



D-10892

T
621.31
A171



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD

"AUTOMATIZACION DE UNA PLANTA
POTABILIZADORA DE AGUA"



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

INFORME TECNICO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

Especialización: POTENCIA

Presentado por:

Cristóbal Accini Saavedra

Guayaquil - Ecuador

1991

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral y de manera especial a todos quienes conforman la Facultad de Ingeniería Eléctrica.

Al Ing. Gustavo Bermudez, director del presente informe técnico por su ayuda y colaboración en la realización de este trabajo.
realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A MIS PADRES: Quienes con su apoyo incondicional me han guiado para alcanzar esta meta.

Manera especial a la memoria de mi padre quién seguramente se sentiría orgulloso al verme culminar esta carrera.

DECLARACION EXPRESA

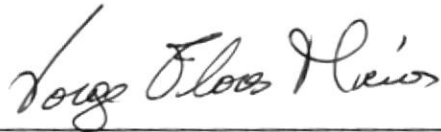
La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas en este informe técnico, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL.

(Reglamento de exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL.

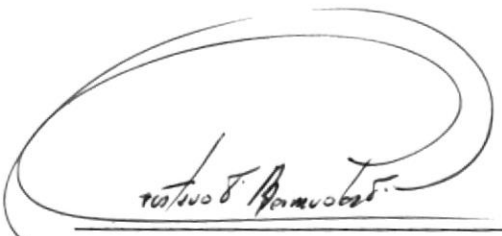


CRISTOBAL ACCINI SAAVEDRA

MiEMBROS DEL TRIBUNAL



ING. JORGE FLORES M.
Sub Decano Facultad de Ingeniería en Electricidad



ING. GUSTAVO BERMUDEZ
Profesor Supervisor



ING. CARLOS DEL POZO
Miembro Principal

RESUMEN

El informe técnico que se encontrará a continuación trata sobre el estudio preliminar, los diseños, suministro y montaje de una planta de tratamiento de agua para una agencia del Banco del Pacífico que funciona en la Isla Santa Cruz del Archipiélago de Galápagos.



El punto inicial consistió en la realización de un análisis del agua que se dispone de unas vertientes naturales. Con el análisis realizado se chequearon las características de dicha agua y se procedió a determinar los equipos que se necesitarían para obtener un agua apta para el consumo humano.

Luego de determinar que equipos eran necesarios se realizó el cálculo de la demanda instalada, con el fin de establecer el tamaño de los equipos que debían colocarse.

Al tener definida la demanda se procede a seleccionar los modelos de los diferentes equipos necesarios para el proceso.

El paso siguiente fue el diseño de la planta de tratamiento en su interconexión tanto eléctrica como de fluidos. Esto significó cálculos para circuito de proceso, de retrolavado, puenteo de los equipos, etc.

Como parte de estos procesos es también el trabajar con ciertos químicos necesarios para el pretratamiento del agua de la vertiente, se continuó con definir los tipos de químicos y las cantidades en que estos eran necesarios.

f Luego de instalada la planta se estructuraron las pruebas necesarias previa la puesta en marcha como son: pruebas hidrostáticas del sistema para chequeo de fugas, análisis con reactivos para chequear la calidad del agua en diferentes puntos.

En lo que a circuitos eléctricos se refiere se realizó la calibración de temporizadores, térmicos, pruebas de continuidad tanto en el circuito de fuerza como en el de control.

Finalmente se procedió a la elaboración de las recomendaciones finales de procedimientos a seguir en la operación de la planta, tipos y cantidades de repuestos que se deben mantener en el sitio para evitar paros.

INDICE GENERAL

RESUMEN..... I

INDICE GENERAL..... III

INDICE DE ANEXOS..... VI

DETALLE DE ABREVIATURAS UTILIZADAS.....VII

INTRODUCCION.....1



BIBLIOTECA

I DEFINICION DE EQUIPOS NECESARIOS

- 1.1.- Estudio del analisis realizado al
agua de la grieta.....2
- 1.2.- Determinacion de caudal de demanda...4
- 1.3.- Analisis de elementos a colocarse....5

II ELABORACION DE DIAGRAMA DE FLUJO

2.1.-	Definicion de tipos de flujo en cada elemento.....	11
2.2.-	Determinacion de caudales neces- arios por equipo.....	12
2.3.-	Elaboracion de diagrama de agua de proceso.....	14
2.4.-	Elaboracion de diagrama de agua de retrolavado.....	19

III ELABORACION DE DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRICO

3.1.-	Definicion de tipo de proceso.....	22
3.2.-	Determinacion de variables de control.....	26
3.3.-	Determinacion de demanda instalada...	26
3.4.-	Confeccion de diagramas de control...	28

IV DETALLE DE PRUEBAS FINALES REALIZADAS

4.1.- Toma de muestra por cada filtro y resultados.....	32
4.2.- Detalle de pruebas electricas.....	34
4.3.- Fijacion de quimicos a a adir.....	36
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
BIBLIOGRAFIA.....	41

INDICE DE ANEXOS

1.- Analisis quimicos iniciales al agua de la
vertiente.....42

2.- Diagrama de flujo y electrico de planta de
tratamiento.....44

3.- Analisis quimicos finales al agua de la
vertiente, y al agua de salida de la planta...47



BIBLIOTECA

ABREVIATURAS UTILIZADAS

NOMENCLATURA

DESCRIPCION

GPD

Galones por día

GPM

Galones por minuto

GPG

Granos por galón

PPM

Partes por millón

GR/LT

Gramos por litro

INTRODUCCION

Existen lugares en los cuales resulta difícil disponer de agua potable a través de redes domiciliarias como en las grandes ciudades, en tales circunstancias, la única alternativa es proveer de un sistema idoneo de potabilización de agua, el cual estará en relación directa con el agua de que se disponga previo el tratamiento respectivo.

En estos procesos se incluyen diferentes tipos de equipos como: filtros, dosificadoras, solenoides, contactores, etc., con los cuales se va constituyendo el sistema.

Este trabajo trata sobre los diferentes equipos que se utilizaron en el caso específico de la Isla Santa Cruz del Archipiélago de Galápagos en la agencia construida por el Banco del Pacífico, por lo que se describirá el proceso de diseño, selección de equipos, montaje y pruebas finales.

CAPITULO I

DEFINICION DE EQUIPOS NECESARIOS

1.1.- ESTUDIO DEL ANALISIS REALIZADO AL AGUA DE LA GRIETA.

El primer paso a seguir en trabajos de este tipo es la realización de un análisis químico al agua que se va ha procesar, en algunos casos es necesario repetir este proceso, en especial cuando los parámetros del agua cambian en función de condiciones climáticas u otras variables.

Los parámetros esenciales a considerar de estos análisis y sus efectos son los siguientes:

a.-Dureza total.-En el agua de la grieta fue de 629 p.p.m. siendo 400ppm de calcio y 229 ppm de magnesio, se entiende por dureza la cantidad de sólidos disueltos presentes en el agua.

b.-Hierro.-Se encontró que existen iones de hierro en 0.3 ppm. Esta cantidad de hierro debe eliminarse en su totalidad, pues su presencia ocasiona oxidación del agua lo cual le da una coloración oscura y mal olor.

c.-Cloruros.-Los cloruros son generalmente sales de origen mineral y están presentes en todas las aguas que provienen a través de filtración de tierra como es este caso y en especial cuando se trata de agua de mar.



