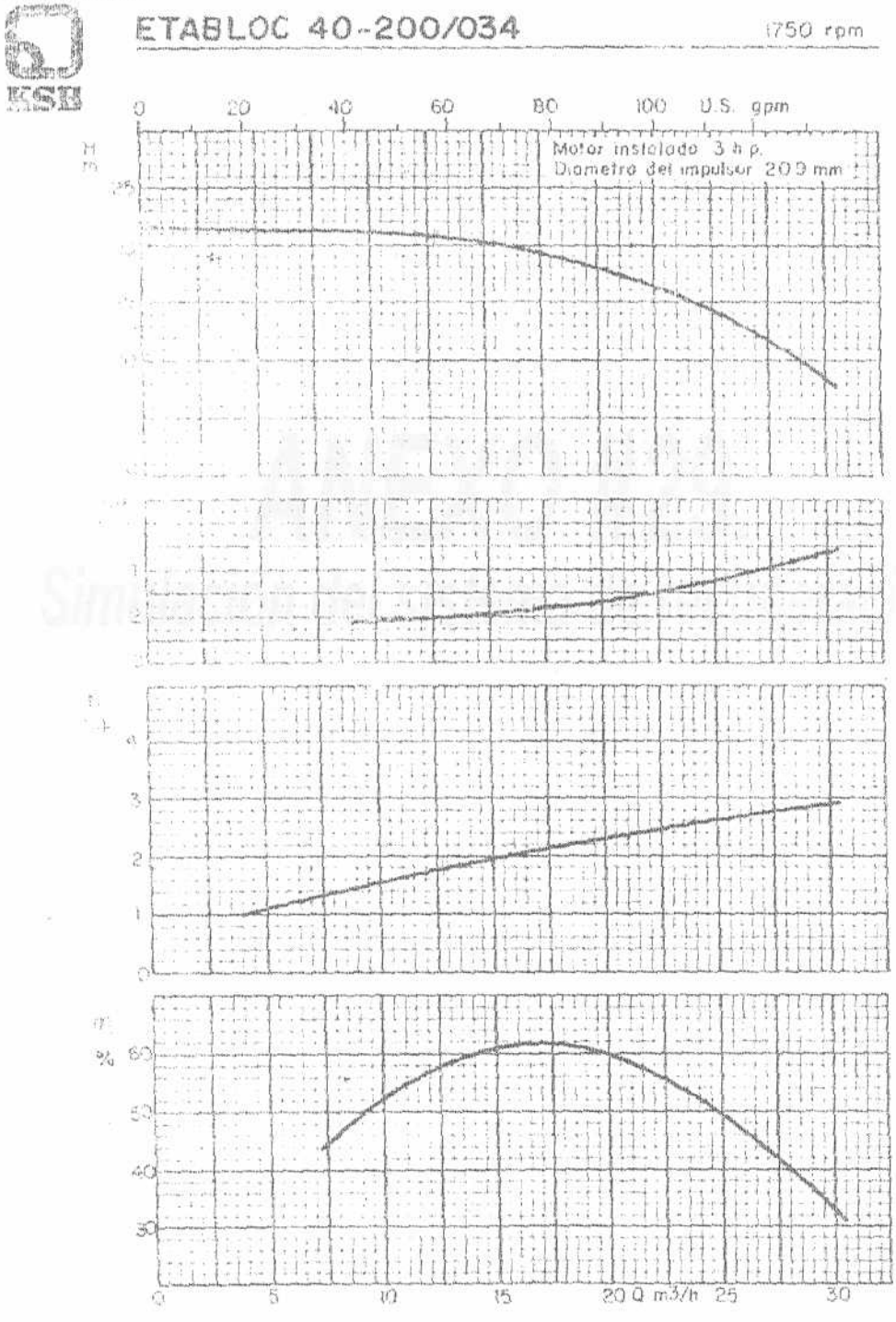
Punto	Segmento	Q (gpm)	Q*(gpm)	Longitud (ft.)	Diametro (in.)	V (ft./seg.)	dP (psig.)	P (psig.)	H (m)	P* (Psig.)	Nº Codos
J'		12,89	12,89					35,26	24,32	25	
	II'	2,55	2,55	25,08	1 1/4	0,55	0,02		-		2
I'		2,55	2,55					35,29	24,34	30	
	HH'	15,66	4,40	44,00	1	5,81	2,28		-		2
H'		15,66	4,40					33,06	22,80	29	
	GG'	11,62	11,62	39,60	1	4,31	1,61		-		8
G'		11,62	11,62					33,79	23,30	30	
	TT'	6,60	6,60	37,95	2	0,63	0,01		-		8
T'		6,60	6,60					35,18	24,26	30	
	UU'	6,16	6,16	29,70	2	0,59	0,03		-		4
U'		6,16	6,16					35,16	24,25	30	
	VV'	13,90	13,90	49,50	2	0,94	0,04		-		6
V'		13,90	13,90					35,14	24,24	25	

ANEXO #28.

