

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERIA SANITARIA
Y RECURSOS HIDRAULICOS -ERIS-
A NIVEL DE POST GRADO



**"EVALUAMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE SAN RAYMUNDO.
GUATEMALA"**

ESTUDIO ESPECIAL

PRESENTADA A LA ESCUELA REGIONAL DE INENIERIA
SANITARIA Y RECURSOS HIDRAULICOS-ERIS-
POR EL SUSTENTANTE:

FRANCISCO ALBERTO CASTAÑEDA OCAÑA

COMO REQUISITO PARA OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE:

**MAESTRO
(MAGISTER SCIENTIFICAE)
EN INGENIERIA SANITARIA**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 1,996

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

A Dios y La Virgen María

A los Ingenieros Adan Ernesto Artemio Pocasangre Collazos y

Lidia Canepa de Vargas (CEPIS, LIMA, PERU)

Por su valiosa colaboración y asesoría

Al Instituto de Fomento Municipal INFOM

Por darme la oportunidad de realizar este estudio

A la Organización Panamericana de la Salud OPS

Por su valiosa colaboración en la elaboración de este estudio especial

Al Departamento de Proyectos Sanitario y a la Sección de Control de calidad del

agua del Instituto de Fomento Municipal INFOM

Por su valiosa colaboración

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la elaboración de

este estudio

DEDICATORIA

A:

DIOS Y LA VIRGEN MARIA: Por todas sus bendiciones

MIS PADRES: Lic. Luis Rolando Castañeda Maldonado
Nidia Amparo Ocaña Mijángos de Castañeda

Como un pequeño agradecimiento al gran apoyo
que me han brindado durante toda mi vida.

MIS HERMANOS: Luis Rolando
Miriam Anabella
Juan Carlos
Leonel Eduardo
Nidia del Rosario

Con mucho cariño por su gran apoyo

MI NOVIA: Licda. Vivian Janet Lima Lopez

Con todo mi amor

MIS TIOS Y PRIMOS: Con mucho cariño

**LA MEMORIA DE MIS
ABUELITOS:** Con el cariño que siempre les tendré

A MIS AMIGOS: Felix Aguilar, Norma Avendaño, Verónica Oliva,
Juan José Mejía, Erick Lorenzana, Fernando Soch
Rafael Cojulum, Julio de León y fam., Mario
Ramírez, Rubén Perez.

Por su gran amistad

A LA TIERRA QUE ME VIO NACER QUETZALTENANGO

MI PATRIA GUATEMALA

INDICE

Resumen ejecutivo	
Glosario	
a.- Introducción	1
b.- Antecedentes	3
c.- Justificación	5
d.- Objetivos	6
d.1 Generales	6
d.2 Específicos	6
e.- Hipótesis	7
I. Descripción de la comunidad	8
I.1 Localización Geográfica	8
I.2 Vías de comunicación	9
I.3 Actividades económicas de la población	9
I.4 instituciones y servicios públicos	9
Mapa de localización	10
II. Sistema de acueducto existente	11
II.1 Actuales fuentes de agua	11
II.2 Tanques de distribución	12
II.3 Red de Distribución	12
II.4 Conexiones domiciliarias	12
II.5 Sistema de desinfección	12
Esquema general del sistema de agua potable	13
III. Marco Téorico	14
III.1 Planta de tratamiento	14
III.2 Plantas de tratamiento por filtración rápida	14
III.3 Plantas de tratamiento por filtración lenta	14

III.4 Canal de entrada	15
III.5 Sedimentadora laminar	15
III.6 Filtros lentos	15
III.7 Prefiltros de grava de flujo horizontal	16
IV. Párametros de la calidad del agua	16
IV.1 Turbiedad	16
IV.2 Potencial de Hidrógeno (pH)	17
IV.3 Color	17
IV.4 Hierro y Manganeseo	17
IV.5 Nitritos y Nitratos	18
IV.6 Sulfatos	18
IV.7 Olor	18
IV.8 Temperatura	19
IV.9 Examen bacteriológico	19
V. Planta de Tratamiento existente	21
V.1 Canal de entrada	22
V.2 Sedimentadores laminares	22
V.3 Filtros de arena	22
VI. Proceso de tratamiento actual	23
VII. Estado actual de la planta	23
VII.1 Canal de entrada	24
VII.2 Sedimentadores laminares	24
VII.3 Filtros lentos	24
VIII. Evaluación de la planta en las condiciones actuales	25
VIII.1 Evaluación general	25
VIII.2 Aspectos sanitarios	25
VIII.3 Aspectos de limpieza	30
IX. Sistema financiero actual de la municipalidad respecto al sistema de agua potable.	30
IX.1 Costos actuales mensuales de operación	31

IX.2 Costos mensuales de mantenimineto	32
X. Propuesta de solución	32
XI. Justificación del proceso a implementar	33
XII. Descripción del proceso propuesto	33
XII.1 Coagulación	36
XII.2 Floculación	36
XII.3 Sedimentación	37
XII.4 Prefiltro de grava de flujo horizontal	38
XII.5 Filtros lentos	38
XII.6 Desinfección	39
XIII. Beneficios de la rehabilitación de la planta	40
XIII.1 Costos mensuales de operación con proyecto	40
XIII.2 Cosots mensuales de mantenimiento	41
XIII.3 Análisis financiero de la inversión	42
Esquema general del sistema propuesto de agua potable	44
XIV. Manual de Operación y Mantenimiento	45
XIV.1 Objetivo Básico	45
XIV.2 Personal que realizará la operación y mantenimineto	45
XIV.3 Operación	46
XIV.4 Mantenimiento	46
XIV.4.1 Mantenimiento preventivo	46
XIV.4.2 Mantenimiento correctivo	48
XIV.5 Filtros lentos	48
XIV.5.1 Actividades de operación	48
XIV.5.2 Puesta en marcha	49
XIV.5.3 Llenado del lecho de arena	49
XIV.5.4 Operaciones normales	51
XIV.5.5 Limpieza del lecho filtrante	51

XIV.5.6	Proceso de lavado de la arena	54
XIV.6	Operación y mantenimiento del prefiltro de grava	55
XIV.6.1	Puesta en marcha inicial	55
XIV.6.2	Operación normal	56
XIV.6.3	Limpieza hidráulica	56
XIV.6.4	Limpieza manual	57
XIV.7	Operación y mantenimiento del sedimentador laminar	58
XIV.7.1	Operación del sedimentador laminar	58
XIV.7.2	Mantenimiento del sedimentador laminar	58
XIV.7.3	Limpieza hidráulica	58
XIV.7.4	Limpieza manual	59
XIV.8	Operación y mantenimiento del floculador de medio poroso	59
XIV.8.1	Operación del floculador	59
XIV.8.2	Mantenimiento del floculador	59
XIV.8.3	Limpieza hidráulica del floculador	59
XIV.8.4	Limpieza manual del floculador	60
XIV.9	Proceso de coagulación	60
XV.	Conclusiones	62
XVI.	Recomendaciones	63
XVII.	Bibliografía	64

ANEXOS

Fotografía 1	Vista general de la planta
Fotografía 2	Presa de captación del río Frío
Fotografía 3	Vista del sedimentador laminar
Fotografía 4	Vista del filtro lento
Fotografía 5	Vista general de la ubicación de la planta
Fotografía 6	Vista lateral de la planta de tratamiento
Análisis de agua, bacteriológicos y físico-químicos	

Resumen de presupuesto

Juego de planos

a. INTRODUCCION

El agua potable es el elemento principal en la supervivencia y desarrollo de los pueblos, siendo este un recurso natural del cual podemos hacer uso para viviendas, comercio e industria.

De la totalidad de agua que existe en nuestro planeta solamente un pequeño porcentaje puede ser utilizado para consumo humano, y de este bajo porcentaje es mínimo el que puede ser utilizado para este fin y que no necesita ser tratada previamente para que las comunidades puedan disponer de él. Los nacimientos de agua cada día se ven menguados en su número y en su capacidad debido principalmente a la alta tasa de deforestación que existe, las fuentes superficiales como los ríos se ven cada día más contaminados por causa de las descargas de aguas servidas e industriales que llegan a ellos.

De estos problemas el municipio de San Raymundo en el departamento de Guatemala no es ajeno, y se ven obligados a utilizar para abastecerse de este vital líquido pozos profundos y agua proveniente del río Frío.

Este municipio cuenta con una planta de tratamiento de agua potable que utiliza el método de filtración lenta por medio de arena, esta planta en la actualidad se encuentra fuera de uso.

Este estudio trata de la evaluación de la planta de tratamiento y las propuestas de mejoramiento para que ésta funcione de manera adecuada y cumpla con su cometido de dotar de agua sanitariamente segura a dicha comunidad.

b. ANTECEDENTES

El problema de la escases de agua potable es uno de los principales problemas que se afrontan en los países en vías de desarrollo, la cantidad y calidad de la misma es inadecuada en muchos lugares. El municipio de San Raymundo no es la excepción, este municipio se abastece actualmente de tres pozos profundos que fueron perforados en la periferia del lugar y de las aguas de un río llamado Frío.

El agua que proviene de los tres pozos es de buena calidad, pero la que proviene del río Frío por ser ésta una fuente superficial y por lo mismo estar expuesta a contaminación externa no es apta para el consumo humano sin que antes se le de un tratamiento adecuado.

El municipio de San Raymundo cuenta con un sistema formal de agua potable y de alcantarillado, el servicio de agua potable existente solamente surte durante 4 horas al día a la comunidad, durante el tiempo en que se cuenta con este líquido los pobladores se ven obligados a llenar pilas, toneles, ollas, etc. para contar con agua durante las horas del día que no llega a las viviendas, esto tiene un efecto perjudicial en la salud de los pobladores debido a que la mayoría de ellos no cuenta con reservorios sanitariamente seguros para guardar agua ni toman las medidas necesarias para evitar que el agua se contamine durante este tiempo.

El abastecer de agua a una comunidad no se refiere unicamente a la cantidad de ella sino que esta intimamente ligado la calidad de la misma, si no se tomara en cuenta la calidad del agua, ésta en lugar de ser una fuente de salud para la comunidad se convertiría en un gran foco de enfermedades, especialmente las de tipo gastrointestinal.

San Raymundo cuenta con una planta de tratamiento de agua potable por medio de filtración lenta, la cual en la actualidad no se encuentra funcionando de forma adecuada, cuenta con sedimentadores laminares y con filtros lentos de arena. Debido a la oscilación en la calidad del agua que entra a la planta los filtros de arena se colmataban demasiado rápido y como consecuencia el agua ya no se filtraba a la velocidad necesaria y hacia la planta no funcional, el hecho de estar limpiado continuamente la arena de los filtros hacia impracticable su utilización, por lo que se optó en ese momento en sacar toda la arena de los filtros e instalar en el fondo de los depósitos tubería perforada.

Por otra parte los sedimentadores laminares se encuentran en mal estado, las láminas que lo componen ya no guardan la distancia adecuada entre ellas y algunas ya no existen.

Al ser la utilización de esta planta poco práctica a la misma ya no se le dio la operación y mantenimiento adecuado y se encuentra completamente sucia y abandonada. Con este conjunto de factores la planta no cumple con la función de mejorar la calidad del agua.

Por medio del programa OPS, INFOM, ERIS se evalúa y presenta un proyecto de mejoramiento de esta planta que permita que ésta funcione adecuadamente y que los habitantes puedan contar no solamente con la cantidad suficiente de agua sino de agua sanitariamente segura.

c. JUSTIFICACION

En la actualidad la cantidad de nacimientos de agua que se utilizan para consumo humano son muy pocos por lo que se hace uso de fuentes superficiales para lograr abastecer de este líquido a las poblaciones, estos ríos día con día reciben mayor contaminación por efluentes de aguas residuales lo que limita su uso en el abastecimiento de agua a las comunidades. San Raymundo no es la excepción y se abastece por medio del río Frío que por ser fuente superficial no se encuentra protegido de contaminación externa.

d. OBJETIVOS

d.1. GENERALES

Realizar la evaluación de la planta de tratamiento de San Raymundo, Guatemala, para determinar las causas de su mal funcionamiento y proponer los pasos a seguir para el mejoramiento de la misma.

Crear una planta piloto para el estudio de los elementos que la conforman.

d.2. ESPECIFICOS

Determinar la calidad bacteriológica y físico-química del agua en la entrada de la planta y en la salida de la misma.

Elaborar un proyecto de mejoramiento de esta planta para que la misma funcione de manera eficiente.

Que la comunidad de San Raymundo, Guatemala pueda obtener por medio del río Frio agua sanitariamente segura ápta para consumo humano.

e. HIPOTESIS

La planta de tratamiento de agua potable de San Raymundo, Guatemala, no funciona adecuadamente por la falta de operación y mantenimiento, y por la inexistencia de tratamientos adecuados a la calidad que presenta el agua, previo al ingreso a los filtros lentos.

I. DESCRIPCION DE LA COMUNIDAD

El municipio de San Raymundo es jurisdicción del departamento de Guatemala, San Raymundo se encuentra a una distancia aproximada de 42 kilómetros de la ciudad capital, cuenta con una extensión territorial aproximada de 114 Km², como colindancias tiene las siguientes:

Norte	Granados, Baja Verapaz El Chol, Baja Verapaz
Este	Chuarrancho, Guatemala Chinautla, Baja Verapaz
Sur	San Pedro Sacatepequez, Guatemala
Oeste	San Juan Sacatepequez, Guatemala

I.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA

San Raymundo se encuentra a una altura de 1,560 metros sobre el nivel del mar, por lo que su clima es templado; sus coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud	14° 45' 48"
Longitud	90° 35' 48"

I.2 VIAS DE COMUNICACION

De San Raymundo a la ciudad capital existen 42 kilómetros distribuidos de la siguiente manera:

DE	A	TIPO	Km
Guatemala	San Raymundo	Asfalto	42

I.3 ACTIVIDADES ECONOMICAS DE LA POBLACION

La mayoría de los habitantes se dedican a la agricultura, la elaboración de jabón, ladrillos y la elaboración de juegos artificiales.

I.4 INSTITUCIONES Y SERVICIOS PUBLICOS

San Raymundo cuenta con los siguientes servicios públicos:

- a) Escuela primaria y secundaria
- b) Lavaderos públicos
- c) Iglesia
- d) Energía eléctrica, etc.



II. SISTEMA DE ACUEDUCTO EXISTENTE

El municipio de San Raymundo cuenta con un sistema formal de agua potable que fue construido hace ya bastantes años, las fuentes de donde se surte la comunidad son tres pozos profundos y en determinadas circunstancias del agua proveniente del río Frío.