La presencia de cloruros en el agua se detecta básicamente por el mal sabor que esta toma.

d.-S.D.T.(sólidos disueltos totales).-En este caso resultó de 4450 ppm., este parámetro indica la cantidad de sales de calcio y magnesio presentes, comúnmente se las encuentra como carbonato de calcio y carbonato de magnesio, sulfato de calcio o cloruro de magnesio.

e.-Bacteriológico.-Deberá considerarse también la presencia de bacterias en caso de existir pues de esto dependerá la cantidad y variedad de químicos que deban agregarse.

1.2.-DETERMINACION DEL CAUDAL DE DEMANDA

El caudal de demanda de la instalación se determina en base de los requerimientos de cada uno de los equipos a utilizarse y se definirá en términos de gpd. esto es galones por día, que son los siguientes:

Equipo	Cantidad	C. U. gpd	C. T. gpd

Surtidor agua fria	2	40	80
Lavatorios	3	150	450
Servicio higiénico	3	100	300
Urinaros	2	80	160
Lavatorio cocina	1	200	200
Ice-maker	1	50	50
Riego jardin	2	180	360
Demanda total aproximada.....			1600

En el anexo 1 se encuentra copia del análisis respectivo realizado al agua de la grieta previa la realización de este proyecto.

Estos datos han sido estimados en base a ocho horas diarias de operación, los valores de caudales no fueron suministrados por el cliente sino estimados en función de equipos estandares.

Con la finalidad de preveer una expansión futura y considerando además las necesidades de agua tratada para los procesos de retrolavado propios del sistema de tratamiento se consideró prudente utilizar una planta que pueda procesar 2000 GPD.

1.3.-ANALISIS DE ELEMENTOS A COLOCARSE.

Luego de estudiar el análisis de agua de la grieta se procede a seleccionar los equipos se considera necesarios para obtener como producto final agua apta para el consumo humano.

Los equipos a utilizarse y las razones de su selección son los siguientes:

a.-Bombas dosificadoras.-Con la finalidad de conseguir la precipitación de cloruros en suspensión y mejorar el ph del agua se añadirá soda ash en cantidades que varian en función de los volúmenes de agua presentes en la cisterna, razón por la que se utiliza una dosificadora.

El cloro se añade para eliminar elementos como componentes orgánicos, inorgánicos oxidables como hierro o manganeso, bacterias, hongos, etc.

Una segunda bomba dosificadora añadirá cloro en forma de cloruro de calcio al agua con el fin de eliminar las bacterias que pudieran encontrarse en el agua de la grieta.

El cloro actua bajo el principio de absorción del oxígeno del agua, lo cual ocasiona la muerte de microorganismos vivos como bacterias o virus.

Tanto el cloro como la soda ash son químicos que usualmente se utilizan en el tratamiento de agua.

b.-Bomba de alimentación.-Será la que se encargue de alimentar el sistema a las presiones requeridas luego de atravesar los diferentes filtros.

Dado que es la única bomba que existe a lo largo del sistema se colocaran dos bombas en paralelo para que cualquiera de las dos pueda funcionar.

Es importante considerar que la presión de entrada al equipo de ósmosis inversa no deberá ser inferior a 20 libras.

c.-Filtro multicapa.-Conocido también como filtro de lecho profundo se lo utiliza para la retención de partículas así como también para la eliminación de partículas con diámetros inferiores a los 10 micrones.

Se le llama filtro multicapa por estar compuesto de diferentes capas de material filtrante, en este caso son cinco capas de diferente granulometria, las mismas que van deteniendo los sólidos en suspensión comenzando de mayor a menor tamaño.

d.-Filtro carbón activado.-Tiene como finalidad el retener los residuos de cloro añadido al agua para eliminar las bacterias presentes, como es sabido un elevado contenido de cloro en el agua afecta el organismo.

Este filtro se lo utiliza también para eliminar los malos olores que pudieran existir, esta compuesto por carbón activado o antracita, cabe señalar que dado que la mayoría de los desechos orgánicos contienen hierro, al eliminar materiales orgánicos se consigue también la eliminación de hierro y silice, adicionalmente el agua que engrase al equipo de ósmosis inversa deberá estar totalmente libre de cloro.

e.-Ablandador.-Ayuda a reducir la dureza del agua en base a un proceso de intercambio de iones en el que se sustituye las sales de origen mineral como magnesio o calcio por iones de sodio.

Trabaja con un tanque adicional en el que se encuentra la sal muera(cloruro de sodio), necesaria para el proceso de regeneración de la resina, este equipo se lo utilizará, pues como podra observarse en el análisis químico inicial, la cantidad de sólidos disueltos totales es alta.

Como es sabido existe la dureza no permanente o carbonatada que se puede eliminar por calentamiento o precipitación y la dureza permanente o de carbonatos que hacen necesaria la presencia de un ablandador.

f.-Equipo ósmosis inversa.-Se utiliza para realizar un filtrado especial indispensable cuando se desea obtener agua para consumo humano, en especial cuando se trabaja con agua que ha estado en contacto con agua del mar y por cuyo efecto tiene una alta concentración de cloruros.

Este equipo consta de una bomba de refuerzo que eleva el agua de alta concentración a una presión de aproximadamente 200 libras, atravezando la membrana lo cual causa que se separen las sales del agua siendo estas enviadas al sistema de desague.

Como elementos adicionales del equipo de ósmosis inversa se tienen dos filtros de ceramica del tipo cartucho, para asegurar que el agua entre al equipo sin sólidos en suspensión.

Se instaló también un tanque elevado para almacenar agua filtrada que se utilizó tanto para servicios higiénicos como para jardines, adicionalmente se necesitará esta agua para retrolavar los filtros.

En el anexo número dos se encontrarán los diagramas de flujo de aguas y diagrama eléctrico de la planta de tratamiento.

CAPITULO II

2.-ELABORACION DE DIAGRAMA DE FLUJO

Previo a la elaboración de los respectivos diagramas cabe mencionar que la planta se ha diseñado bajo el principio de simple contingencia, es decir que la salida de servicio de uno de los equipos ocasionaria la paralización de producción de agua potable, lo cual no representa problema grave pues se trata de una agencia bancaria donde en caso extremo se podrá comprar agua para consumo del personal.

2.1.-DEFINICION DE TIPOS DE FLUJO EN CADA ELEMENTO

En lo que tiene que ver con los filtros tanto de lecho profundo como de carbón activado, cada uno de estos tiene un sentido de flujo en el cual el agua se purifica y luego un flujo de retrolavado en el cual el elemento filtrante se limpia de las impuresas retenidas.

El retrolavado debe realizarse con agua filtrada al menos, con el fin de eliminar las partículas que se quedan retenidas en los filtros, normalmente el filtro de lecho profundo se retrolava con mayor frecuencia que el de carbón activado.