Curva característica de la bomba del sistema de recuperación

28.1 Curva característica de la bomba que succiona del tanque de recepción del agua *recuperada.*

Fabricante: KSB Venezolana C.A.
Modelo: ETABLOC 40-200/034
rpm: 1.750
Impeler: 209mm

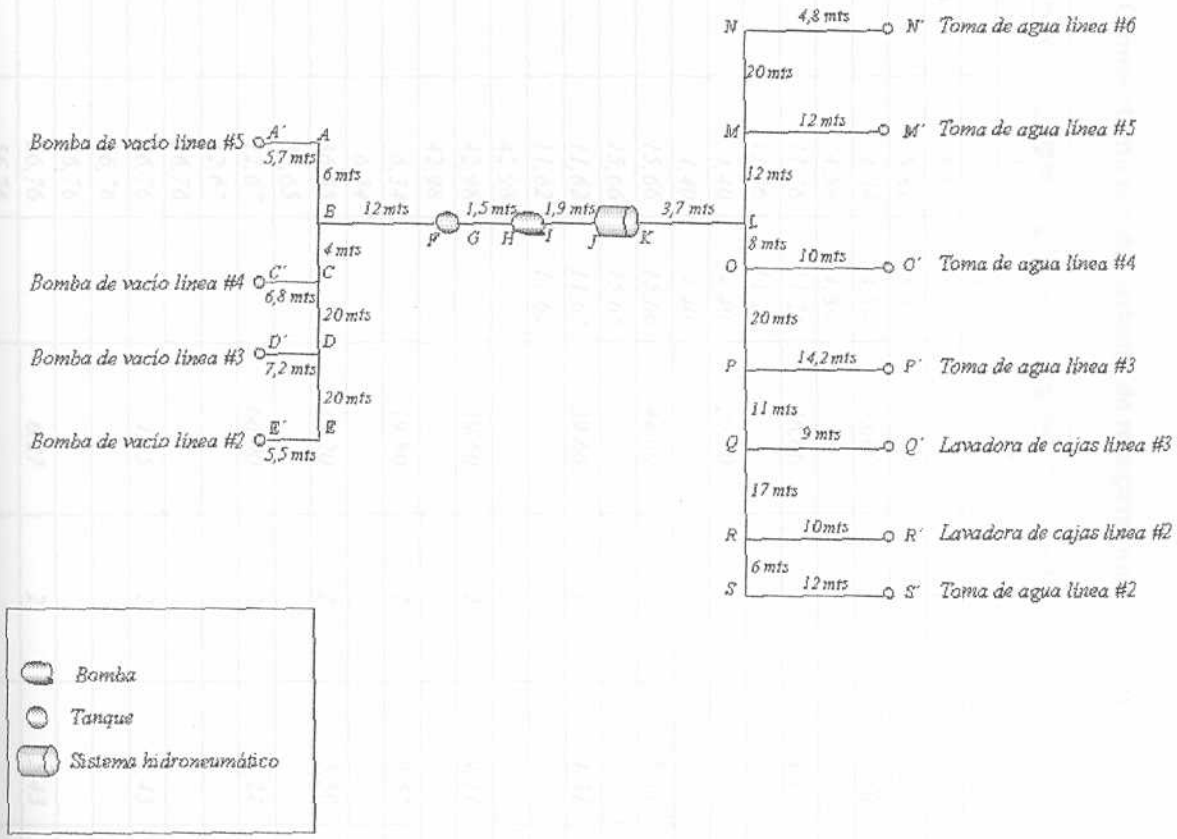


ANEXO #29.

Simulación del sistema de recuperación

29.1 Esquema del sistema de recuperación

SISTEMA DE RECUPERACIÓN



29.2 Casos simulados para el sistema de recuperación

En la página siguiente se encuentran dichos casos.

Caso #1. Comportamiento del sistema de recuperación. (Hidroneumático operando a 4 bar).