Los pobladores reciben agua por espacio de 4 horas al día, por este servicio se cancela una tarifa de Q 6.00 mensualmente, la comunidad consta de 1,848 viviendas.

II.1 ACTUALES FUENTES DE AGUA

Las características de los pozos que la comunidad utiliza son los siguientes:

POZO	CAPACIDAD GPM	PERIODO DE BOMBEO	POTENCIA DE LA BOMBA INSTALADA
Concepción el Cipres	190	6 horas	30 Hp
Joya de Morales	330	8 horas	50 Hp
Pamocá	65	8 horas	30 Hp

Fuente: Municipalidad, 1,996.

II.2 TANQUES DE DISTRIBUCION

La comunidad actualmente utiliza tres tanques de distribución, 2 de ellos de 100 m³ cada uno y uno de 50 m³, los dos primeros surten directamente al casco urbano, mientras que el tercero es propio de una aldea que en determinadas circunstancias se anexa a uno de los dos primeros.

Los tres tanques son de mampostería de piedra y se encuentran en buenas condiciones.

II.3 RED DE DISTRIBUCION

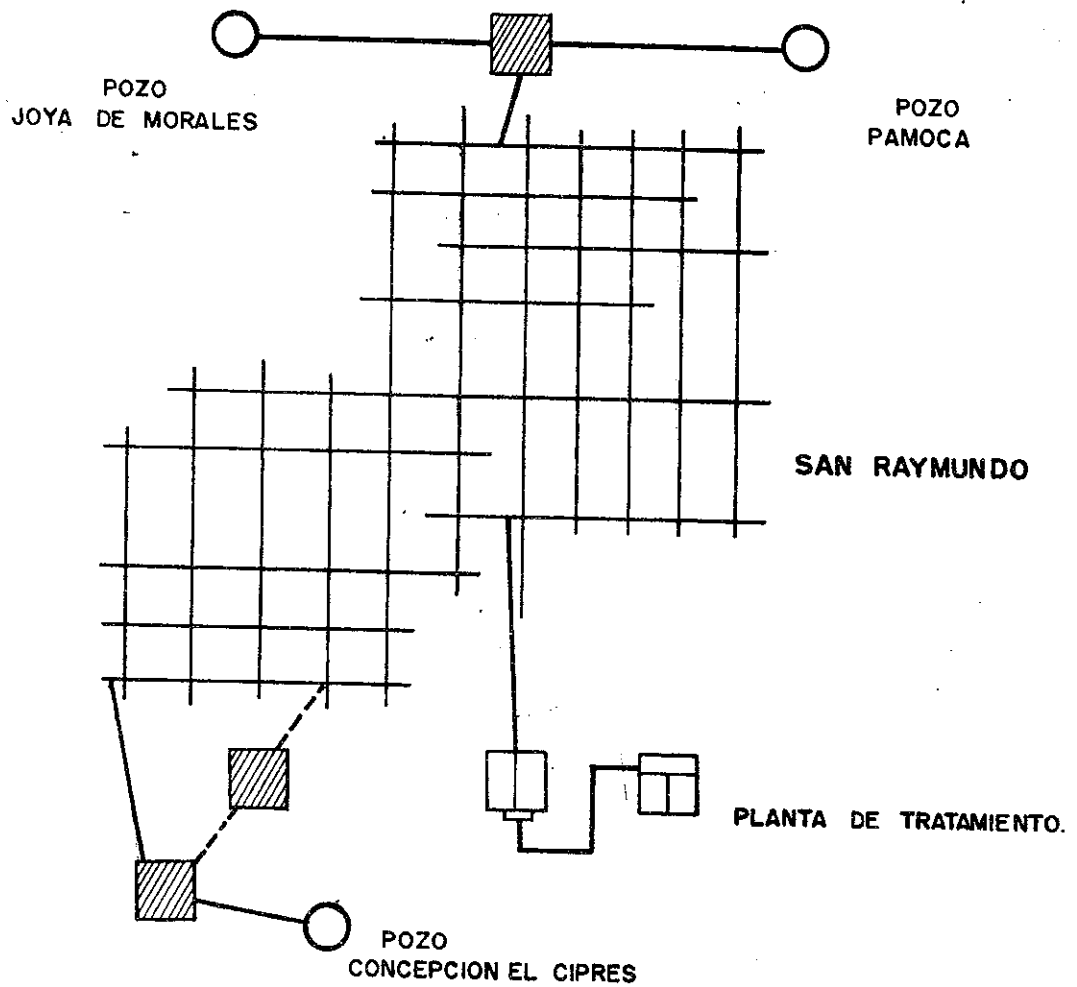
La red de distribución fue construida hace bastantes años y ha sido remodelada en varias oportunidades, esta red es en su mayoría de PVC de 160 PSI y se considera que esta en condiciones aceptables para su funcionamiento.

II.4 CONEXIONES DOMICILIARES

Actualmente existen 1,848 conexiones domiciliarias con contadores, los cuales actualmente no se leen.

II.5 SISTEMA DE DESINFECCION

El agua es clorada por medio de Hipoclorito de Calcio en los tanques de distribución, excepto el agua que se toma del río Frío que va directo a la red de distribución.



SIN ESCALA

ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA
DE AGUA POTABLE

SAN RAYMUNDO GUATEMALA

III. MARCO TEORICO

III.1 PLANTA DE TRATAMIENTO

Una planta de tratamiento es el conjunto de elementos dispuestos de manera que sean capaces de eliminar características nocivas del agua y la haga sanitariamente segura, por medio de procesos físicos, químicos o biológicos. Por los elementos de que constan se dividen en plantas de filtración rápida y plantas de filtración lenta.

III.2 PLANTAS DE TRATAMIENTO POR FILTRACION RAPIDA

La característica principal de este tipo de planta es la utilización de químicos coagulantes cuya función es la de aglomerar las partículas disueltas en el agua y hacer que estas precipitan por su propio peso.

III.3 PLANTAS DE TRATAMIENTO POR FILTRACION LENTA

A diferencia de la plantas de filtración rápida éstas no utilizan químicos durante el proceso, se caracterizan por contar con filtros de arena, de antracita o en su combinación. Este filtro forma una capa biológica (Schmutzdecke) ó piel de filtro cuya función es la de eliminar los elementos patógenos del agua como bacterias, hongos, etc. La utilización de uno u otro tipo de planta no solamente se rige por las características del agua sino también por el entorno de la comunidad, ya que en lugares alejados es más conveniente la utilización de plantas por filtración lenta, esto debido a la difícil adquisición de químicos en las comunidades.

III.4 CANAL DE ENTRADA

Para la correcta distribución y medición del agua que ingresa a la planta se hace necesario la utilización de un canal. Este canal puede tener diversas medidas en función del resto de los elementos que conforman la planta.

III.5 SEDIMENTADORES LAMINARES

Son depositos que cuentan con pantallas distribuidas en su interior con una inclinación de 60 grados. El agua en estos sedimentadores fluye verticalmente en forma ascendente y la misma es vertida a un canal de recepción o por medio de tubería perforada en la parte superior de los sedimentadores.

Se recomienda colocar más de uno para efectos de mantenimiento de los mismos.

III.6 FILTROS LENTOS

Los filtros lentos efectúan la función más importante en el proceso de filtración lenta, son depositos que tienen en su interior un filtro de arena, antracita o una combinación de ambos con una granulometría determinada, en estos filtros el agua fluye en forma vertical de manera descendente, en la parte superior de los filtros se forma una capa biológica que tiene la función de eliminar los componentes bacteriológicos patógenos del agua.

Estos filtros no se recomienda su utilización cuando el agua presenta turbiedades mayores de 50 UTN. Tienen un período de maduración durante el cual el filtro no funciona con toda su capacidad (de 20 a 30 días), esto debido a que se estima un tiempo determinado para que se forma la capa biológica en la parte superior del filtro.

III.7 PREFILTROS DE GRAVA DE FLUJO HORIZONTAL

Son elementos que constan de más de una cámara de filtración y que por medio de grava de distintos tamaños empezando de la más gruesa a la menos gruesa filtra el agua. Como su nombre lo indica el flujo del agua en este elemento es horizontal, trabajando este como millares de pequeños sedimentadores donde las partículas son retenidas en la parte superior de cada elemento de la grava. Estos filtros pueden trabajar con medidas de turbiedad mayores de las 300 UTN.

Una de las características más importantes de los prefiltros de grava de flujo horizontal es que el perfil hidráulico que forma el agua luego de llevar un tiempo en funcionamiento permite evaluar el tiempo en que el mismo necesita limpieza.

IV. PARAMETROS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Entre los principales parámetros a analizar de la calidad del agua tenemos los siguientes:

IV.1 TURBIEDAD

El término turbiedad se refiere a la materia en suspensión que interfiere con el paso de la luz a través del agua. La turbiedad de la mayoría de las aguas superficiales es causada por arcillas, limos, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, del plancton y de otros microorganismos en suspensión. La medición de la turbiedad se hace por medio UTN que son unidades técnicas nefelométricas.

IV.2 POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)

El pH es un término utilizado universalmente para expresar la intensidad de la condición ácida o alcalina de una solución. Es un modo de expresar la concentración del ión hidrógeno, o más precisamente, la actividad del ión-hidrógeno.

IV.3 COLOR

El color resulta de la presencia de sales metálicas, materia orgánica, sustancias humicas, materia coloidal y otros materiales suspendidos. El color se puede expresar como aparente o real. El color aparente incluye los materiales disueltos y la materia suspendida, filtrando o centrifugando la materia en suspensión se puede determinar el color real.

IV.4 HIERRO Y MANGANESO

El hierro existe en suelos y minerales principalmente como óxido férrico insoluble. El manganeso existe en el suelo principalmente como bióxido de manganeso. Tanto el hierro como el manganeso interfiere en las operaciones de lavandería, ocasiona problemas de obstrucción en las tuberías, y causa dificultades en los sistemas de distribución debido al crecimiento de bacterias ferrosas. El hierro también imparte un sabor que es detectable en concentraciones muy altas.

IV.5 NITRITOS Y NITRATOS

Cantidades elevadas de nitratos pueden causar una enfermedad llamada metahemoglobinemia o cianosis de los nitratos, en los infantes, especialmente en aquellos a los que se les da leche preparada. Los niveles elevados de nitratos en el agua indican la presencia de desechos biológicos en las fases finales de la estabilización y desagues de campos muy fertilizados.

Los efluentes ricos en nitratos que se descargan en aguas receptoras pueden degradar la calidad del agua favoreciendo el crecimiento excesivo de algas. La presencia de nitritos en excesos pueden indicar presencia de contaminación por desechos orgánicos en proceso de descomposición.

IV.6 SULFATOS

El exceso de sulfatos en abastecimiento de agua, puede causar problemas en los sistemas debido a que forman escamas o sedimentos en las tuberías provocando la obstrucción de éstas y su posterior deterioro.

IV.7 OLOR

El olor en el agua es debido probablemente a pequeñas cantidades de sustancias volátiles y materia orgánica en estado de descomposición. Los olores indeseables en las aguas superficiales son producidos por plancton, los cuales desprenden pequeñas concentraciones de aceites volátiles.

IV.8 TEMPERATURA

Es muy importante la temperatura en el agua, ya que dependiendo de ésta el agua puede ser aceptada o rechazada para el consumo humano, también puede provocar daños a las estructuras hidráulicas utilizadas para su captación y distribución.

IV.9 EXAMEN BACTERIOLOGICO

El grupo de bacterias coliformes, que tienen su hábitat primario en el conducto intestinal de los seres humanos, ha sido durante mucho tiempo el indicador preferido de la contaminación fecal del agua y de la posible presencia consecuente de
parasitos o de patógenos. Con un amplio conocimiento del análisis de aguas, el grupo de bacterias coliformes incluye no solo a los organismos que se originan en el tubo intestinal de los seres de sangre caliente sino también en los organismos provenientes del suelo y de la vegetación, principalmente aerobacter aerógenos.

El resumen de los resultados del laboratorio se presenta en el siguiente cuadro:

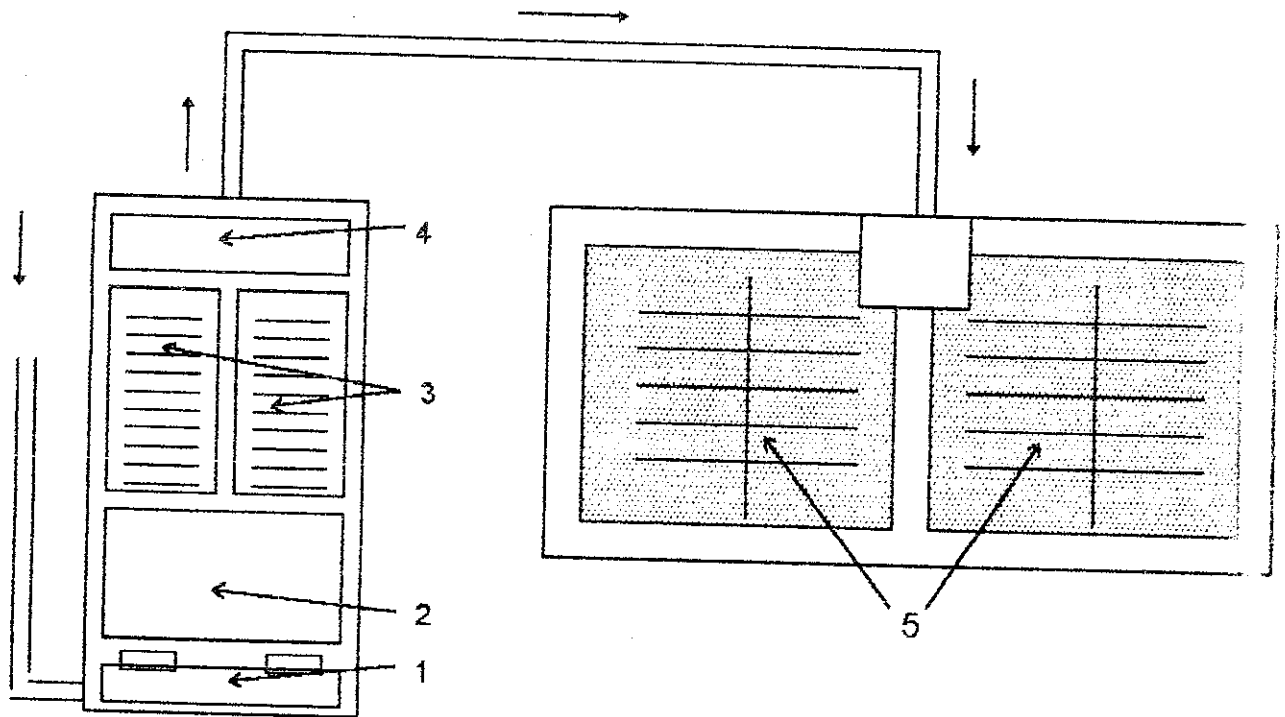
INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES
DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
SECCION DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA

RESULTADOS DE LA EVALUACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE
DE SAN RAYMUNDO, GUATEMALA

MUESTRA	LUGAR	COLORES APARENTE (UC)	COLORES VERDADEROS (DRAUGHT)	PH	TURBIDEZ (NTU)	CONDUCIVIDAD (uS)	ACTIVIDAD (mg/L)	ALCALINIDAD (mg/L)	CLORURO (mg/L)	INDEXO CARBONICO (mg/L)	INDEXO TOTAL (mg/L)	CALCIO (mg/L)	MAGNESIO (mg/L)	HIERRO (mg/L)	MANGANESO (mg/L)	NITRATOS (mg/L)	NITRITOS (mg/L)	FLUOROS (mg/L)	CLORO TOTAL (mg/L)	CLORO RESIDUAL (mg/L)
1.1	ENTRADA A PLANTA	30.0	17.0	7.48	1.3	328.0	0.3	0.0	113.0	3.0	2.0	250.0	35.0	26.70	0.29	0.1	12.32	0.013	1.0	0.5
1.2	ENTRADA A FILTRO	23.0	2.0	7.55	2.2	319	0.3	0.0	156.0	4.5	1.0	250.0	64.0	21.84	0.28	0.1	12.76	0.023	2.0	--
2.1	ENTRADA A PLANTA	1070.0	990.0	7.02	3.4	320.0	0.2	0.0	80.0	8.0	3.0	250.0	20.0	43.54	2.81	0.0	44.88	0.0231	7.0	--
2.2	ENTRADA A TANQUE	22.0	0.0	7.02	2.3	320.0	0.3	0.0	208.5	3.5	3.0	250.0	35.0	26.70	0.10	0.4	10.12	0.0231	0.0	--
3.1	ENTRADA A PLANTA	302.0	261.0	7.14	2.4	190.0	0.3	0.0	80.0	4.0	3.0	230.0	24.0	41.26	1.16	0.0	23.44	0.0297	4.0	4.5
3.2	ENTRADA A FILTRO	328.0	274.0	7.68	2.4	190.0	0.2	0.0	108.4	6.0	5.0	70.0	18.0	6.088	1.19	0.0	23.32	0.0264	5.0	0.4
4.1	ENTRADA A PLANTA	156.0	133.0	7.0	29.0	154.0	0.3	0.0	80.0	5.5	11.0	230.0	34.0	41.26	0.85	0.0	8.36	0.0033	1.0	--
4.2	ENTRADA A FILTRO	145.0	140.0	7.0	30.0	161.0	0.2	0.0	80.0	6.0	5.0	250.0	28.0	46.69	0.86	0.0	7.92	0.0132	3.0	--

V. PLANTA DE TRATAMIENTO EXISTENTE

El municipio de San Raymundo, Guatemala utiliza en parte como fuente para dotarse de agua el río Frío, las aguas de este río se encuentran contaminada por lo que el agua no es apta para el consumo humano, por esta situación se construyó una planta de tratamiento de agua potable que utiliza el método de filtración lenta, dicha planta consta de los siguientes elementos:



- 1.- Canal de entrada
- 2.- Cámara de entrada a los sedimentadores
- 3.- Sedimentadores laminares
- 4.- Canal de salida
- 5.- Filtros lentos

V.1 CANAL DE ENTRADA

El canal de entrada a la planta tiene una profundidad de 0.30 m, un largo de 2.20 m y un ancho de 0.35 m. Este canal tiene dos vertederos rectangulares que sirven para alimentar la cámara de entrada de los sedimentadores laminares.

V.2 SEDIMENTADORES LAMINARES

Esta planta de tratamiento cuenta con una cámara de entrada, un sedimentador laminar de dos cámaras y tubería de PVC perforada en la parte superior para recoger el agua luego de la sedimentación, esta tubería es de 6" y esta perforada a cada 0.20m con agujeros de 1/8", existen dos tuberías por cada cámara de sedimentación.

Las pantallas que conforman este sedimentador tienen una inclinación de 60 grados como debe ser y tienen una distancia entre ellas de 0.10 m. Cada una de las cámaras de sedimentación tiene una longitud de 3.31 m, una profundidad de 2.20 m y un ancho de 1.18 m.

V.3 FILTROS DE ARENA

La planta cuenta con dos filtros de arena en paralelo, cada uno de los filtros tienen una longitud de 6.50 m, un ancho de 5.80 m y 6.10 m, y una altura de 2.50 m. En el fondo de cada filtro existe tubería perforada que consta de una tubería principal de 6" y pequeños ramales del mismo diametro, esta tubería es de PVC, los agujeros estan colocados en la parte media de la tubería separados a cada 0.20 m entre sí.

El agua ya filtrada es vertida a los filtros por medio de una plataforma de entrada.

Con respecto a la arena que utiliza estos filtros no se puede determinar debido a que la misma fue eliminada.

VI. PROCESO DE TRATAMIENTO ACTUAL

El proceso de tratamiento que ofrece esta planta empieza con el canal de entrada donde el agua ingresa a la planta, de allí el agua es vertida por medio de dos vertederos de los cuales el segundo es mas eficiente que el primero debido a que el efecto de la fuerza provocada en el ingreso del agua hace que no brote la misma cantidad en los dos vertederos. De allí el agua cae a una cámara de entrada ya en los sedimentadores laminares, el agua se distribuye en toda la parte inferior de los sedimentadores y sube por las pantallas con que cuenta el sedimentador, seguidamente el agua es tomada por dos tuberías perforadas que se encuentran en la parte superior de los sedimentadores.

El agua luego de esto es transportada por una tubería de PVC hasta los dos filtros, ya en los filtros el agua cae de manera puntual a ellos. Los filtros no cuentan con medio filtrante; en la parte inferior de los filtros el agua es absorbida por tubería perforada que la lleva directamente a la red de distribución.

VII. ESTADO ACTUAL DE LA PLANTA

La planta en su conjunto no aporta ningún beneficio a la purificación del agua y cada uno de los elementos que la conforman se encuentran en las siguientes condiciones:

VII.1 CANAL DE ENTRADA

Este canal se encuentra totalmente sucio presentandose pequeños crecimientos de moho y algas en el mismo, los vertederos que son de concreto no vierten el agua equitativamente debido al efecto de la fuerza del agua al momento de entrar a la planta.

VII.2 SEDIMENTADORES LAMINARES

Cámara de entrada: Esta es común para las dos cámaras del sedimentador, esta cámara de entrada se encuentra al igual que el canal de entrada totalmente sucio y presenta crecimientos de algas.

Cámaras de sedimentación: Las pantallas que conforman el sedimentador también se encuentran en mal estado, sucias y la distancia que debería existir entre ellas ya no se guarda por algunas. Del deposito en si al igual que los elementos anteriores tambien se encuentra sucio y con crecimientos de moho y algas.

VII.3 FILTROS LENTOS

La parte critica de esta planta son los filtros de arena ya que la misma fue sacada de ellos y el agua no cuenta con ningun tipo de filtración. El estado en que se encuentran es semejante en suciedad a los elementos anteriores. El agua al ser tomada por la tubería perforada que se encuentra en el fondo tambien arrastra suciedad por la coimatación que existe en el fondo de los filtros.

VIII. EVALUACION DE LA PLANTA EN LAS CONDICIONES ACTUALES

VIII.1 EVALUACION GENERAL

Con todos los antecedentes que anteriormente se dieron a conocer podemos concluir que la planta de tratamiento como actualmente esta funcionando no llena las expectativas para lo cual fue construída que es la de purificar el agua para que ésta sea ápta para el consumo humano. Las bases para inferir esto son las siguientes:

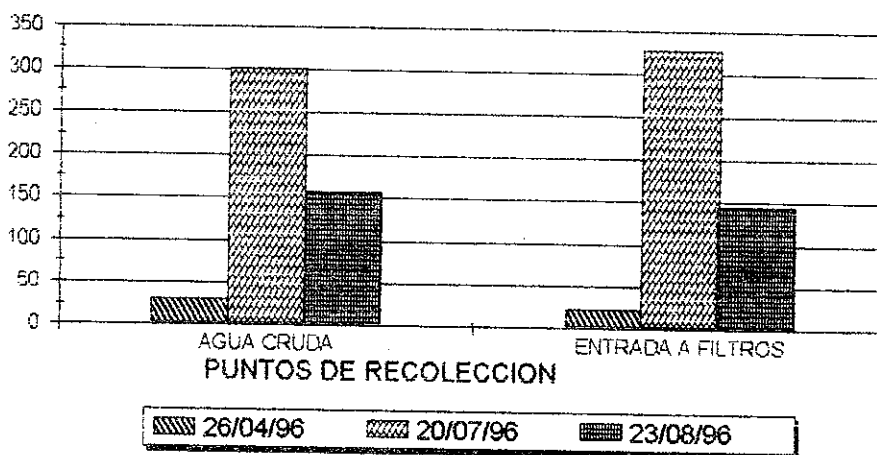
VIII.2 ASPECTOS SANITARIOS

Para realizar la evaluación de esta planta tomaron los parámetros más representativos del agua cruda y se compararon en los distintos puntos de salida de las unidades, estos fueron: la turbiedad, color aparente, color verdadero, potencial de hidrógeno y coliformes totales.

A continuación se presentan las gráficas comparativas de estos parametros:

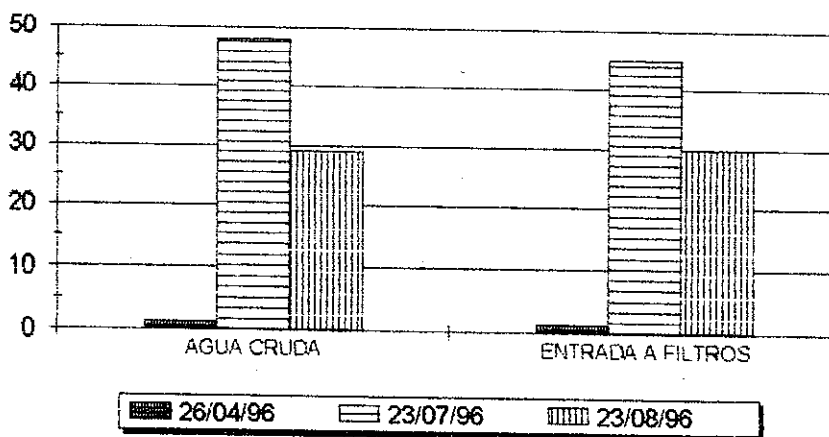
GRAFICA NUMERO 1

COLOR APARENTE
UNIDADES DE COLOR



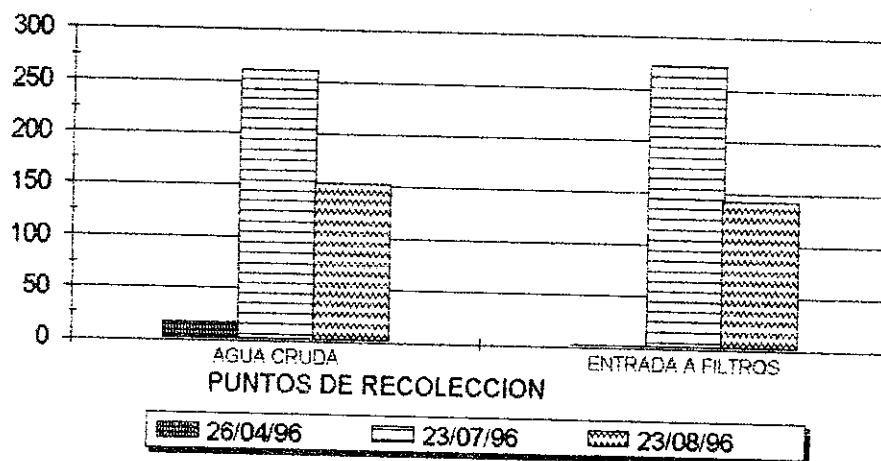
GRAFICA NUMERO 2

TURBIEDAD
UNIDADES NEFELOMETRICAS



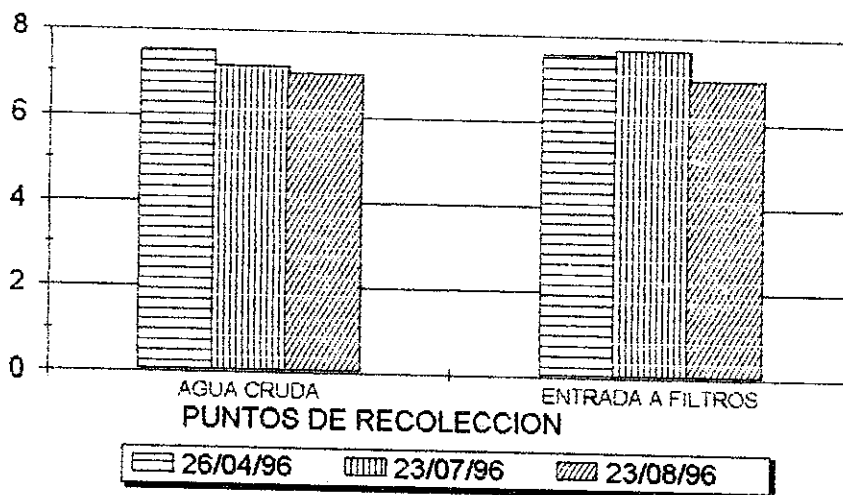
GRAFICA NUMERO 3

COLOR VERDADERO
UNIDADES DE COLOR



GRAFICA NUMERO 4

POTENCIAL DE HIDROGENO



En base a los resultados obtenidos en esta evaluación y como se muestra en las gráficas anteriores concluimos lo siguiente:

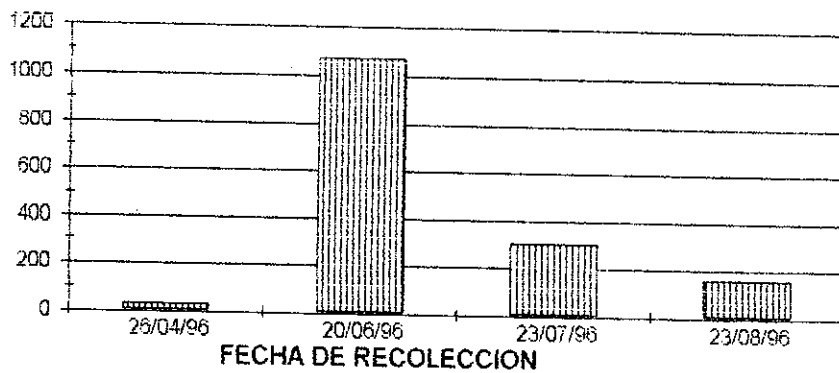
El agua que ingresa a la planta de tratamiento no es apta para consumo humano sin previo tratamiento.