En los ablandadores cada cierto tiempo se debe regenerar la resina que se encuentra en el interior de este equipo.

2.2.- DETERMINACION DE LOS CAUDALES NECESARIOS EN CADA EQUIPO.

a.-Bombas dosificadoras.-En estas bombas el caudal que entrega estará en función del caudal del agua que ingrese en los casos en que se disponga de líquido en la tubería de ingreso, cuando la cisterna tenga que llenarse con tanque se deberá trabajar con volúmenes, es decir que la bomba a una cierta velocidad deberá trabajar durante un tiempo predeterminado.

b.-Filtro multicapa.-Durante el proceso de tratamiento de agua este filtro deberá trabajar con no menos de 4 gpm a fin de evitar que se produzcan grietas en la arena filtrante.

Para los ciclos de retrolavado el equipo consumirá alrededor de 12 gpm, siendo la periodicidad de este retrolavado función del tipo de agua que esta ingresando.

c.-Filtro de carbón activado.- Este filtro debe trabajar con aproximadamente 4 gpm y el retrolavado que se realiza con menor periodicidad que en el filtro anterior dependerá de los chequeos que regularmente se realicen a la salida del equipo para detectar la presencia de cloruros en suspensión.

El caudal necesario para el retrolavado sera de 12 gpm.

d.-Ablandador.-Este equipo trabaja con 4 gpm en sistema de proceso, y consta de una resina que cada cierto tiempo deberá regenerarse, en función de los sólidos en suspensión. En los periodos de regeneración que toman 2 horas el equipo consume 120 galones de agua filtrada.

e.-Osmosis inversa.-Es el elemento de mayor cuidado dentro del proceso, tiene capacidad nominal de 4 gpm, pero una eficiencia muy baja, esto es 25%, lo cual indica que el 75% del agua que entra deberá irse al desagüe.

Este equipo viene provisto de dos filtros tipo cartucho que se encargaran de un segundo prefiltrado, estos filtros son de ceramica.

2.3.-ELABORACION DE DIAGRAMA DE AGUA DE PROCESO



BIBLIOTECA

Una vez que se han definido los diferentes equipos a utilizar en el proceso, el orden en que estos deben colocarse es el siguiente:

1.-El punto de partida del proceso es una válvula solenoide que controlará el ingreso de agua a la cisterna, conjuntamente con esta válvula se energizaran las dosificadoras.

2.-Tratamiento químico inicial.-Debe realizarse previo el ingreso del agua a la cisterna, con el fin de añadir soda y cloro que servirán el primero para la precipitación de cloruros y el segundo para matar bacterias, pero el agua deberá permanecer en reposo al menos 30 minutos luego de agregarse estos productos.

3.-Bombas de alimentación.-Estas bombas seran las que controlen el proceso global en función de la señal que reciban de uno de los presostatos que se encuentran a continuación del tanque hidroneumático del sistema de agua potable o del tanque hironeumático del agua filtrada para proceso.

Esta bomba de alimentación esta conectada con doble succión, la que se utilizará para el proceso es la succión de la cisterna.

Existirán dos bombas de similar potencia, esto es 0.75 HP colocadas en paralelo de modo que cualquiera de las dos realice el bombeo a través de los filtros, se colocaron dos bombas ya que de paralizarse una de ellas se paralizaría la planta completa.

4.-Filtro de lecho profundo o multicapa.-Se opto por utilizar un filtro Culligan modelo PV-12D con capacidad de 12 gpm, y retención de sólidos de hasta 12 gph, este equipo se lo colocó con la finalidad de retener los sólidos en suspensión.

5.-Filtro de carbón activado.-Se colocó un filtro Culligan modelo PV-12R con miras a retener el cloro residual que se encuentre en el agua luego de eliminar las bacterias, este equipo debe colocarse en esta posición para asegurar que el agua que entra al equipo de osmosis inversa este libre de cloro evitando así daños en el mismo.

6.-Ablandador.-Se utilizó un ablandador Culligan modelo PV-45A con capacidad de retención de 45 granos, este equipo tiene como finalidad el eliminar la dureza del agua.

7.-Osmosis inversa.-Como equipo final de tratado se instaló un equipo de ósmosis inversa Culligan modelo MP-2000, provisto de su respectiva bomba refuerzo(booster) que eleva la presión del agua de ingreso a 200psi. para a esta presión atravesar las membranas.

Previo al equipo de osmosis inversa existe una derivación que envia agua filtrada hacia un tanque de almacenamiento previo con el fin de disponer de agua para servicios higiénicos y para retrolavado de los equipos.

En el anexo numero tres se encontrará el detalle de características técnicas de los equipos utilizados en la planta de tratamiento.

Para que la planta funcione en proceso normal deberán permanecer abiertas las válvulas 1,3,5,7,9,13,15,16,19,20 y 21; adicionalmente deberán permanecer cerradas las válvulas 2,4,8,17 y 18.

8.-Generalidades

a.-Todos los filtros tendrán una válvula de desvio(by-pass) que permita en un momento dado el poder sacar un equipo sin que el flujo de agua se interrumpa.

b.-Adicionalmente a la válvula de desvio(by-pass) cada equipo tendrá una válvula a la entrada y una válvula a la salida con el fin de controlar el sentido del flujo de agua, complementado con una válvula de retención para asegurar que no se mezclen los flujos o que vayan por caminos equivocados.

c.-Las válvulas que se utilizarón en el ingreso y salida de líquido serán de PVC, al igual que las válvulas de retención.

d.-Todas las tuberías y accesorios serán también de PVC habiendose escogido este material por su resistencia a la corrosión.

e.-Tanto los filtros, ablandador y equipo de ósmosis inversa tendrán una conexión hacia el drenaje para eliminar el agua producto del retrolavado.

2.4.-ELABORACION DEL DIAGRAMA DE RETROLAVADO.

En esta sección se hablará del proceso de retrolavado en los filtros así como de la regeneración en el ablandador.

Considerando las demandas iniciales del sistema, el retrolavado se realizará en horario diferente al de procesamiento, esto es fuera del horario normal de trabajo.

El proceso de retrolavado se efectúa individualmente en cada uno de los filtros.

1.-El proceso se inicia con la bomba de alimentación pero esta vez tomando el agua filtrada desde el tanque elevado donde esta se almacena.

2.-Dependiendo del filtro que se vaya a retrolavar, se mantendrá abierta la válvula de ingreso, cerrándose la de salida y abriéndose la de drenaje.

Para la realización del retrolavado se deberán efectuar las siguientes maniobras:

a.-Lavado de filtro de lecho profundo.-Se deberá realizar cuando el diferencial entre la lectura del manómetro uno y el manómetro dos sea de 10 libras.

Para esta operación se deberán tener abiertas las válvulas 1,4,8,12,19,20 y 21; además deberán permanecer cerradas las válvulas 2,4,7,9,11,13,15,16,17 y 18.

b.-Lavado de filtro de carbón activado.-Se deberá realizar cuando la diferencia entre la lectura del manómetro dos y el manómetro tres sea de 10 libras.