Punto	Segmento	Q (gpm)	Q*(gpm)	Longitud (ft.)	Diametro (in.)	V (ft./seg.)	dP (psig.)	P (psig.)	H (m)	P* (Psig.)	Nº Codos
	NN'	3,17	3,17	15,84	1	1,18	0,06		-		2
N'		3,17	3,17					61,88	42,68	30	
	MM'	5,81	5,81	39,60	1	2,16	0,46		-		2
M'		5,81	5,81					61,48	42,40	30	
	OO'	4,84	4,84	33,00	1	1,80	0,26		-		2
O'		4,84	4,84					59,81	41,25	30	
	PP'	11,26	11,26	46,86	1	4,18	1,13		-		2
P'		11,26	11,26					57,92	39,94	30	
	QQ'	4,40	4,40	29,70	1	1,64	0,31		-		2
Q'		4,40	4,40					58,42	40,29	29	
	RR'	15,66	15,66	44,00	1	5,81	2,28		-		2
R'		15,66	15,66					56,08	38,68	29	
	SS'	11,62	11,62	39,60	1	4,31	1,61		-		2
S'		11,62	11,62					56,72	39,12	30	
F		42,98						21,76	15,01		
	FB	42,98		39,60	2	4,11	0,61		-		5
B		42,98						22,37	15,43		
	BA	6,34		19,80	2	0,57	0,01		-		
A		6,34						22,38	15,43		
	BC	36,65		13,20	2	3,50	0,15		-		
C		36,65						22,52	15,53		
	CD	12,67		66,00	2	1,21	0,11		-		
D		12,67						22,63	15,61		
G'		56,76						17,34	11,96		
	GH	56,76		4,95	2	5,43	0,09		-		3
H		56,76						17,25	11,90		
I		56,76						58,02	40,01		
	IJ	56,76		6,27	2	5,43	0,16		-		2
J		56,76						57,86	39,90		

ANEXO #29. Simulación del sistema de agua recuperada

Punto	Segmento	Q (gpm)	Q*(gpm)	Longitud (ft.)	Diametro (in.)	V (ft./seg.)	dP (psig.)	P (psig.)	H (m)	P* (Psig.)	Nº Codos
K		56,76						62,30	42,97		
	KL	56,76		12,21	2	5,43	0,32		-		3
L		56,76						61,98	42,74		
	LM	8,96		39,60	2	0,86	0,04		-		
M		8,96						61,94	42,72		
	MN	3,17		66,00	2	0,30	0,00		-		
N		3,17						61,94	41,43		
	LO	47,78		26,40	2	4,57	1,87		-		
O		47,78						60,07	40,72		
	OP	42,94		66,00	2	4,10	1,02		-		
P		42,94						59,05	40,50		
	PQ	31,68		36,30	2	3,03	0,32		-		
Q		31,68						58,73	40,25		
	QR	27,28		56,10	2	2,60	0,37		-		
R		27,28						58,36	40,23		
	RS	11,62		19,80	2	1,11	0,03		-		
S		11,62						58,33	15,63		
	DE	6,34		66,00	2	0,61	0,03		-		
E		6,34						22,66	15,44		
	AA'	6,34		18,81	2	0,61	0,01		-		2
A'		6,34						22,39	15,58		
	CC'	17,42		22,44	2	1,66	0,07		-		2
C'		17,42						22,59	15,83		
	DD'	6,34		23,76	2	0,61	0,01		-		2
D'		6,34						22,95	15,63		
	EE'	6,34		18,15	2	0,61	0,01		-		2
E'		6,34						22,67	15,63		

Caso # 2. Comportamiento del sistema de recuperación. (Hidroneumático operando a 2.5 bar).