La unidad de sedimentación laminar no está cumpliendo con su cometido, que es el de eliminar los sólidos suspendidos en el agua, y por el contrario en determinados casos colabora en la contaminación de la misma.

A continuación se presentan las graficas de los parámetros del agua cruda a estudiar con respecto a las fechas en que fueron obtenidas las muestras.

GRAFICA NUMERO 5

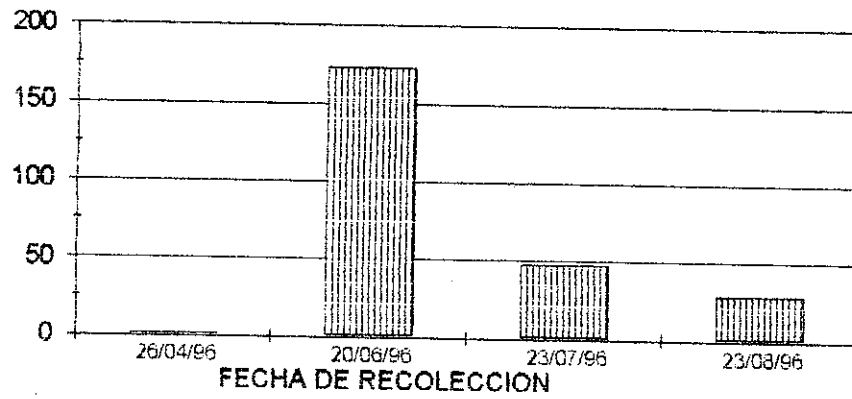
**COLOR APARENTE
UNIDADES DE COLOR**



PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
Biblioteca Central

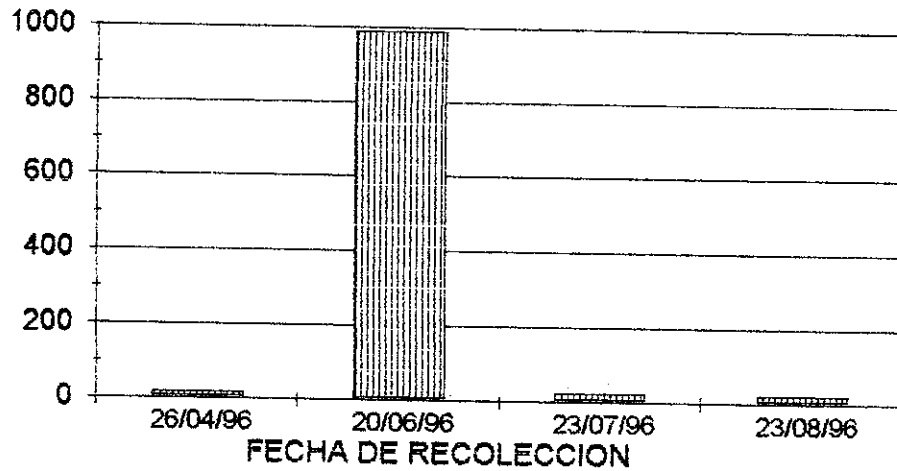
GRAFICA NUMERO 6

**TURBIEDAD
UNIDADES NEFELOMETRICAS**

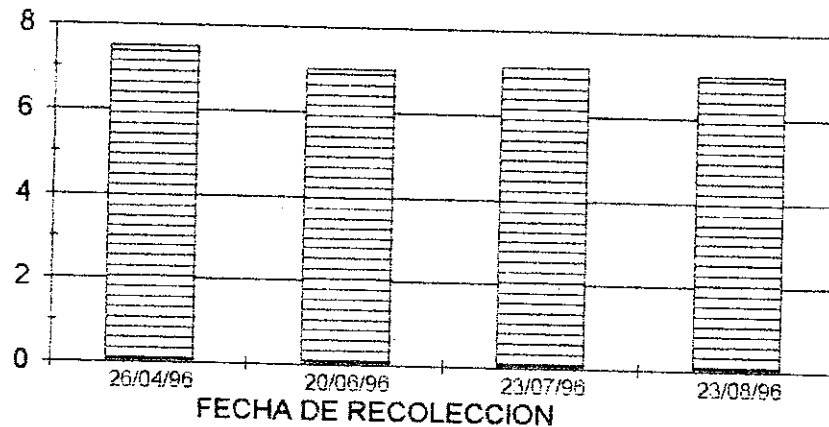


GRAFICA NUMERO 7

**COLOR VERDADERO
UNIDADES DE COLOR**



GRAFICA NUMERO 8
POTENCIAL DE HIDROGENO



Lo que se puede apreciar en estas gráficas es que el aumento desmedido de las concentraciones en el agua es en forma puntual y no se mantienen estas condiciones en la mayoría del tiempo.

VIII.3 ASPECTOS DE LIMPIEZA

Uno de los principales problemas de la planta de tratamiento es la falta de una adecuada operación y mantenimiento de la misma. Llegando ésta a encontrarse en condiciones extremas de suciedad y abandono, casi totales.

IX. SISTEMA FINANCIERO ACTUAL DE LA MUNICIPALIDAD RESPECTO AL SISTEMA DE AGUA POTABLE

La municipalidad de San Raymundo presenta un estado financiero precario debido al alto costo de producción de agua potable, y sin embargo como se explicó anteriormente el mismo no funciona de manera eficiente, dotando de este líquido a la población por espacio únicamente de 4 horas al día.

A continuación se presenta un resumen de los gastos en que incurre la municipalidad para poder dotar de agua a la comunidad.

IX.1 COSTOS ACTUALES MENSUALES DE OPERACION

Costos mensuales de electricidad y lubricación

POZO	Capacidad GPM	Periodo de bombeo (horas)	Costo Electricidad Quetzales	Costo Lubricación Quetzales
Concepción el Cipres	190	6	1,701.00	421.20
Joya de Morales	330	8	3,780.00	936.00
Pamocá	65	8	2,268.00	561.60
Σ			7,749.00 (a)	1,918.80 (b)

Costos de personal y químicos (inc;uye prestaciones)

Renglón	Costo en Quetzales
3 Fontaneros	4,399.20
2 Ayudantes	2,820.00
Desinfección por Hipoclorito de Calcio al 65% concentración del 1 %	992.70
Σ	8,211.90 (c)

Costo total de operación (a+b+c) Q 17,879.70 (d)

IX.2 COSTOS MENSUALES DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento estimado mensual: Q 300.00 (d)

RESUMEN DE COSTOS

Costo total de operación y mantenimiento mensual (c+d)	Q 18,879.70 (e)
Lo recaudado por medio de la tarifa es de (6 x 1848)	Q 11,088.00 (f)
Esto nos lleva a un déficit mensual de (f-e)	Q 7,091.70
y a un déficit anual de	Q 85,100.40

X. PROPUESTA DE SOLUCION

La solución que se plantea es la rehabilitación de la planta de tratamiento de agua potable para tratar las aguas del río Frío utilizando de la mejor manera posible la infraestructura existente tratando con esto que la rehabilitación de la planta resulte al menor costo posible sin que esto signifique sacrificar la calidad de agua del efluente de la planta, por otro lado se tratará de dejar en funcionamiento la planta y que la operación y mantenimiento de la misma sea simple, esto se realizará de la siguiente manera:

En la entrada de la planta se ubicará un floculador de medio poroso, la cámara de entrada de los sedimentadores se convertirá en sedimentadores laminares, donde se encontraban los sedimentadores laminares se construirán dos unidades de prefiltros de grava de flujo horizontal y se rehabilitarán los filtros lentos.

XI. JUSTIFICACION DEL PROCESO A IMPLEMENTAR

Como se explicó anteriormente el proceso actual que presenta la planta de tratamiento no funciona de manera adecuada, al remodelar la planta de tratamiento es necesario incorporar nuevos procesos, así como mejorar los procesos existentes.

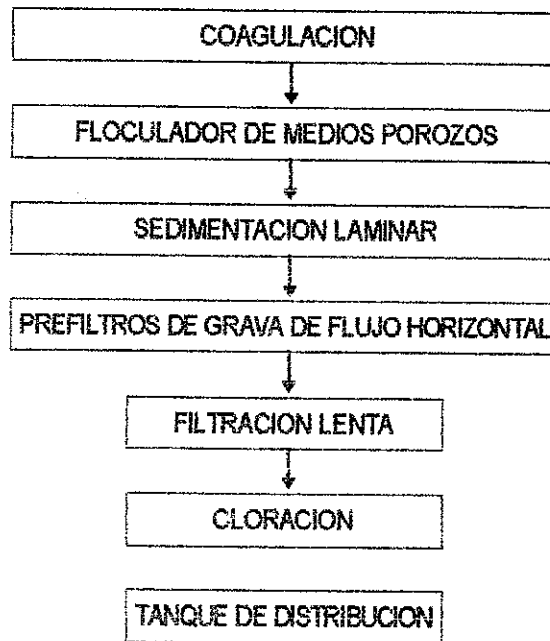
Los resultados de los análisis de agua muestran que parametros como el color y la turbiedad aumentan desmedidamente encontrandose fuera de los límites máximos permisibles en determinados momentos, existiendo estos crecimientos de manera puntual y no en forma constante.

XII. DESCRIPCION DEL PROCESO PROPUESTO

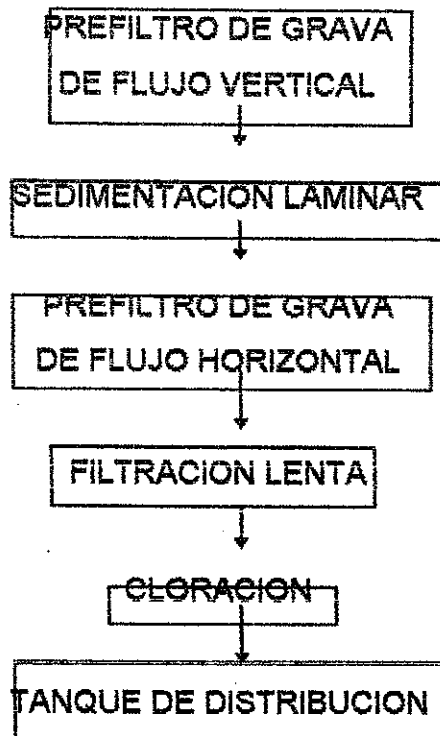
La planta de tratamiento estará capacitada para tratar 4.30 L / seg, esto debido a que es la capacidad máxima de tratamiento de los filtros lentos .

El recorrido que seguirá el agua al ingresar a la planta de tratamiento será el siguiente:

PROCESO CUANDO SE UTILIZE COAGULACION



PROCESO CUANDO NO SE UTILIZE COAGULACION



A continuación se describirá cada uno de los procesos unitarios que se presentan y su influencia en el tratamiento del agua potable que ingresa a la planta:

XII.1 COAGULACION

La coagulación se hará por medio de sulfato de aluminio que se dosificará al agua en la entrada del floculador, la dosificación se hará desde la caseta de mezcla por medio de mangera flexible y llega hasta el punto de aplicación, se dosificará en una cantidad de 40 mg / L a una concentración de 2% con el pH natural del agua.

Este proceso se utilizará únicamente en las épocas donde las concentraciones de color y turbiedad presentan aumentos muy grandes. Por lo general esto será en época lluviosa. Durante el resto del año no se utilizará este proceso.

La cantidad de la dosificación se determinó por el método de prueba de jarras, el informe se presenta en los anexos de este trabajo.

XII.2 FLOCULACION

Se utilizará un floculador de medio poroso, en esta unidad el agua flocula al pasar a través de los espacios o poros de un material granulado, los cuales desempeñan la función de pequeños compartimientos. Es una unidad hidráulica con un número casi infinito de cámaras o compartimientos, lo cual explica su gran eficiencia, de acuerdo con la teoría de Harris y Kaufman.

Como material granular puede utilizarse piedra, bolitas plásticas, residuos de fabricas de plástico, segmentos de tubo o cualquier otro tipo de material similar no putrescible ni contaminante. En este caso en particular se utilizará grava de 1" de

díametro. Las dimensiones y especificaciones de este floculador se presentan en los planos respectivos.

El floculador como tal, realizará esta función durante el período de tiempo que se aplique el coagulante, durante el resto del tiempo funcionará como la primer cámara de los prefiltros de grava, con la única diferencia que este será de flujo vertical ascendente.

XII.3 SEDIMENTACION

Mediante la colocación de placas paralelas o módulos de diferentes tipos en la zona de sedimentación, se obtiene en estas unidades una gran superficie de deposición para los lodos lográndose disminuir apreciablemente el área superficial de los tanques.

Los sedimentadores seguirán siendo parte de la planta de tratamiento, como existe actualmente. Los sedimentadores se moverán de lugar de donde se encuentran actualmente, colocándose en lo que actualmente es la cámara de entrada a los mismos, estructuralmente la diferencia con los sedimentadores actuales es que las pantallas no serán de asbesto cemento sino que se implementará el uso de lona - vinil.

En este proceso se espera que sedimenten todas las partículas creadas durante la floculación, en época lluviosa y las partículas sedimentables que pasen el floculador poroso trabajando como prefiltro.

En determinado momento se podrá dejar fuera de función el floculador por medio de movimiento de válvulas y el agua ingresará directamente al sedimentador laminar. Este sedimentador contará con dos unidades, esto con la finalidad de que se le dé un mantenimiento adecuado a los sedimentadores y que la comunidad no se quede sin agua.

XII.4 PREFILTRO DE GRAVA DE FLUJO HORIZONTAL

Los prefiltros de grava de flujo horizontal se ubicarán en la zona donde se encuentran actualmente los sedimentadores laminares, estos estarán compuestos de dos baterías de dos unidades cada una, la primer unidad tendrá grava de 3/4" y la segunda unidad de grava de 1/2" de diametro, se colocarán dos baterías con la finalidad de procurar la adecuada operación de los mismos.

El lavado de los prefiltros se hará por medio de descarga instantanea en el fondo de los mismos donde se encuentra tubería perforada que servirá de drenaje para la suciedad retenida por los mismos. Las unidades que se encuentran colocadas en serie están separadas por medio de divisiones perforadas hechas de madera macihembrada. En la parte inferior de los filtros y en la cercanias de las divisiones se colocará grava de mayor diametro, esto para procurar que la grava más pequeña no se pueda infiltrar en los agujeros de las pantallas o en los agujeros del drenaje y garantizar que el prefiltro funcione de manera adecuada.