En esta maniobra se deberán tener abiertas las válvulas 1,4,8,12,19,20 y 21; además se deberán tener cerradas las válvulas 2,3,5,7,9,11,13,15,16,17 y 18.

c.-Regeneración del ablandador.-Se deberá realizar cuando el resultado del análisis de dureza sea de 17.1 ppm. Este chequeo se deberá realizar tomando una muestra de agua a la salida del ablandador y realizando el chequeo con el equipo de análisis de dureza respectivo.

Para realizar esta regeneración se deberán tener abiertas las válvulas 2,4,8,12,18,19,20 y 21; adicionalmente se deberán tener cerradas las válvulas 1,3,5,7,9,11,13,15,16 y 17.

d.-Lavado filtros tipo cartucho.-Se deberá realizar cuando el diferencial entre la lectura del manómetro 4 y el manómetro cinco sea de 10 libras.

En el lavado de estos filtros se deberán tener abiertas las válvulas 1,3,5,7,9,13,15,17 y 18; las válvulas que deben permanecer cerradas son: 2,4,8,16 y 19.

CAPITULO III

ELABORACION DE DIAGRAMA DE CONTROL ELECTRICO

3.1.-DEFINICION DEL TIPO DE PROCESO

En lo que a control eléctrico se refiere la planta comprende dos secciones totalmente independientes en su lógica de control, la primera sección que comprende el llenado de la cisterna y adición de químicos, y la segunda sección que comprende el proceso de potabilización.

La parte de pretratamiento comprende: un solenoide normalmente cerrado, una dosificadora para cloro, un control de nivel del tipo flotador inmerso, una dosificadora para soda ash, un relé auxiliar y un interruptor de tres posiciones para ser utilizado como selector cero-manual-automático.



BIBLIOTECA

Cuando se desee llenar la cisterna en automático se colocará el interruptor de tres posiciones en automático, en este momento se abrirá la solenoide para dar paso al agua de la tubería y a la vez se energizarán las dosificadoras. El control de nivel desconectará todo el sistema cuando la cisterna se haya llenado.

Si se desea llenar la cisterna independientemente del control de nivel se pondrá el interruptor de tres posiciones en manual, en este momento se abrirá la solenoide y se energizarán las dosificadoras.

Las dosificadoras tendrán cada una su respectivo interruptor termomagnético, contactor y relé térmico de sobrecarga, adicionalmente tendrán aún interruptor de control para los casos en que una de ellas no sea necesaria.

Se prevee la colocación en la grieta de una bomba centrífuga con el fin de mejorar los caudales de agua que ingresan a la cisterna, esta bomba sería controlada desde el panel de control de la planta, y estará protegida por un control de bajo nivel de agua del tipo flotador.

La segunda parte de este esquema de control comprende lo que se refiere a la planta de tratamiento.

El punto inicial es un interruptor de tres posiciones que permitirá trabajar en proceso o retrolavado.

Tanto el filtro de lecho profundo como el de carbón activado se alimentan electricamente solo a través de un interruptor termomagnético, pues en su interior constan de un cabezal de control compuesto por un reloj de programación y su respectiva válvula solenoide que pasa de proceso a retrolavado.

El ablandador consta también de un temporizador programable en función de la calidad del agua para que luego de cada cierto tiempo entre en regeneración, este equipo se controla también únicamente con un interruptor termomagnético.

Para trabajar en proceso se tendrá un control de nivel del tipo flotador inmerso que colocado en un punto inferior de la cisterna garantizará que la bomba de alimentación la planta no arranque sin que exista agua en la cisterna.

La bomba de alimentación de agua es del tipo jet de 3/4 hp. monofásica, 220 voltios la misma que esta diseñada para llevar el agua en los caudales que la planta necesita, y compensar las caídas de presión que se producen en los filtros.

Para el encendido de la bomba de alimentación existirán dos variables; la una es presión en el sistema de agua potable y la otra es presión en el sistema de agua filtrada. Adicionalmente la bomba podrá encenderse desde la casa del encargado de mantenimiento, pero solo para agua filtrada más no potable, y con miras a llenar un tanque elevado que existe en dicha casa.

El equipo de ósmosis inversa por ser el más delicado y caro del sistema es el que mas equipos de control y protección posee. Así pues se tendrá al ingreso un interruptor de bajo nivel de agua para asegurar que no arranque sin presencia de líquido, así como también un guardamotor provisto de interruptor termomagnético, contactor y relé térmico de sobrecarga.

En el panel de control general se encontrarán luces piloto de indicación de operación de los diferentes equipos, así como luces piloto de diferentes estados de funcionamiento.

3.2.-DETERMINACION DE VARIABLES DE CONTROL

Dado que el sistema trabajará bajo el principio de demanda su comportamiento sera similar al de un equipo hidroneumático convencional, es decir que la variable principal de control sera la presión del sistema.

Existen para el efecto como se ha mencionado anteriormente dos presostatos colocados el uno en la línea de agua potable y el otro en la línea de agua filtrada.

3.3.-DETERMINACION DE DEMANDA INSTALADA

En lo que ha demanda instalada se refiere la planta de tratamiento se considerarán demandas de agua y de fluido eléctrico.

De los datos del fabricante se sabe que la demanda de cada uno de los filtros para que trabaje adecuadamente es de 4 gpm.

El equipo de ósmosis inversa demanda también cuatro galones por minuto dando como resultado de agua tratada 1 gpm., el restante sera agua de desecho.

Considerando que la planta ha sido diseñada para trabajar durante 8 horas diarias se tendra un caudal requerido diario de 1920 galones, que significan 7.3 metros cúbicos, en vista de lo cual y para tener un margen de reserva se sugirió la construcción de una cisterna de 12 metros cúbicos de capacidad.

En lo que ha demanda eléctrica se refiere se la determinó en base a la suma de las demandas individuales de cada uno de los equipos.

Los requerimientos de los equipos son: bomba de agua 0.55 KW, ósmosis inversa 2.2 KW, los filtros demandan en su totalidad 1 KW, por lo que la demanda total de la planta será de 4 KW.

En el anexo No. 2 se encontrará diagrama de control eléctrico.

3.4.-CONFECCION DE DIAGRAMAS DE FUERZA Y CONTROL

Los diagramas tanto de fuerza como de control se han realizado basados en las recomendaciones dadas en el NEC(Código nacional eléctrico) en lo referente a la protección y control de motores eléctricos.

a.-Diagrama de fuerza

De acuerdo a lo convencional comprende la representación de todos aquellos elementos por los cuales circula la corriente que el motor consume.

Se tendrá un interruptor termomagnético principal y adicionalmente cada motor tendrá su respectivo interruptor termomagnético, contactor y relé térmico de sobrecarga.

En algunos casos se utilizará guardamotores que son módulos sellados que comprenden todos los elementos anteriormente descritos.

Dado que la alimentación al tablero de control es de 220 voltios monofásica, y considerando una demanda estimada en 6 KW se tendrá hacia dicho tablero una acometida de 2 cables No.6 y 1 cable No.8, en la parte superior se colocaron barras de cobre con capacidad de 100 amperios a fin de facilitar la distribución del cableado a los diferentes contactores.