Punto	*Segmento*	*Q (gpm)*	*Q*(gpm)*	*Longitud (ft.)*	*Diametro (in.)*	*V (ft./seg.)*	*dP (psig.)*	*P (psig.)*	*H (m)*	*P* (Psig.)*	*Nº Codos*
	NN'	*3,17*	*3,17*	*15,84*	*1*	*1,18*	*0,06*		-		*2*
N'		*3,17*	*3,17*					*35,84*	*24,72*	*30*	
	MM'	*5,81*	*5,81*	*39,60*	*1*	*2,16*	*0,46*		-		*2*
M'		*5,81*	*5,81*					*35,44*	*24,44*	*30*	
	OO'	*4,84*	*4,84*	*33,00*	*1*	*1,80*	*0,26*		-		*2*
O'		*4,84*	*4,84*					*33,81*	*23,32*	*30*	
	PP'	*11,26*	*11,26*	*46,86*	*1*	*4,18*	*1,13*		-		*2*
P'		*11,26*	*11,26*					*31,92*	*22,01*	*30*	
	QQ'	*4,40*	*4,40*	*29,70*	*1*	*1,64*	*0,31*		-		*2*
Q'		*4,40*	*4,40*					*32,42*	*22,36*	*29*	
	RR'	*15,66*	*15,66*	*44,00*	*1*	*5,81*	*2,28*		-		*2*
R'		*15,66*	*15,66*					*30,08*	*20,74*	*29*	
	SS'	*11,62*	*11,62*	*39,60*	*1*	*4,31*	*1,61*		-		*2*
S'		*11,62*	*11,62*					*30,72*	*21,19*	*30*	
F		*42,98*						*21,76*	*15,01*		
	FB	*42,98*		*39,60*	*2*	*4,11*	*0,61*		-		*5*
B		*42,98*						*22,37*	*15,43*		
	BA	*6,34*		*19,80*	*2*	*0,57*	*0,01*		-		
A		*6,34*						*22,38*	*15,43*		
	BC	*36,65*		*13,20*	*2*	*3,50*	*0,15*		-		
C		*36,65*						*22,52*	*15,53*		
	CD	*12,67*		*66,00*	*2*	*1,21*	*0,11*		-		
D		*12,67*						*22,63*	*15,61*		
G		*56,76*						*17,34*	*11,96*		
	GH	*56,76*		*4,95*	*2*	*5,43*	*0,09*		-		*3*
H		*56,76*						*17,25*	*11,90*		
I		*56,76*						*58,02*	*40,01*		
	IJ	*56,76*		*6,27*	*2*	*5,43*	*0,16*		-		*2*
J		*56,76*						*57,86*	*39,90*		