XII.5 FILTROS LENTOS

Los filtro lentos forman una capa biológica en la parte superior del mismo consiguiendo esta una remoción de materia orgánica patógena. Los filtros lentos que se proveén se encuentran en la misma infraestructura que los actuales. Serán dos unidades las que trabajarán paralelamente, esto para fines de operación y manteniminento, estos filtros se considerarán con una tasa de filtración de $20 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{día}$ y tendrán en la parte superior un borde libre de 50 cm. Esto debido a que mientras transcurre el tiempo de operación del filtro este va tomando mayor resistencia al paso de agua y la capa sobrenadante que se consideraba de 1.00 m aumenta hasta una altura máxima de 1.5 m donde el agua empezará a brotar por

un vertedero lateral, cuando esto ocurra el operador de la planta debera realizar el raspado del mismo.

Por debajo de la capa de arena que será de 1.00 m existira una serie de capas de grava de distintos diametros y espesores, variando el medio soporte en forma ascendente de la siguiente manera:

CAPA	ESPESOR (CMS.)	DIAMETRO DE GRAVA (PLGS)
1	12	1 - 2
2	8	1 - ½
3	5	½ - ¼
4	5	¼ - 1/8

Luego de los filtros lentos pasará el agua al tanque de distribución en donde se aplicará la desinfección.

XII.6 DESINFECCION

Actualmente se aplica desinfección al agua por medio de hipoclorito de Calcio, este sistema tiene una baja inversión inicial pero su operación resulta bastante costosa. Por este motivo se preveé la instalación de un sistema de cloración por medio de gas cloro por inyección directa, esto tiene un alto costo de inversión pero su operación resulta más económica que por medio de hipoclorito de Calcio.

Los detalles de los procesos se detallan en los respectivos planos. La operación y mantenimiento de las distintas unidades se presentan en el capítulo del manual de operación y mantenimiento.

XIII. BENEFICIOS DE LA REHABILITACION DE LA PLANTA

El principal beneficio de la rehabilitación de las planta de tratamiento será económico, así como se muestra a continuación:

Al iniciar operaciones la planta de tratamiento de agua potable se podrán dejar sin funcionar los pozos de Concepción el Cipres y de Pamocá, la suma de estos dos caudales es de 4.43 L/s y la planta de tratamiento tiene capacidad para trata 4.30 L/s, lo que equivaldría a disminuir el caudal en 0.13 L/s.

Otras medidas a implementar serán de aumentar la tarifa a Q 7.10 mensuales y la de substituir el sistema de desinfección por medio de hipoclorito de calcio e implementar la utilización del gas cloro, con estas medidas se tendrá el siguiente análisis económico:

XIII.1. COSTOS MENSUALES DE OPERACION CON PROYECTO

Costos mensuales de energía eléctrica y lubricantes

POZO	Capacidad GPM	Periodo de bombeo (horas)	Costo Electricidad Quetzales	Costo Lubricación Quetzales
Joya de Morales	330	8	3,780.00	936.00 (a)

Costos mensuales de personal y químicos (incluye prestaciones)

Renglón	Costo en Quetzales
3 Fontaneros	4,399.20
2 Ayudantes	2,820.00
Desinfección por gas cloro	258.55
Dosificación de Sulfato de Aluminio	535.40
Σ	8,013.15 (b)

Costo total de operación (a+b) Q 12,729.15 (c)

XIII.2. COSTOS MENSUALES DE MANTENIMIENTO

Mantenimiento estimado mensual: Q 300.00 (d)

RESUMEN DE COSTOS

Costo total de operación y mantenimiento mensual	Q 13,029.15 (e)
Lo recaudado por medio de la tarifa es de (7.50 x 1848)	Q 13,120.80 (f)
Esto nos lleva a un superhabit mensual de (f-e)	Q 91.65
y un superhabit anual de	Q 1,099.80

Como se puede apreciar la oficina de aguas de San Raymundo se volvería rentable y no se utilizarían los ingresos de la municipalidad para subsidiar el sector agua en este municipio.

Lo anterior no deja por un lado la calidad de agua que estará recibiendo la comunidad, y será el primer paso para la remodelación de todo el sistema de agua potable de este lugar.

XIII.3 ANALISIS FINANCIERO DE LA INVERSION

Los flujos de caja que se presentan a continuación muestran la viabilidad financiera de este proyecto, utilizando la comparación del valor presente neto, para realizar este análisis se emplearan los siguientes proposiciones:

- Tasa de inflación constante de 12 %
- Periodo de análisis 15 años
- La vida útil de las bombas se estimará considerando que habrá que reemplazar cada una de ellas cada 5 años.
- Costo total de la rehabilitación de la planta Q 59,226.00

SIN EL PROYECTO DE REHABILITACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

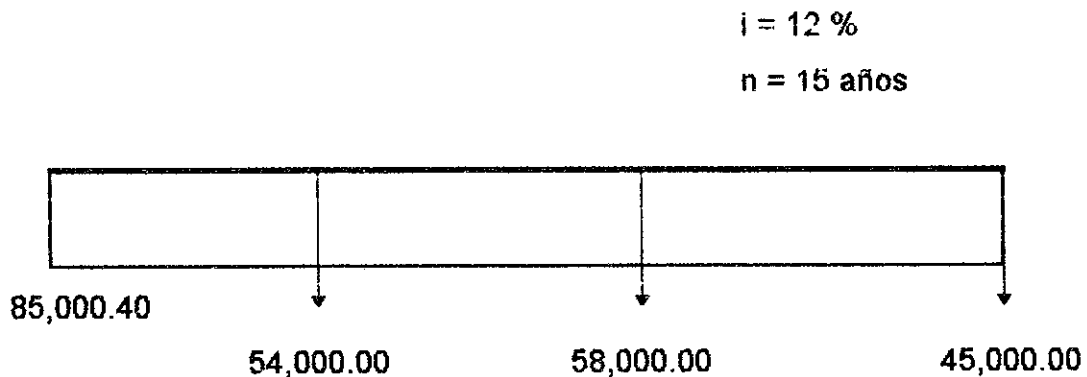


FIGURA NUMERO 5

Utilizando las formulas de valor presente neto tenemos un valor presente de

- Q 195,000.00

CON EL PROYECTO DE REHABILITACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

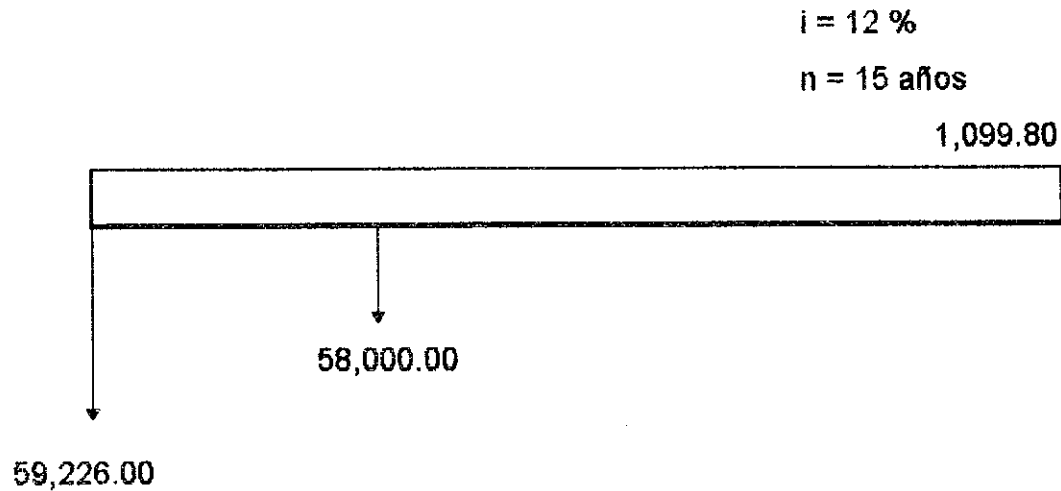


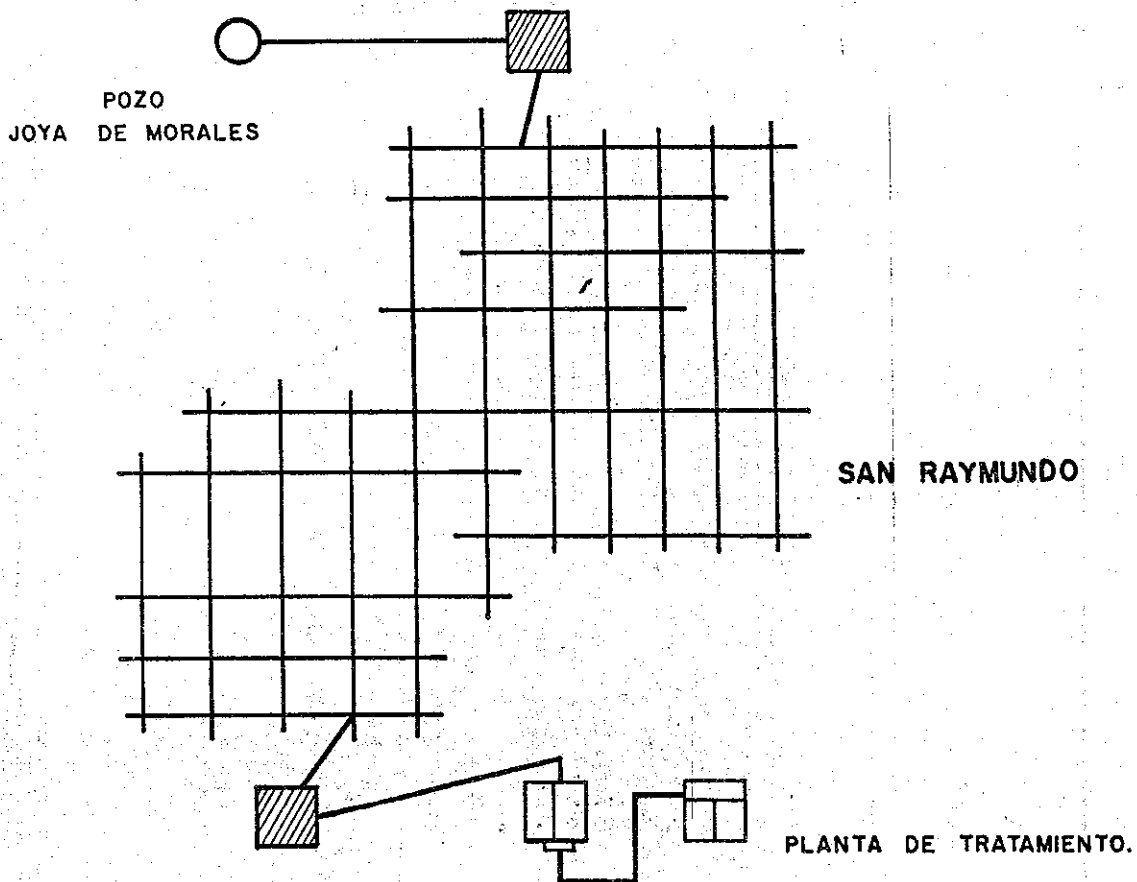
FIGURA NUMERO 6

Utilizando las mismas formulas de valor presente neto tenemos un valor presente de
- Q 84,646.17

Como se muestra los beneficios de la rehabilitación traerá resultados financieros positivos para la municipalidad. Aunque la inversión no garantiza que al cabo de 5 años la municipalidad pueda adquirir el nuevo equipo de bombeo con estos fondos, si garantiza que el sistema será rentable a lo largo del tiempo.

Para solucionar este problema se recomienda que el equipo de bombeo se adquiera por medio de fondos municipales provenientes de 10 % constitucional o se solicite un préstamo a INFOM.

Los datos y especificaciones de el proyecto de rehabilitación de la planta de tratamiento de agua potable se muestran en los planos respectivos.



SIN ESCALA

ESQUEMA GENERAL DEL SISTEMA PROPUESTO
DE AGUA POTABLE

SAN RAYMUNDO, GUATEMALA

XIV. MANUAL DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

En este capítulo se dan los conceptos básicos generales para llevar a cabo el programa de operación y mantenimiento de la planta de agua potable.

XIV.1 OBJETIVO BASICO

Como un objetivo básico el mantenimiento procura contribuir por todos los medios disponibles de reducir en lo posible el costo final de la operación de la planta. El personal de la planta tiene que procurar que la operación de la misma sea lo más eficiente posible, operando la planta adecuadamente, dándole el mantenimiento preventivo respectivo y el correctivo cuando así lo amerite.

XIV.2 PERSONAL QUE REALIZARA LA OPERACION Y MANTENIMIENTO

La operación y el mantenimiento del sistema correrá por parte del encargado de la planta de tratamiento, entre sus atribuciones están las de poner en marcha la planta, realizar la mezcla de coagulante, inyectar coagulante al agua que entra a la planta cuando las características de la misma así lo amerite, darle limpieza a las unidades periódicamente, en caso de desperfectos realizar las reparaciones pertinentes, etc.

Este operador deberá ser capacitado para realizar estas funciones de la mejor manera posible.

Para llevar el control de calidad del agua que entra a la planta y del efluente de la misma se recomienda que el Departamento de Operación y mantenimiento de

INFOM realice monitoreos periódicos para que se de un seguimiento de la calidad del agua durante todo el año y caracterizarla completamente.

XIV.3 OPERACION

Se define operación como el conjunto de acciones externas que se ejecutan en las instalaciones o equipos para conseguir el buen funcionamiento de un sistema.

XIV.4 MANTENIMIENTO

Es el conjunto de acciones internas que se ejecutan en las instalaciones o equipos, para prevenir daños o para la reparación de los mismos, cuando estos ya se hubieran producido, a fin de conseguir el buen funcionamiento de un sistema.

XIV.4.1 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

El el conjunto de acciones que se planifican y ejecutan antes de que se produzcan los daños en el sistema, precisamente para evitarlos.

El mantenimiento preventivo de la planta se hará tal y como se muestra en la siguiente tabla.