SECRETARIA

Las ramificaciones hacia los diferentes equipos se realizarán con cable No.10 en todos los casos con el fin de estandarizar el calibre del cable.

b.-Diagrama de control

Comprende los diferentes elementos anteriormente descritos en la sección definición de proceso y son todos los que se utilizan para definir la forma en que se va a controlar el proceso ha saber: relé de control, flotadores, presostatos, etc.

El cableado del circuito de control se realizará con cable No. 16 aislamiento TW.

Existe independencia entre los circuitos de pretratado y de tratamiento en si, aunque ambos circuitos se encuentren en el mismo tablero, las variables de control son diferentes en cada caso.

Como se explicó anteriormente la planta de tratamiento trabajará directamente conectada al sistema y funciona dependiendo de la demanda.

La variable principal de control es presión al igual que en cualquier sistema hidroneumático, siendo dos los presostatos colocados, uno en la línea de agua filtrada y otro en la línea de agua potable.

CAPITULO IV

4.-DETALLE DE PRUEBAS REALIZADAS

Una vez concluido el proceso de montaje de la planta de tratamiento se procedió a realizar las siguientes pruebas:

a.-Hidrostática.-Se inyectó en el sistema agua a presión de 30 libras con el fin de detectar posibles fugas de agua en las uniones, mismas que se corrigieron cuando existieron.

b.-Calibración presostatos.-Como se sabe existen en el sistema dos presostatos, el de la línea de agua potable y el de la línea de agua filtrada.

El de la línea de agua potable se calibró entre 8 y 16 libras, pues al equipo de ósmosis deben ingresar máximo veinte libras de presión.

El presostato de la línea de filtrado se calibró entre 20 y 40 libras con el fin de asegurar que llegue agua a suficiente presión a la casa del encargado de mantenimiento que se encuentra a 14 mts.

En el anexo número cuatro se encontrará el análisis químico realizado tanto al agua de ingreso a la planta de tratamiento como del agua producto de la misma.

4.1.-TOMA DE MUESTRA POR CADA FILTRO

a.-Presencia de hierro.-Dado que como se mencionó anteriormente, la presencia de hierro ocasiona mal olor y sabor en el agua procedemos a chequear la presencia del mismo con un equipo de detección de presencia de iones de hierro.

Este equipo consiste de un tubo de vidrio y el reactivo adecuado, una vez mezclada la muestra y el reactivo se dejará en reposo durante diez minutos, luego de este tiempo en función de la coloración de la mezcla se obtendrá la cantidad de hierro en mg/lt.

b.-Determinación de cloro libre.-Para esto se tomó una muestra a la salida del filtro de carbón activado, pues en este punto la cantidad de cloro debe ser mínima con el fin de evitar el ingreso del mismo al equipo de ósmosis inversa.

Para esta prueba se utiliza un reactivo especial que añadido en una probeta con 20 cm. de agua dara una coloración que en función de una tabla de colores nos indicará dicha concentración.

c.-Determinación de la dureza del agua.-Esta prueba se realizará a la salida del ablandador.

Bajo el mismo sistema de toma de muestra y añadir reactivo se determinará la dureza del agua.

Cabe indicar que todas estas pruebas se realizan en base de equipo de análisis suministrados por diferentes casas comerciales, mismas que nunca indican el tipo de reactivo que se utiliza. En el anexo No.4 se encontrará análisis químico realizado al agua de la grieta y al agua producto.

4.2.-DETALLE DE PRUEBAS ELECTRICAS

El primer paso fue chequear que el voltaje de alimentación sea el correcto, esto es 230 voltios monofásico.

En el tablero se fue probando continuidad en los diferentes puntos del circuito de fuerza y de control.

Se verificó también el voltaje de llegada a cada uno de los equipos con el fin de asegurar que no exista una caída de voltaje excesiva en el sistema. La caída de voltaje fue de un 3% que esta dentro de los límites normales.

Se realizó el chequeo de aislamiento a tierra con Megher de 600 voltios, obteniendose 80 megaohmios de lectura, lo cual esta dentro de los valores permisibles.

Como se explicó anteriormente tanto los filtros como los ablandadores poseen temporizadores para pasar a retrolavado o regeneración.

En términos generales la calibración de estos temporizadores se va realizando en el período de operación, ya que está en relación directa con los parámetros del agua, los mismos que normalmente no son fijos.

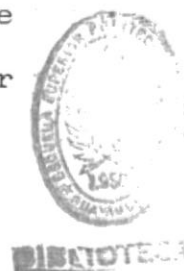
Dado que los presostatos son la variable fundamental de control se chequeo su operación con la ayuda de un manómetro y una válvula de compuerta para que cierre y abra sus contactos a las presiones necesarias.

Se realizó la calibración de los relés térmicos de sobrecarga y de los dispositivos térmicos de los guardamotores de la siguiente forma:

- 1.-Se encendió los equipos verificando que estén trabajando a plena carga.
- 2.-Se bajó el rango del térmico hasta conseguir que este se abra por sobrecarga.
- 3.-Se dejó regulado el térmico a un valor de corriente un 15% superior al amperaje en el cual el equipo disparó.

Las calibraciones que constan a continuación se hicieron en base a las condiciones del agua al momento de la puesta en marcha.

a.-Filtro de lecho profundo o multicapa.-Se programó para que se retrolave todos los días alrededor de las 17h00, es decir fuera de las horas laborables.



b.-Filtro de carbón activado.-Se calibró para retrolavado cada 15 días, realizable también fuera de las horas laborables.

c.-Ablandador.-Se reguló para que entre en regeneración cada semana.

4.3.-FIJACION DE QUIMICOS A AGREGAR

Como se menciona al inicio de este trabajo existen dos clases de químicos que se deben agregar en el sistema de pretratamiento y son el cloro y la soda ash.

El cloro se suministró en forma de hipoclorito de sodio en una concentración de 9%, y de acuerdo con la calidad del agua de la grieta se deberá agregar en proporción de 3.2 ppm.

Se debe asegurar que el cloro residual sea de 1ppm.

La soda ash tiene un concentración de 50% de soda cáustica y deberá agregarse en 1 ppm.

Dado que la presencia de cualquiera de estos químicos en exceso puede ocasionar daños en los equipos es importante ser muy precisos al trabajar con ellos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Como se ha podido observar a lo largo de la elaboración del presente proyecto, la complejidad del mismo se da en función del tipo de agua que se desea procesar y de cuan exigente sea la calidad del agua que se obtenga del proceso.

De acuerdo con lo solicitado por el cliente quedo establecido que la planta en las condiciones actuales no es apta para trabajar con agua de mar.

Es importante considerar que plantas como estas dependen en gran parte de una adecuada supervisión, pues los resultados no solo estan en función de la operatividad de los equipos sino también de los químicos que deben agregarse, proceso que tiene un gran contenido de trabajo manual.

Así mismo el proceso de supervisión de los equipos se ha considerado que sea manual, pues hacerlo en forma automática tiene un costo muy elevado.

Procesos tales como el chequear el contenido de cloro, o dureza del agua en forma automática requieren de elementos de una electrónica muy sofisticada.