ANEXO #29. Simulación del sistema de agua recuperada

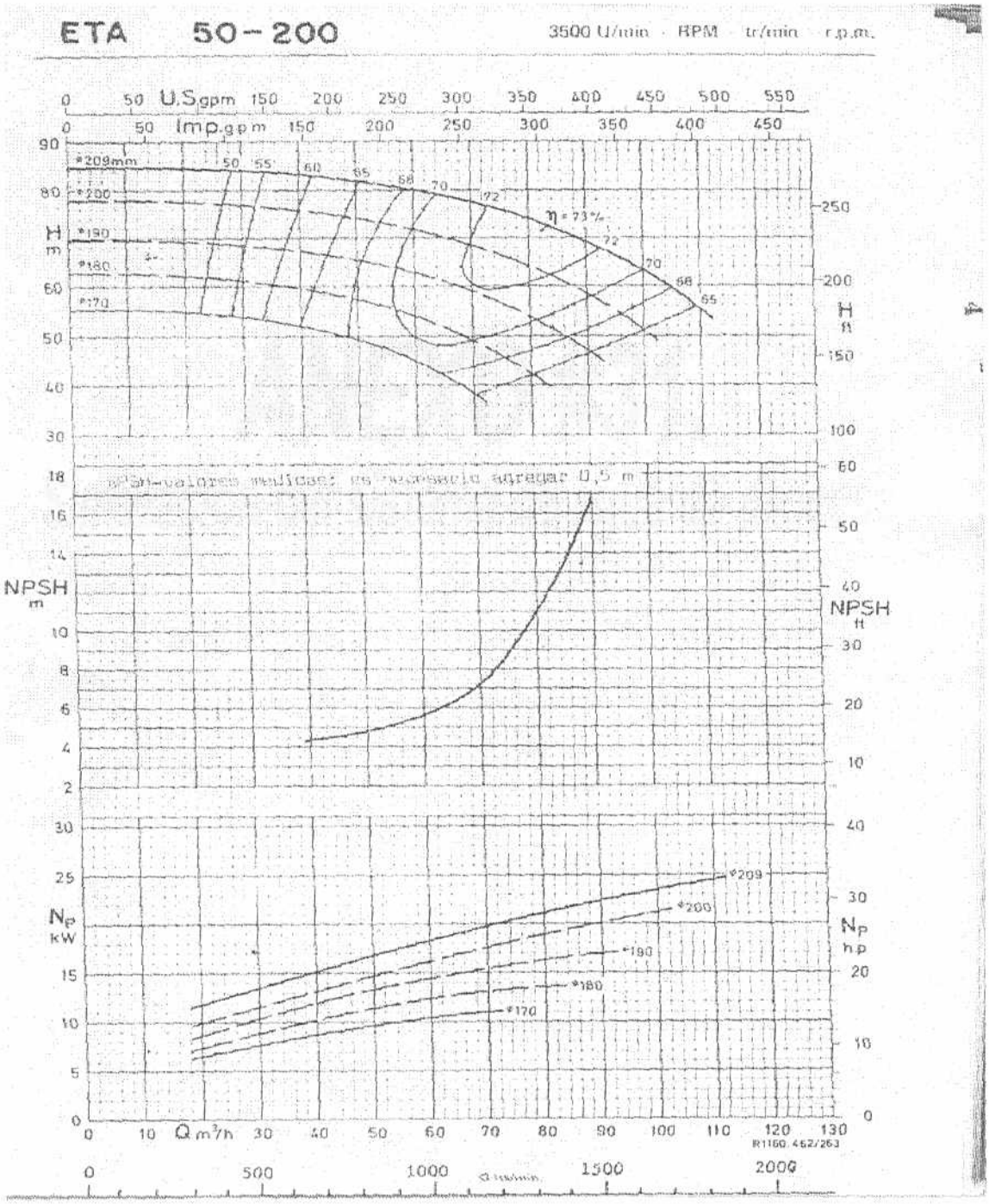
Punto	Segmento	Q (gpm)	Q*(gpm)	Longitud (ft.)	Diametro (in.)	V (ft./seg.)	dP (psig.)	P (psig.)	H (m)	P* (Psig.)	Nº Codos
K		56,76						36,26	25,01		
	KL	56,76		12,21	2	5,43	0,32		-		3
L		56,76						35,94	24,79		
	LM	8,96		39,60	2	0,86	0,04		-		
M		8,96						35,90	24,76		
	MN	3,17		66,00	2	0,30	0,00		-		
N		3,17						35,90	23,50		
	LO	47,78		26,40	2	4,57	1,87		-		
O		47,78						34,07	22,79		
	OP	42,94		66,00	2	4,10	1,02		-		
P		42,94						33,05	22,57		
	PQ	31,68		36,30	2	3,03	0,32		-		
Q		31,68						32,73	22,32		
	QR	27,28		56,10	2	2,60	0,37		-		
R		27,28						32,36	22,30		
	RS	11,62		19,80	2	1,11	0,03		-		
S		11,62						32,33	15,63		
	DE	6,34		66,00	2	0,61	0,03		-		
E		6,34						22,66	15,44		
	AA´	6,34		18,81	2	0,61	0,01		-		2
A´		6,34						22,39	15,58		
	CC´	17,42		22,44	2	1,66	0,07		-		2
C´		17,42						22,59	15,83		
	DD´	6,34		23,76	2	0,61	0,01		-		2
D´		6,34						22,95	15,63		
	EE´	6,34		18,15	2	0,61	0,01		-		2
E´		6,34						22,67	15,63		

ANEXO #30.

Curva característica de las bombas del sistema de agua de proceso

30.1 Curva característica de las bombas que succionan del tanque B y de las que envían al tanque de recepción de agua CNP.