UNIDAD	TRABAJO A REALIZAR	PERSONAL	PERIODO DE TIEMPO
Caseta de Mezcla	- Realizar la mezcla de coagulante	- Fontanero	Cuando el agua presente alta turbiedad
Floculador de medio poroso	- Pintar con pintura anticorrosiva - Lavado hidráulico del floculador - Lavado manual del floculador	- Fontanero - Fontanero - Fontanero	- Cada 6 meses - Cada 4 meses - Cada año
Canal de entrada	- Limpieza	- Fontanero	- Cada 6 meses
Sedimentador laminar	- Limpieza	- Fontanero	- Cada 6 meses
Prefiltro de grava de flujo horizontal	- Limpieza hidráulica - Limpieza manual - Limpieza de la cámara de entrada y de salida	- Fontanero - Fontanero - Fontanero	- Cada 3 meses - Cuando el agua ya no vierta hacia la cámara de salida - Cada 6 meses
Canal de salida	- Limpieza	- Fontanero	- Cada 6 meses
Filtros lentos	- Raspado de la capa superior - Lavado de la arena - Llenado del lecho de arena	- Fontanero - Fontanero - Fontanero	- Cuando el agua vierte por el vertedero lateral - Después de cada raspado - Luego de 20 raspadas

	- Limpieza de las paredes laterales	- Fontanero	- Cada 6 meses
Agua cruda y efluente de la planta	- Monitoreo de la calidad del agua	- Personal de INFOM	- Cada 2 meses

TABLA NUMERO 2

XIV.4.2 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Consiste en la reparación inmediata y oportuna de cualquier daño que se produzca en las instalaciones o equipos.

XIV.5 FILTROS LENTOS

Las tareas de operación, mantenimiento y control son relativamente sencillas cuando los filtros lentos han sido correctamente diseñados y construidos, y cuando se dispone de un operador adecuadamente capacitado para ejecutar esta función con conocimiento, habilidad y destreza. La falta de instrucciones claras y precisas, además de la carencia de operadores idóneos, son las principales causas por las que han fracasado este tipo de programas en América Latina.

XIV.5.1 ACTIVIDADES DE OPERACION

La mayor ventaja de la filtración lenta es su simplicidad de operación; son relativamente muy pocas las tareas que deben realizarse. La tarea inicial es la puesta en marcha de la planta. Las actividades rutinarias incluyen el raspado o trillado, la manipulación de la arena, el monitoreo y mantenimiento de la unidad.

XIV.5.2 PUESTA EN MARCHA

Luego de concluida la construcción del filtro, es necesario un período de preparación antes de que se pueda iniciar la producción de agua potable.

El operador deberá haber recibido con anticipación un período de adiestramiento en servicio en una planta similar, después de lo cual deberá ser evaluado para certificar su capacidad para operar la planta.

XIV.5.3 LLENADO DEL LECHO DE ARENA

El lecho de arena primero debe ser saturado con agua; esto se consigue llenándolo lentamente y en forma ascendente, para desplazar el aire contenido en los poros de la arena.

La tarea de llenado debe ser de alrededor de 0.10 a 0.20 m de altura por hora, y debe continuarse hasta que el nivel de agua sobre la arena esté lo suficientemente alto, como para amortiguar los chorros del ingreso normal.

Para la realización de esta tarea se utilizará el siguiente procedimiento:

PASO 1

Se hace ingresar el agua a la unidad dos del filtro lento y abriendo las siguientes unidades:

Válvula 4

Compuerta 6

Válvula 8

Y se cierra el resto de las unidades.

Esto hasta que la unidad 1 se llene hasta que la altura de agua en esta unidad cubra la arena.

PASO 2

Se abre:

Válvula 9

Esto hasta que el agua de la unidad dos baje hasta el fondo.

PASO 3

Se abre:

Válvula 1

Compuerta 5

Válvula 8

Esto hasta que las dos unidades este llenos de agua hasta que se cubra el lecho de arena.

Las unidades que no aparecen se mantendrán cerradas, aún despues de terminar cada uno de los pasos explicados.

Primeramente el agua saldrá de la planta con turbiedad, esto es normal, pero se estabilizará despues de cierto tiempo.

XIV.5.4 OPERACIONES NORMALES

Se denominan así a las tareas que se efectúan en forma cíclica o rutinaria, lavado y almacenamiento de arena y a la reconstrucción del lecho filtrante.

XIV.5.5 LIMPIEZA DEL LECHO FILTRANTE

Existe una buena cantidad de métodos para ejecutar esta operación, a continuación se explicará el método denominado trillado manual.

El método de trillado manual consiste en raspar la parte alta del lecho de arena hasta eliminar 2 o 3 cm. del mismo, para realizar esto se actuará de la siguiente manera:

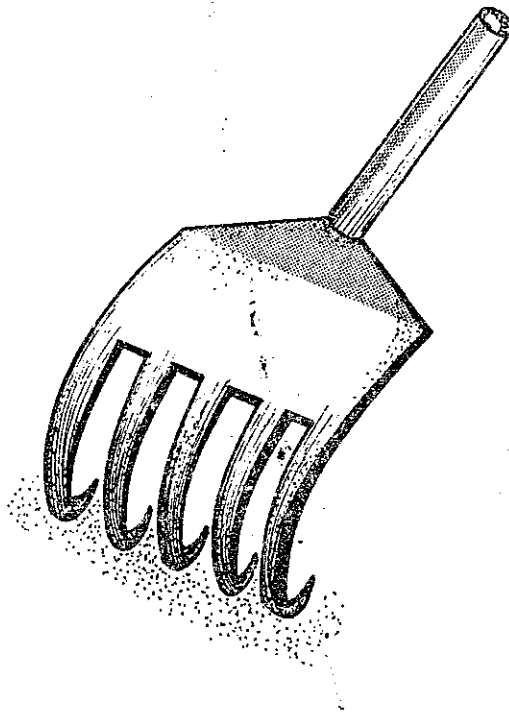
Para limpiar el filtro número 1 se cerrará la Compuerta 5 y se esperará que el agua baje del nivel de arena, luego se realiza el raspado, este raspado se puede realizar con pala o con rastrillo.

La arena que se remueva pasará inmediatamente a lavado en el lavador de arena, no se puede dejar la arena sin lavar ya que la misma podría llegar a formar hongos que provoque mal olor o provocar mal sabor en el agua luego que se vuelva a utilizar.

Para el lavado del filtro número dos se cerrará la compuerta número 6 y se procederá de la misma manera.

Para volver a llenar el filtro que se limpio se hará de manera ascendente abriendo la Válvula 8 y cerrando el ingreso y salida del mismo, esto para procurar que el agua que es filtrada por el filtro que sigue en funcionamiento llene al filtro lavado.

Loa filtros se lavarán uno por uno para evitar que la comunidad pueda llegar a carecer de este vital líquido.

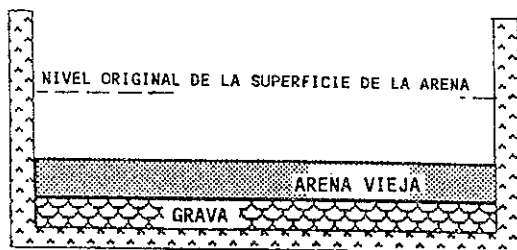


RASTRILLO UTILIZADO EN LA LIMPIEZA DE FILTROS

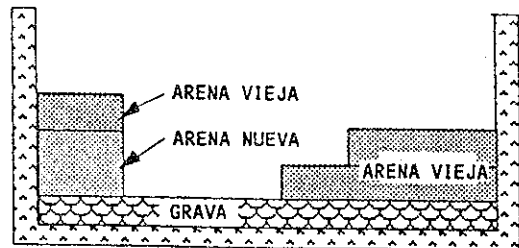
FIGURA NUMERO 1

Esta actividad se realizará hasta que el agua suba de nivel en el filtro y la misma brote por el vertedero lateral de cada uno de los filtros.

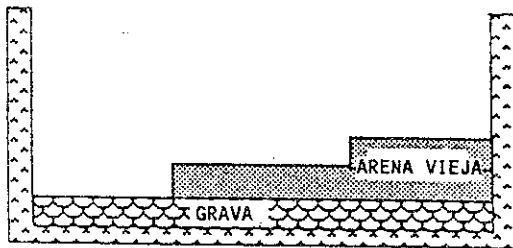
Cuando esto sucede se procede a realizar un raspado y a volver a colocar la arena limpia correspondiente, esto se hará por medio del método de trinchera, esto se explica en los siguientes esquemas:



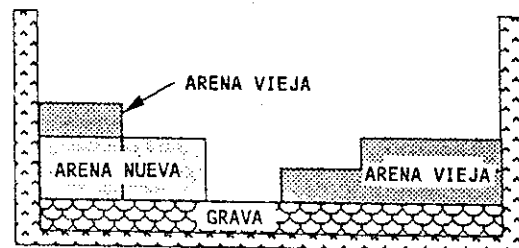
(a) NIVEL DEL LECHO DE ARENA ANTES DEL REARENADO



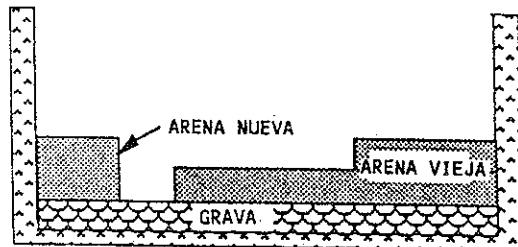
(d) COLOCACION DE LA ARENA VIEJA SOBRE LA NUEVA



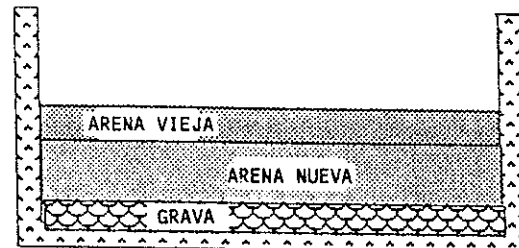
(b) COLOCACION DE LA ARENA VIEJA



(e) COLOCACION DE ARENA NUEVA ADICIONAL



(c) COLOCACION DE LA ARENA NUEVA



(f) TERMINACION DEL REARENADO, CON ARENA NUEVA EN EL FONDO Y VIEJA EN LA SUPERFICIE

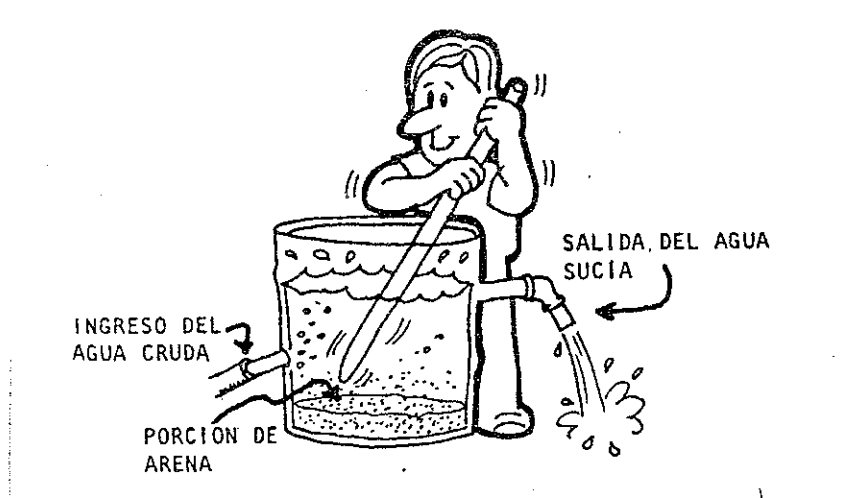
FIGURA NUMERO 2

La arena que luego de ser lavada se guardará en costales secos en una caseta ubicada terrenos abajo de la planta.

XIV.5.6 PROCESO DE LAVADO DE LA ARENA

El lavador de arena se contruirá con dos tubos de concreto de 26" el interno y de 32" el externo, procurando que quede un canal donde saldrá el agua con que se lava la arena.

Se lavará costal por costal de arena colocandolo en el interior del lavador y abrira la Válvula 10 si se lava la arena del filtro 2 y se abrirá la Válvula 11 si se lava la arena del filtro 1, el agua ingrasará por la parte baja del lavador lavando la arena que será movida con un palo y saldrá el agua por el canal, esto se hará hasta que el agua que sale por el canal no presente mayor suciedad. Luego de esto la arena se secará en el patio y se guardará como se indico.



PROCESO DE LAVADO DE ARENA

FIGURA NUMERO 3

XIV.6 OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL PREFILTRO DE GRAVA

Los prefiltros de grava más utilizados son los de flujo horizontal y de flujo vertical. Antes de comenzar la operación completa de la unidad habrá que estar seguros de que ha sido construida de acuerdo al proyecto y que los trabajos de construcción se han concluido. Un prefiltro grueso parcialmente lleno de grava es muy deficiente, dado que no actuará como un filtro, sino como un tanque de sedimentación mal concebido.

XIV.6.1 PUESTA EN MARCHA INICIAL

Iniciar esta operación, lavando el material poroso mediante descargas hidráulicas sucesivas. el procedimiento a seguir es el siguiente:

- Llenar la unidad a una tasa de 0.5 a 1.0 m/h, hasta que el agua llegue al nivel del vertedero de efluentes.
- Evacuar el agua, abriendo la compuerta de desagüe. Todos los sólidos que se encuentran en la superficie del material filtrante son enjuagados hacia el fondo del filtro. Las impurezas acumuladas alrededor del dren serán expulsadas fuera de la unidad..

Este procedimiento debe repetirse dos o tres veces, esta forma de limpieza evitará que los sólidos penetren en la grava fina, porque si ese fuese el caso, se elevaría la pérdida de carga inicial, acortandose las carreras. Esta operación de lavado permitirá además comprobar el funcionamiento del drenaje.

XIV.6.2 OPERACION NORMAL

La remoción microbológica que produzca esta unidad, depende de la forma de operación y ésta del objetivo que se persiga. Si el objetivo es atenuar turbiedades altas al ingreso del filtro lento, estará operando con tasas altas al ingreso del filtro lento, estará operando con tasas altas, carreras cortas y recibiendo frecuentemente descargas hidráulicas, lo cual no favorece el desarrollo de una buena formación biológica. En este caso, la remoción de microorganismos no será apreciable.

Si la unidad opera a velocidades bajas, con turbiedades relativamente bajas, se producirán carreras largas y la eficiencia de remoción de microorganismos patógenos será alta. Esto se comprobó en los prefiltros de Azpitia y Cocharcas (Peru). En este caso la unidad puede ser usada como único tratamiento, para aguas relativamente poco contaminadas.

En cualquiera de los dos casos, la operación debe ser continua durante las 24 horas del día para favorecer el desarrollo de la capa biológica, siendo más importante esta condición cuando el prefiltro es el único tratamiento.

XIV.6.3 LIMPIEZA HIDRAULICA

Al momento de realizar la limpieza del prefiltro se empezará por cerrar la Válvula de entrada a los prefiltros, el lavado se hará una unidad a la vez, la forma de realizarla será abrir las compuertas del fondo de los prefiltros para procurar un caudal instantáneo grande y provocar una fuerza grande de lavado. La limpieza se realizará cuando el agua se desborde por los laterales del prefiltro o bien cuando el agua ya no salga por el vertedero de salida.

XIV.6.4 LIMPIEZA MANUAL

Se realizará aproximadamente cada 6 meses, la forma de hacerla será el sacar toda la grava del prefiltro, lavarla en el lavador e introducirla nuevamente.