Con el fin de evitar paros innecesarios, el propietario del sistema deberá mantener localmente los químicos, accesorios y repuestos necesarios para el correcto funcionamiento de la planta.

Se debe tener cuidado al operar las válvulas, de modo que no existan cruces de flujos dentro del sistema, ya que hay equipos delicados como el de ósmosis inversa que pueden sufrir deterioro por contrapresión.

Periódicamente deberá chequearse que las válvulas de compuerta y las de retención esten operando como es debido.

El mantenimiento a realizar en estos equipos consiste en oportunamente realizar los retrolavados anteriormente descritos para los filtros.

En cuanto al ablandador se basa el mantenimiento en la regeneración de la resina.

Tanto en filtros como en ablandadores es importante chequear la operación de los temporizadores.

El equipo de ósmosis inversa requiere que periódicamente se chequee el estado de las membranas con el fin de evitar que estas se deterioren, en caso de necesitarse se deberá proceder a limpiar la membrana con un líquido especial que el fabricante de estos equipos suministra.

En lo que a mantenimiento preventivo se refiere, periódicamente se deberá chequear la calidad del agua de salida de cada uno de los filtros y del ablandador con el fin de realizar el cambio de arena filtrante, carbón activado o sal muera según sea del caso.

En la parte de controles eléctricos se deberá limpiar tanto contactos principales como auxiliares en contactores, temporizadores mecánicos y relés con el fin de evitar operaciones erróneas.

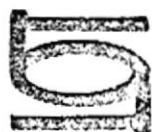
BIBLIOGRAFIA

TITULO	AUTOR
Culligan Chemical Treatment-sales	Culligan Co.
Culligan Engineers' equipment	Culligan Co.
Flow control division	Milton Roy Co.
valves and fittings	Stockham
Motor control fundamentals	Square D Company

ANEXO 1



ANALISIS QUIMICOS INICIALES AL AGUA DE LA VERTIENTE



tecn Química S.A. Ltda.

Nº 2442

PRODUCTOS QUIMICOS INDUSTRIALES

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO

 Señores: ING. JORGE MARTIN.
 BANCO DEL PACIFICO
 CIUDAD.

Fecha Muestreo: 9/11/90

Fecha Entrega: 9/11/90

VARIABLES	AGUA Galap.	MUESTRAS					
		REPOSIC. (MARE-UP)	ABLAND.	CALD. 1	CALD. 2	CONDENSA	TORRE
PH	7,4						
DUREZA TOTAL	629						
DUREZA Ca.	400						
DUREZA Mg.	229						
FOSFATO (PO4)	12						
SULFITO (SO3)	-						
HIERRO	0.3						
ALCAL F	0						
ALCAL T	140						
CLORURO	1850						
T. D. S.	4450						
CROMATOS							
NITRITOS							
INDICE DE LANGELIER							
INDICE DE RYZNER							

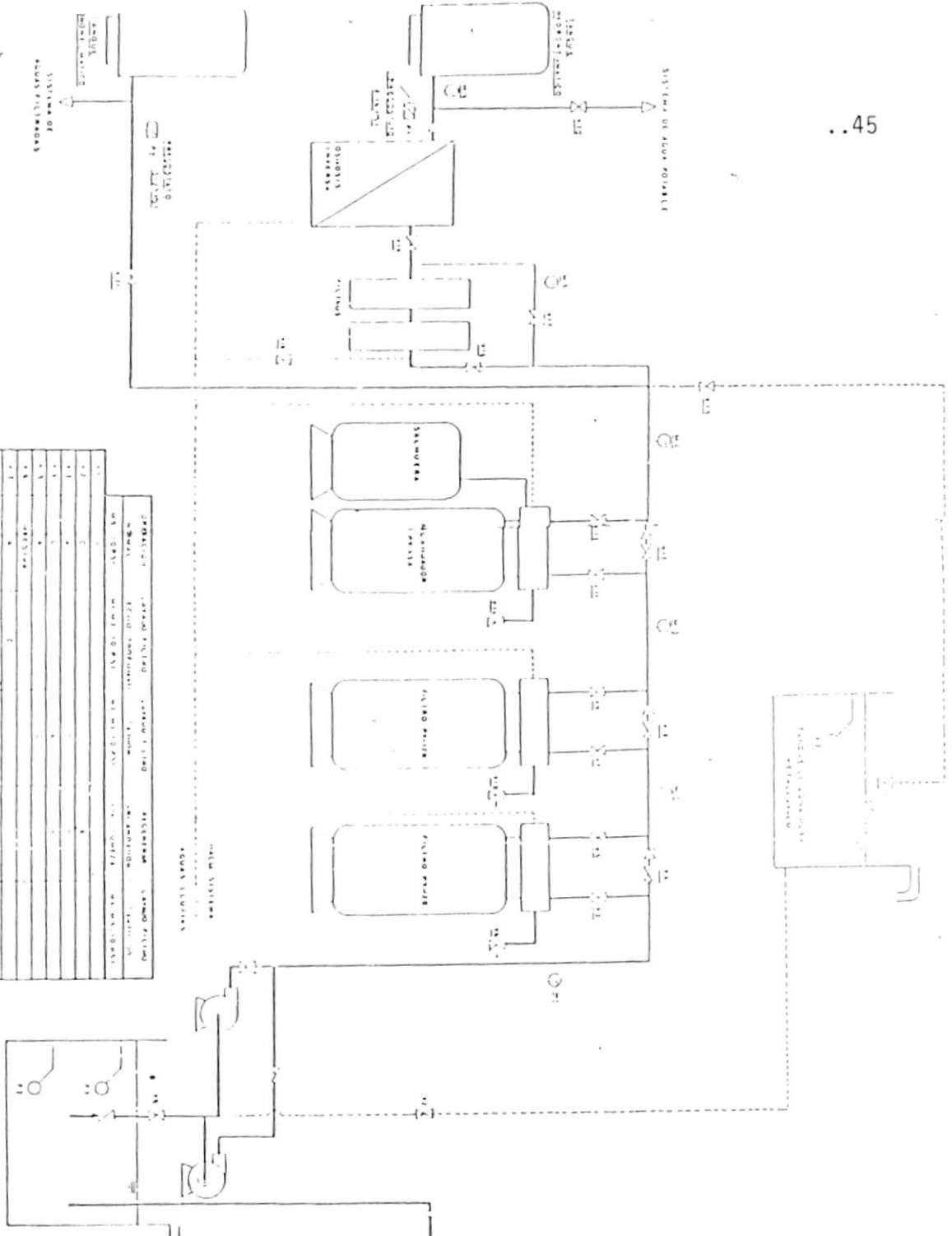
OBSERVACIONES: Agua Galapagos.- Presenta altas concentraciones de Dureza y Sólidos Totales. Para uso industrial debe ser filtrada, clorinada y ablandada previamente.