Fabricante: KSB Venezolana C.A.
Modelo: ETA 50-200
rpm: 3500
Impeler: 209 mm

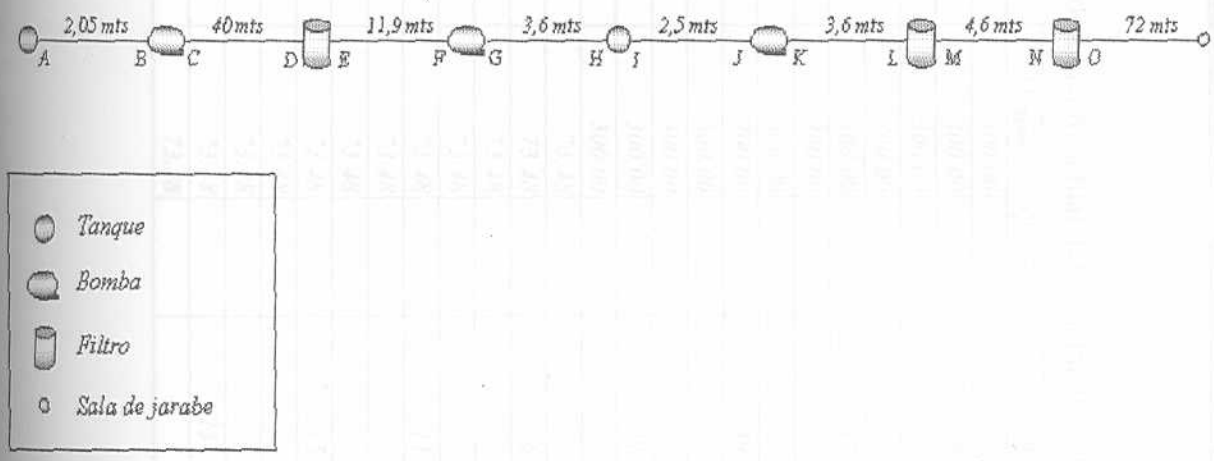


ANEXO #31.

Simulación del sistema de agua de proceso

31.1 Esquema del sistema de agua de proceso

SISTEMA DE AGUA DE PROCESO



31.2 Casos simulados para el sistema de agua de proceso

En la página siguiente se muestran dichos casos.

Caso # 1. Comportamiento actual del Sistema de agua de Proceso

Punto	Segmento	Q (gpm)	Q*(gpm)	Longitud (ft.)	Diámetro (in.)	V (ft./seg.)	dP (psig.)	P (psig.)	H (m)	P* (Psig.)	Nº Codos
A		300.00						18.77	12.94		
	AB	300.00		6.80	6	3.33	0.02				1
B		300.00						18.75	12.93		
C		300.00						58.02	40.01		
	CD	300.00		132.00	4	7.56	2.79				3
D		300.00						55.23	38.09		
E		300.00						50.88	35.09		
	EF	300.00		39.27	3	13.00	3.30				3
F		300.00						47.58	32.81		
G		300.00						58.02	40.01		
	GH	300.00		11.88	3	13.00	0.99				1
H		300.00						57.03	39.33		
I		73.48						65.27	45.01		
	IJ	73.48		126.72	3	3.19	0.75				5
J		73.48						64.52	44.50		
K		73.48						58.72	40.50		
	KL	73.48		11.88	3	3.19	0.07				3
L		73.48						58.65	40.45		
M		73.48						54.30	37.45		
	MN	73.48		15.18	3	3.19	0.09				3
N		73.48						54.21	37.39		
O		73.48						54.21	37.39		
	OP	73.48		237.60	3	3.19	1.40				7
P		73.48						52.81	36.42	50.76	

Cálculos realizados para las placas orificio.

Cálculo del ΔP: $Q = 1.41 \times C \times A \times (\Delta P/Sg)^{1/2}$ *(ecuación #1)*

Despejando ΔP: $\Delta P = [Q/(1.41) \times C \times A]^2 \times S_g$ *(ecuación #2)*

Donde:
Q = Caudal (m^3/s)
C = Coeficiente de flujo (C = 0.8 para orificios con borde afilado y C = 0.6 para orificios con borde cuadrado)
A = Área de la abertura del orificio (m^2)
$\Delta P = P_2 - P_1$ (Kpa) (ecuación #3)
S_g = Gravedad específica del fluido

Conociendo los siguientes valores:

	Lavadora de botellas línea #2	Lavadora de botellas línea #3
Caudal (m^3/s)	0,0025	0,00385
Coeficiente de flujo	0,8	0,8
Área del orificio (m^2)	$2,85 \times 10^{-4}$	$2,85 \times 10^{-4}$
Gravedad específica	1	1
Variación de presión (psig)	8,77	20,8
Presión de trabajo (psig)	21,75 - 29	21,75 - 29

Sustituyendo en la ecuación #2 se obtienen los valores de ΔP para cada una de las lavadoras de botellas, representando este la caída de presión originada por la placa orificio.

La variación de presión reflejada en la tabla anterior más la caída de presión en la tubería constituyen el ΔP total, siendo el mismo de 13,86 psig para la lavadora de botellas de la línea #2, y de 22,16 psig para la lavadora de botellas de la línea #3. Posteriormente, despejando de la ecuación #3 P_1 se obtuvieron el rango de valores a los cuales debe mantenerse el manómetro ubicado aguas arriba de la placa orificio:

	Lavadora de botellas línea #2	Lavadora de botellas línea #3
P_1 (psig)	35,61 – 42,86	43,91 – 51,16