La limpieza manual se realizará como se muestra en los siguientes esquemas:

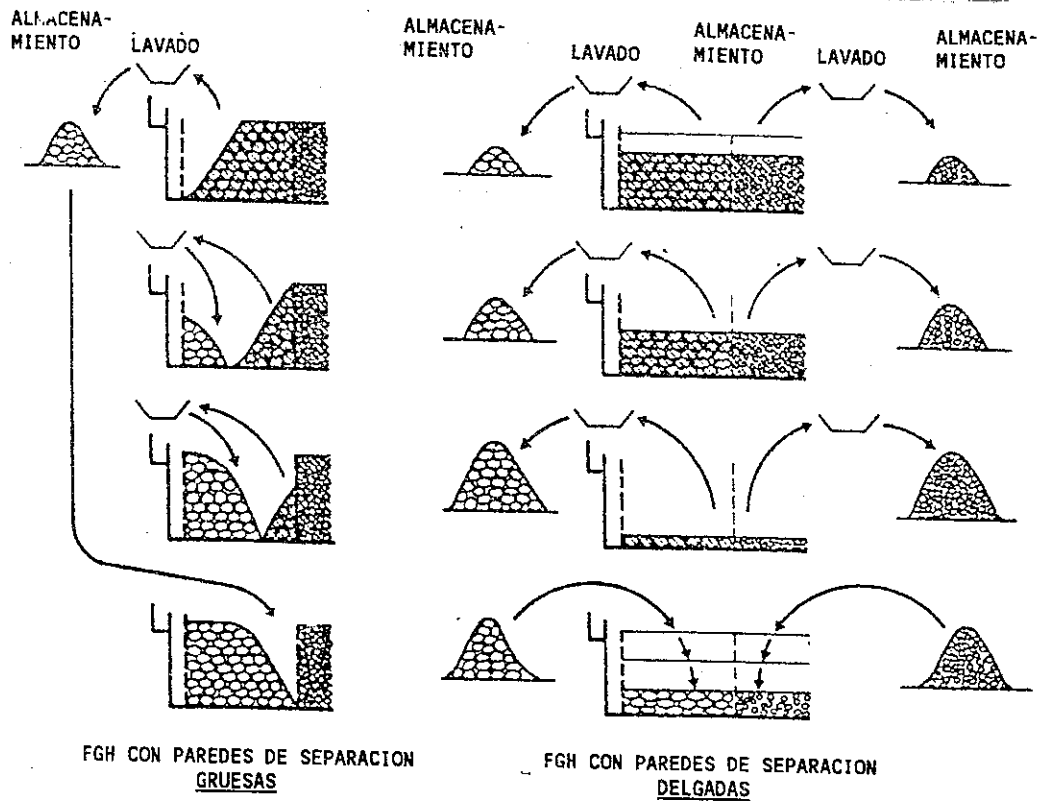


FIGURA NUMERO 4

El lavado de la grava se hará de la misma manera como se lava la arena del filtro lento.

XIV.7 OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL SEDIMENTADOR LAMINAR

La operación y mantenimiento del sedimentador laminar es sencilla ya que esta unidad no utiliza medio filtrante ni poroso y únicamente trabaja haciendo precipitar los sólidos hacia el fondo del mismo.

XIV.7.1 OPERACION DEL SEDIMENTADOR LAMINAR

La operación de esta unidad se resume en la verificación de que las pantallas se encuentren instaladas de forma adecuada y que los agujeros de las tuberías no presenten obstrucciones.

XIV.7.2 MANTENIMIENTO DEL SEDIMENTADOR LAMINAR

El mantenimiento de esta unidad consiste en la limpieza del mismo de forma hidráulica y manual.

XIV.7.3 LIMPIEZA HIDRAULICA

La limpieza hidráulica se hará periódicamente tal y como se muestra en el cuadro número 2, la forma de realizará de la siguiente manera:

Se abrirán:

Válvula número 2

Válvula número 6

Y se cerrarán las demás válvulas de esta unidad.

Luego que los sedimentos hayan sido eliminados se procederá a cerrar las válvulas antes mencionadas y se abrirá la válvula número 4.

XIV.7.4 LIMPIEZA MANUAL

La limpieza manual de esta unidad se realizará abriendo las válvulas número 2 y la válvula número 6 y cerrando el resto de unidades de esta unidad.

Luego de esto se procederá a quitar las pantallas de lona-vinil y limpiandolas, luego de limpias se procederá a colocarlas nuevamente, se cerrarán las válvulas antes indicadas y se abra la válvula número 4.

XIV.8 OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL FLOCULADOR DE MEDIO POROSO

XIV.8.1 OPERACION DEL FLOCULADOR

La operación de un floculador de medio poroso consiste basicamente en procurar al floculador el medio por el cual va a filtrarse el agua logrando así su tiempo de floculación.

XIV.8.2 MANTENIMIENTO DEL FLOCULADOR

El mantenimiento de este floculador se basa en la limpieza del mismo de forma hidráulica y manual como de describe a continuación:

XIV.8.4 LIMPIEZA HIDRAULICA DEL FLOCULADOR

La limpieza hidráulica del floculador consiste en evacuar los solidos ajenos al medio poroso que son retenidos por el mismo, esto se hace de la siguiente manera:

Se abre la Válvula número 3

Se cierra la Válvula número 4 y

se abre de manera instantánea la Válvula número 5

Esta operación se hace hasta que el agua de desague salga relativamente limpia. Se recomienda que esta operación se realice en el tiempo durante el cual no se va a inyectar coagulante al agua que ingresa a la planta.

XIV.8.4 LIMPIEZA MANUAL DEL FLOCULADOR

La limpieza manual del floculador se realiza evacuando la totalidad del medio poroso, luego de evacuado el medio poroso este se lavará en el lavador de arena de la misma manera que como si fuera la arena misma, luego de esto se procederá a llenar el floculador nuevamente.

XIV.9 PROCESO DE COAGULACION

El proceso de coagulación se realizará únicamente durante el tiempo en que el agua presente concentraciones muy altas de turbiedad y color.

La mezcla del coagulante se hará en la caseta de mezcla, la forma de realizar este proceso es el siguiente:

Se vaciará Sulfato de aluminio hasta donde se encuentra la marca en el tonel, luego se abrirá el respectivo chorro donde se encuentra el sulfato hasta que se llena el tonel, esto se hace mientras se mueve constantemente con una paleta de madera, luego se abrirá la respectiva válvula para hacer que el sulfato de aluminio llegue hasta el punto de aplicación, este tonel deberá tardar 8 horas en vaciarse,

mientras se utiliza un tonel, el otro deberá estarse preparando para que esté listo cuando el primero se termine y evitar que el agua en estos momentos quede sin coagulante.

XV. CONCLUSIONES

Al terminar este trabajo se puede concluir lo siguiente:

- 1.- La planta de tratamiento de agua potable de San Raymundo, Guatemala, no funciona de manera adecuada debido a varios factores, la falta de una adecuada operación y mantenimiento y principalmente que los procesos que presenta actualmente la planta no son adecuados para la calidad de agua del río Frío.
- 2.- La hipótesis que originó este trabajo se comprueba, ya que a lo largo de todo el estudio se puede observar que las características del agua que entra a los filtros lentos no cumple con las concentraciones de los parámetros necesarios para que éste funcione de manera adecuada.
- 3.- El poner a funcionar la planta de tratamiento traerá beneficios a la municipalidad, siendo el más importante el que la comunidad contará con agua sanitariamente segura y la municipalidad tendrá costos de producción de agua más bajos.
- 4.- Con la implementación de los resultados de este estudio se logrará que la municipalidad cuente con una oficina de aguas que sea rentable y no presente déficit en sus balances financieros.

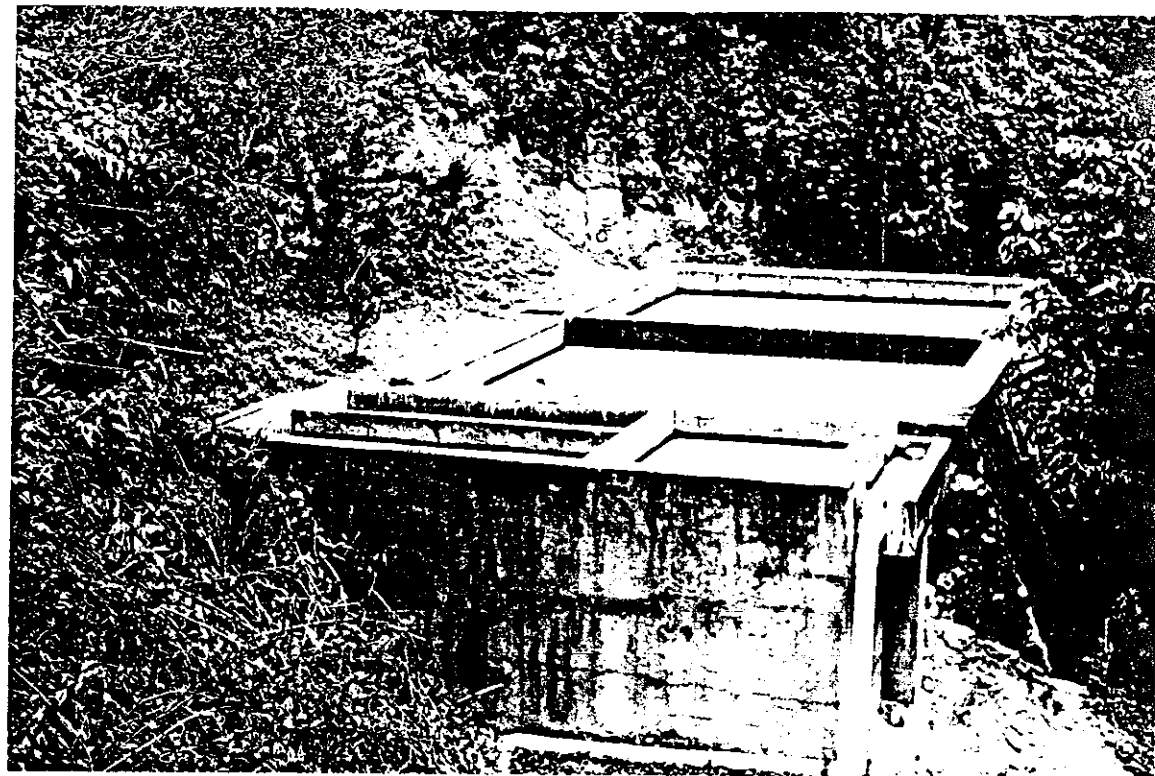
XVI. RECOMENDACIONES

- 1.- Se recomienda que la municipalidad le de capital importancia a la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, para procurar que la misma funcione de manera adecuada.
- 2.- Se recomienda que se incremente la tarifa por agua potable a Q 7.10 como mínimo, esto para lograr la sostenibilidad económica de la municipalidad en el tema del agua potable.
- 3.- Se recomienda que la municipalidad realice un convenio con INFOM para darle monitoreo periódico a la calidad del agua y evaluar la operación de la planta.
- 4.- Se recomienda que se capacite al encargado de la planta para la adecuada operación de la misma.

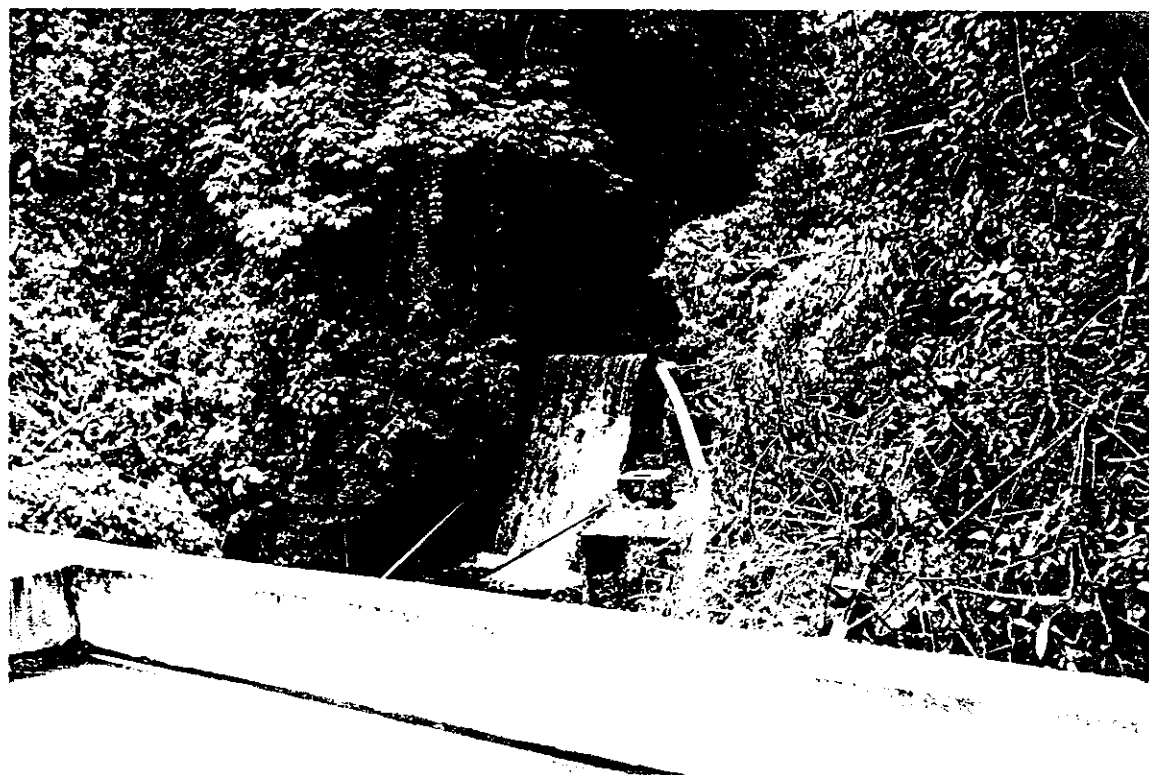
XVII. BIBLIOGRAFIA

- 1.- CEPIS, OPS/OMS. Ciclo de tratamiento, serie filtración rápida. Lima Perú:
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente
OPS/OMS. manual número V
- 2.- CEPIS, OPS/OMS. Ciclo de tratamiento, serie filtración rápida. Lima Perú:
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente
OPS/OMS. manual número VIII.
- 3.- CEPIS, OPS/OMS. Ciclo de tratamiento, serie filtración lenta. Lima Perú:
Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del ambiente
OPS/OMS. manual número III.
- 4.- SAWYER, Clair. Chemistry for sanitary engineers. Segunda edición. New
York, USA: McGraw Hill Book Company.
- 5.- Normas COGUANOR NGO 29001, Guatemala: spi 1,983.