VALORES RECOMENDADOS

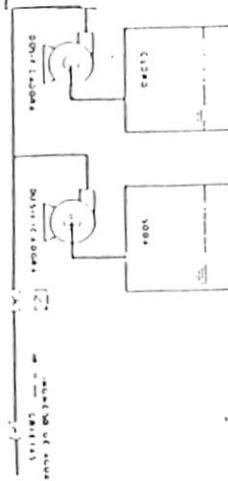
VARIABLES	AGUA DE LOS EQUIPOS			
	ABLANTADOR	CALDERO	CONDENSADO	TORRE
PH		10.5 A 11.5	8 A 8.5	6.5 A 8.5
DUREZA TOTAL	0	0	0	
CLORUROS	IGUAL A CANT. QUE INGRESA AL EQUIPO	PROPORCIONAL A CICLOS DE CONCENT.		
FOSFATOS		30 A 60		
SULFITOS		25 A 50		
ALCAL F		65% T.		
ALCAL T		450 A 750		
HIERRO		0		
T D S		3,500 MAX.	0 A 10	A MENOS DE 1000 P.P.M. DEL AGUA DE RESERVA
CROMATOS				70 A 100
NITRITOS				300 A 500
IND. LANGELIER				- 0.2 A + 0.6
IND. RYZNER				6 A 7

ANEXO 2

DIAGRAMA DE FLUJO Y ELECTRICO DE PLANTA DE TRATAMIENTO

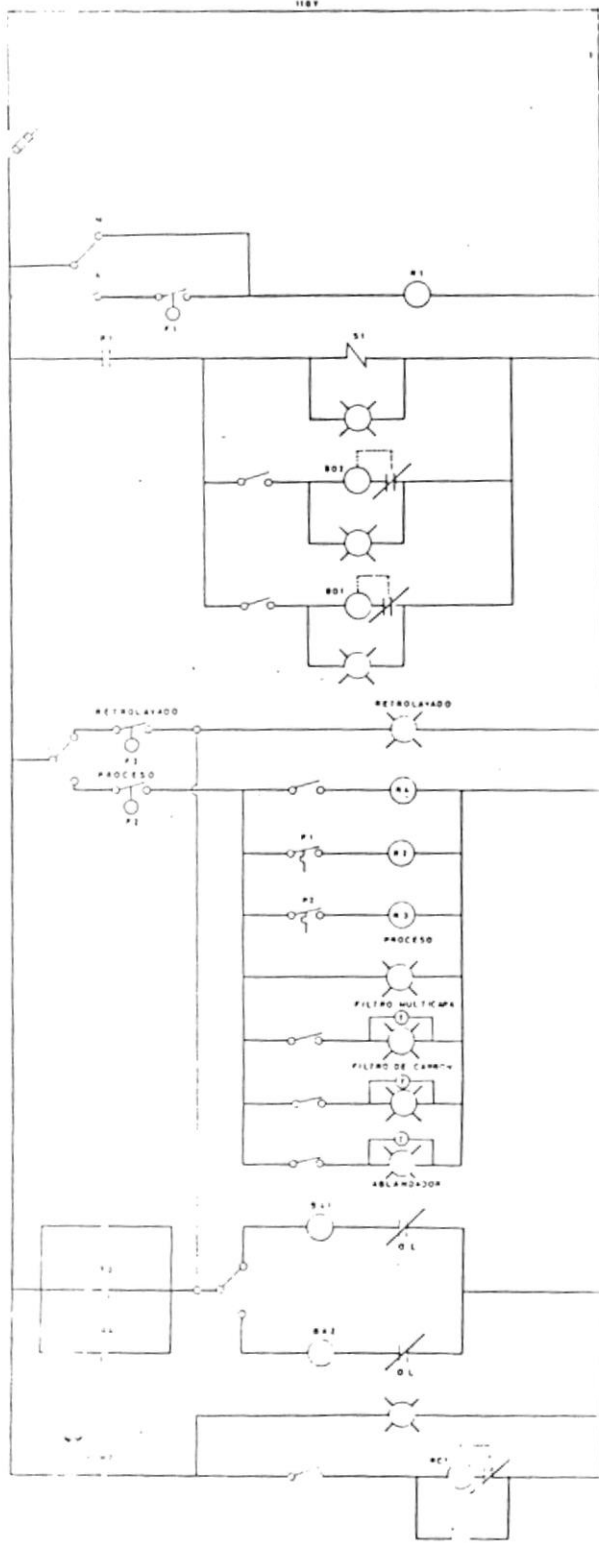


LEGENDA
 --- VALVULA
 --- TUBERIA
 --- FLUJO



PROYECTO	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR	VALOR TOTAL
1	1	VALVULA	100	100
2	1	TUBERIA	50	50
3	1	FLUJO	20	20
4	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
5	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
6	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
7	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
8	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
9	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
10	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
11	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
12	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
13	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
14	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
15	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
16	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
17	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
18	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
19	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
20	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
21	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
22	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
23	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
24	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
25	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
26	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
27	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
28	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
29	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
30	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100
31	1	SISTEMA DE AGUA TRATADA	100	100

SIMBOLO	SIGNIFICADO
	MANUAL RETURN
	VALVULA DE SECCIONAMIENTO
	NUDO
	SHAFT
	SWITCH FLUJO 245 2000
	PRE-SUSTITUI
	TEE
	CAMBERIA
	VALVULA DE AGUA
	VALVULA SOLENOIDE
	REBASE
	FLOTADOR MECANICO
	VALVULA DE RETENCION CON DAMPERS
	VALVULA DE AGUA



	GUARDADOR
RC1	ARRANQUE INVERSA
S1	SOLENOIDE ENTRADA CISTERNA
B0	BOMBA LOSIFICADORA (1y2)
B3	BOMBA DE LAVADO
DESIGNACION	SIGNIFICADO
	STOP 2 VERTICES
	FUSIBLE
	CONTACTOR
	SENSOR DE PRESION
	VALVULA
	RELAY
	SOLENOIDE
	BOMBA
	FILTRO
	ABLANDADOR
	GAUGE
SIMBOLO	SIGNIFICADO

DIAGRAMA DE CONTROL
PARA EL SISTEMA DE
TRATAMIENTO DE AGUA

1980-1985

LA LAVAJA

BANCO DEL
PACIFICO



ANEXO 3

ANALISIS QUIMICOS FINALES AL AGUA DE LA VERTIENTE
Y AL AGUA DE SALIDA DE LA PLANTA

Laboratorio de Química Sanitaria de Aguas

..48

Dr. AURELIO A. MOSQUERA CEDEÑO

CONTROL DE CALIDAD Y TRATAMIENTO DE AGUAS PARA USOS MÚLTIPLES

PROTEJA SU SALUD, INDUSTRIA Y MEDIO AMBIENTE

V. M. RENDON 712 Y BOYACA - 2do. PISO - OFC. 1 TELEFOS. 310-196 - 310370

INFORMACION DE MUESTREO:

Enviada: _____
 Empresa: LA LLAVE
 Clase de agua: vertiente
 Usos: _____
 Lugar de toma: _____

Laboratorio N° 726
 Parroquia _____
 Cantón: _____
 Provincia: Galápagos
 Fecha de toma: _____
 Fecha de recibo: junio 17/91

EXAMEN FISICO Identificación:

Turbiedad _____
 Color _____
 Olor _____
 Temperatura ambiente _____
 pH a 25°C _____
 Conductividad Eléctrica a 25°C micromhos/cm
 Sólidos Disueltos Totales mg/l

AGUA DE VERTIENTE

Cristalina
 Incolora
 Inodora
 27°C.
 7.00
 5.100.00
 2.945.15

EXAMEN QUÍMICO- Concentración

Calcio como Ca⁺⁺ _____
 Magnesio como Mg⁺⁺ _____
 Sodio como Na⁺ _____
 Potasio como K⁺ _____
 Hierro como Fe⁺⁺ _____
 Manganeso como Mn⁺⁺ _____
 Amoníaco como NH₃ _____
 Carbonatos como CaCO₃ _____
 Bicarbonatos como HCO₃ Ca _____
 Hidróxidos como CaCO₃ _____
 Sulfatos como SO₄⁼⁼ _____
 Cloruros como Cl⁻ _____
 Nitritos como NO₂⁻ _____
 Nitratos como NO₃⁻⁻⁻ _____
 Fosfatos como PO₄⁻⁻⁻ _____

	<u>mg/l</u>	<u>meq/l</u>
	96.00	4.80
	107.00	8.60
	855.00	37.20
	21.00	0.53
	0.15	
	0	
	0.10	
	0	
	148.00	2.96
	0	
	118.00	2.46
	1.600.00	45.71
	0	
	Trazas	
	0	

TOTAL DE MINERALES DISUELTOS _____

2.945.15 102.26

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Laboratorio N° 726

..49

SALES DISUELTAS: <u>Concentración:</u>	<u>mg's/lt</u>	<u>meq/lt</u>
Cloruro de Potasio.....	39.00	0.53
Cloruro de Sodio.....	2.176.00	37.20
Cloruro de Calcio.....	264.00	4.80
Cloruro de Magnesio.....	149.00	3.18
Sulfato de Sodio.....	0	0
Sulfato de Calcio.....	0	0
Sulfato de Magnesio.....	148.00	2.46
Bicarbonato de Sodio.....	0	0
Bicarbonato de Calcio.....	0	0
Bicarbonato de Magnesio.....	216.00	2.96
TOTAL	2.992.00	51.15
DUREZA TOTAL (EDTA) COMO (CaCo₃)	712.00	14.24
DUREZA TEMPORAL O ALCALINIDAD	148.00	2.96
DUREZA PERMANENTE	564.00	11.28
DUREZA RELATIVA	0	0
INDICE DE LANGELIER		
CLASE DE AGUA		
EXAMEN MICROBIOLOGICO		
Aerobios totales.....	240 colonias	
Coliforme Totales.....	5.0	
Coliformes Fecales.....	0	
Levaduras y mohos.....	0	
Cloro residual.....		

CONCLUSIONES:

El agua examinada, en su aspecto químico o contenido de minerales disueltos de 2.945.15 mg's/lt o ppm., no cumple las normas de calidad para consumo humano, como tal, requiere tratamiento para la remoción del exceso de iones disueltos en ella. En el aspecto microbiológico se observa una leve contaminación microbiana.-

Guayaquil, junio 19/91

Atentamente,



Jr. Aurelio A. Mosquera Cedeño
Químico Laboratorista

Laboratorio de Química Sanitaria de Aguas .50

Dr. AURELIO A. MOSQUERA CEDEÑO

CONTROL DE CALIDAD Y TRATAMIENTO DE AGUAS PARA USOS MÚLTIPLES

PROTEJA SU SALUD, INDUSTRIA Y MEDIO AMBIENTE

V. M. RENDON 712 Y BOYACA - 2do. PISO - OFC. 1 TELEFS. 310-196 - 310370

INFORMACION DE MUESTREO:

Enviada: _____
 Empresa: LA LLAVE
 Clase de agua Tratada (osmosis inversa)
 Usos: _____
 Lugar de tomar: _____

Laboratorio N° _____
 Parroquia _____
 Cantón: _____
 Provincia: Galápagos
 Fecha de toma: _____
 Fecha de recibo: junio 17/91



BIBLIOTECA

EXAMEN FÍSICO Identificación:

Turbiedad _____
 Color _____
 Olor _____
 Temperatura ambiente _____
 pH a 25°C _____
 Conductividad Eléctrica a 25°C micronhos/cm
 Sólidos Disueltos Totales _____ mg/l

AGUA TRATADA

Cristalina
 Incolora
 Inodora
 27°C.
 5.90
 1.000.00
 575.25

EXAMEN QUÍMICO- Concentración

Calcio como Ca ++ _____
 Magnesio como Mg ++ _____
 Sodio como Na + _____
 Potasio como K + _____
 Hierro como Fe ++ _____
 Manganeso como Mn + _____
 Amoniaco como NH3 _____
 Carbonatos como CaCO3 _____
 Bicarbonatos como HCO3 Ca _____
 Hidróxidos como CaCO3 _____
 Sulfatos como SO4 == _____
 Cloruros como Cl- _____
 Nitritos como NO2- _____
 Nitratos como NO3- _____
 Fosfatos como PO4- _____

mg/l meq/l

3.20 0.16
 2.00 0.15
 218.00 9.51
 Trazas
 0.05
 0
 0
 0
 28.00 0.56
 0
 Trazas
 324.00 0.26
 0
 0
 0

TOTAL DE MINERALES DISUELTOS _____

575.25 19.64

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Laboratorio N^o 727 ..51

SALES DISUELTAS: Concentración:	mgs/lt	meq/lt
Cloruro de Potasio.....	0	0
Cloruro de Sodio.....	542.00	9.26
Cloruro de Calcio.....	0	0
Cloruro de Magnesio.....	0	0
Sulfato de Sodio.....	0	0
Sulfato de Calcio.....	0	0
Sulfato de Magnesio.....	21.00	0.25
Bicarbonato de Sodio.....	13.00	0.16
Bicarbonato de Calcio.....	11.00	0.15
Bicarbonato de Magnesio.....		
TOTAL	587.00	9.82
DUREZA TOTAL (EDTA) COMO (CaCo3)	16.00	0.32
DUREZA TEMPORAL O ALCALINIDAD....."	28.00	0.56
DUREZA PERMANENTE....."	0	0
DUREZA RELATIVA.....	12.00	0.24
INDICE DE LANGELIER.....		
CLASE DE AGUA.....		
EXAMEN MICROBIOLOGICO.....		
Aerobios totales.....	136 colonias	
Coliforme Totales.....	2.2	
Coliformes Fecales.....	0	
Levaduras y mohos.....	0	
Cloro residual.....		

CONCLUSIONES:

El agua examinada en cuanto a su contenido de minerales disueltos de 575.25 mgs/lt cubre los rangos establecidos por la Organización Panamericana de la Salud de 1,000 mgs/lt o ppm. para ser considerada agua potable de consumo humano. Además, en cuanto a la presencia de colonias aeróbicas y coli total, éstos se encuentran en los límites permisibles para consumo humano, también es de mencionar, que esta agua se encuentra libre de coliformes fecales y como tal, no reviste ninguna peligrosidad su consumo doméstico.-

Guayaquil, junio 19/91

Atentamente,


 Dr. Aurelio A. Mosquera Cedeño
 Químico, Laboratorio