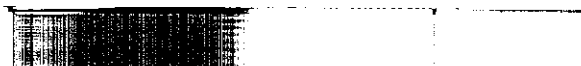
ANEXOS

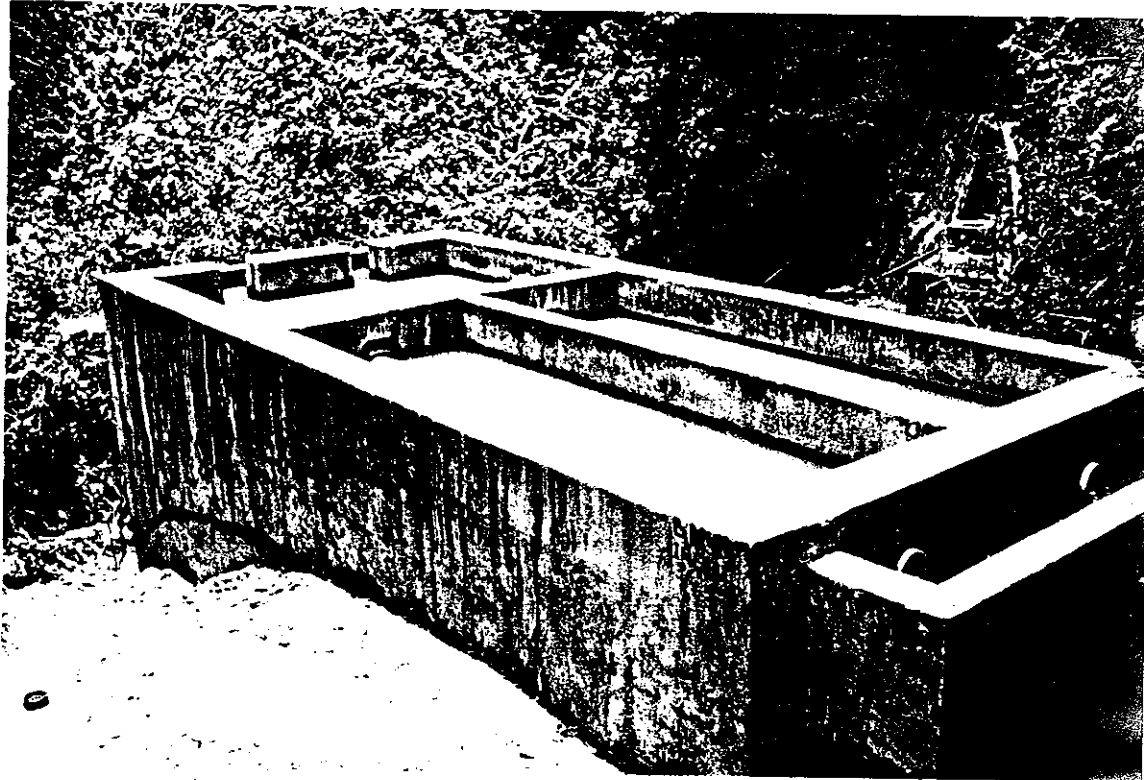


FOTOGRAFIA NUMERO 1
VISTA GENERAL DE LA PLANTA

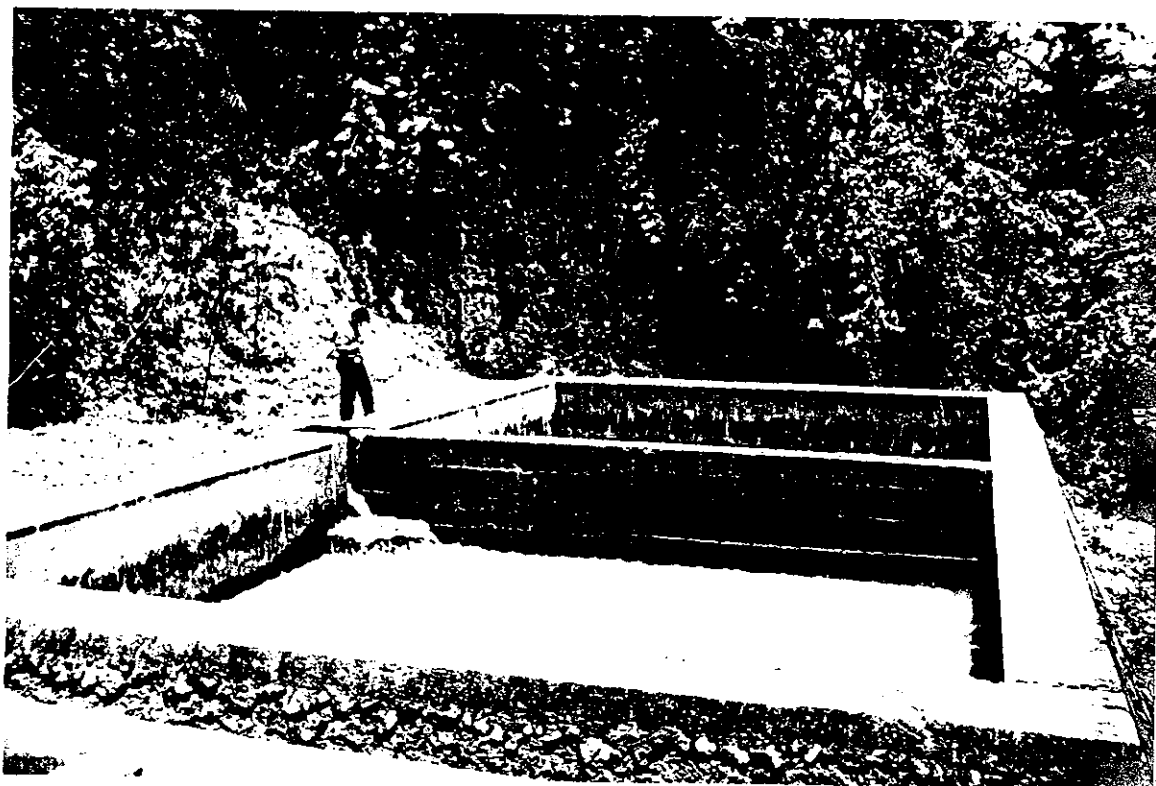


FOTOGRAFIA NUMERO 2
PRESA DE CAPTACION DEL RIO FRIO

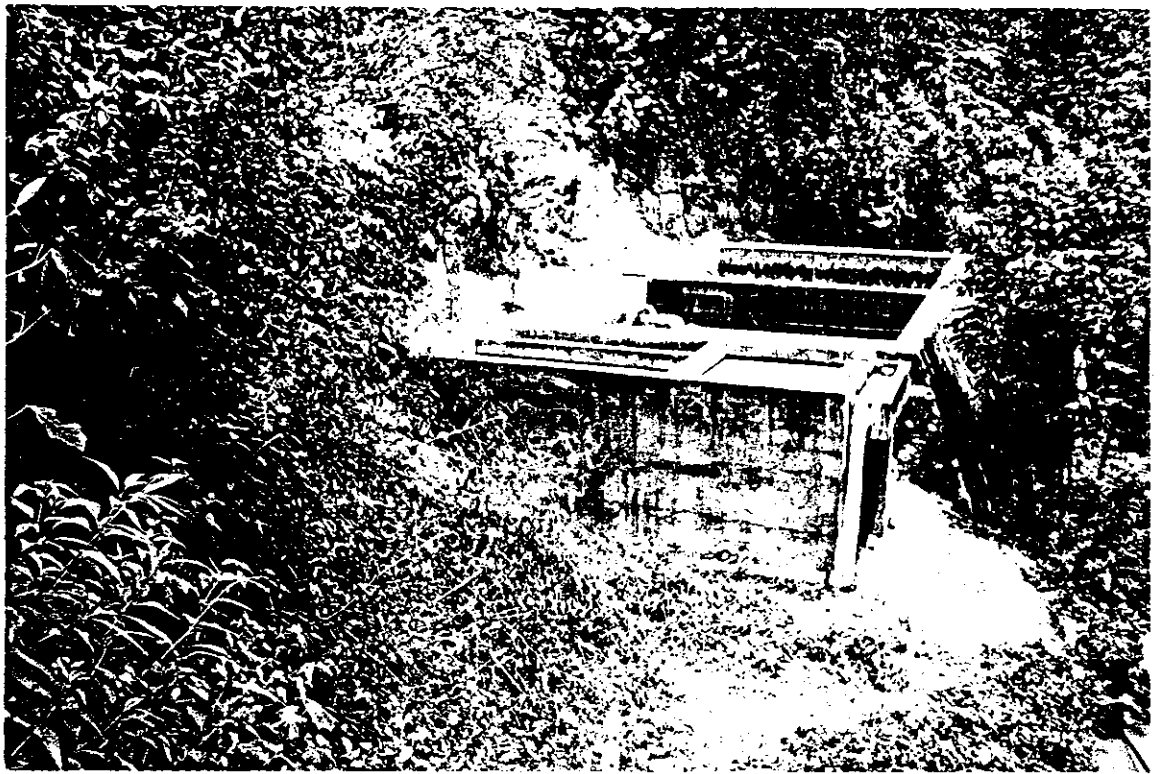




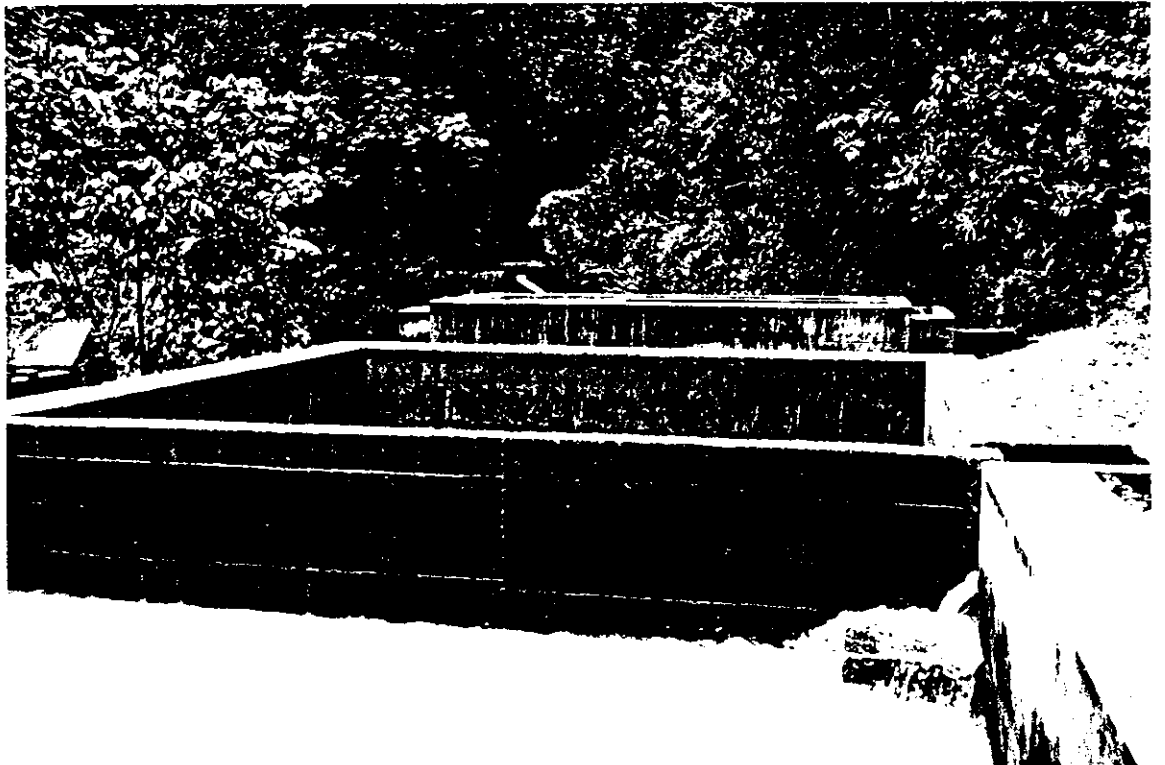
FOTOGRAFIA NUMERO 3
VISTA DEL SEDIMENTADOR LAMINAR



FOTOGRAFIA NUMERO 4
VISTA DE FILTRO LENTO



FOTOGRAFIA NÚMERO 5
VISTA GENERAL DE LA UBICACION DE LA PLANTA



FOTOGRAFIA NÚMERO 6
VISTA LATERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

PROPIEDAD DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN CARLOS DE CUNAMALA
Biblioteca Central

INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES
DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
SECCION DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA
EXAMEN BACTERIOLOGICO
METODO DE TUBOS DE FERMENTACION POR DILUCIONES MULTIPLES

Muestra: 278-96

Fecha: 26-4-96

Interesado: Ing. Francisco Castañeda
 Proyecto: O.P.S INFOM
 Dependencia: Departamento de Proyectos Sanitarios
 Lugar: Entrada a la Planta
 Fuente: Río Frío
 Persona que captó la muestra: Ing. Francisco Castañeda
 Día y hora de captación: 26-04-96 11:55
 Temperatura: 19°C
 Condiciones de transporte: Refrigeración
 Departamento: Guatemala
 Municipio: San Raymundo
 Día y hora de recepción en el laboratorio: 26-04-96

CARACTERISTICAS

Sabor: ----- Aspecto: Claro
 Olor: Inolora Sustancias en suspensión: Positivo ligera
 Cloro residual: ----- cantidad

NUMERACION TOTAL DE GERMENES
 (siembra en agar nutritivo)

Cantidad sembrada cm ³	Colonias desarrolladas a 20 °C	Colonias desarrolladas a 35 °C
0.01	64	122
Número de bacterias por cm ³	6400	12200

INVESTIGACION DE COLIFORMES

Cantidad sembrada (cm ³)	Prueba presuntiva		Prueba confirmativa			
	Caldo lactosado		Verde brillante (35°C)		EC (44 °C)	
	I	II	I	II	I	II
1.0	+++		+++	3	+++	3
0.1	+++		+++	3	+++	3
0.01	+++		+++	3	+++	3

Número de coliformes totales: ≥ 24000 NMP de coliformes totales/100 cm³ de muestra.
 Número de coliformes fecales: ≥ 24000 NMP de coliformes fecales/100 cm³ de muestra.

PRUEBA COMPLETA

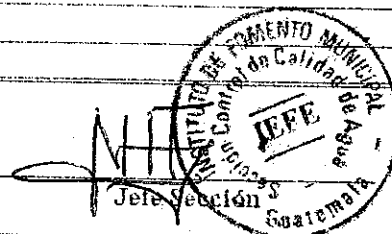
Tiempo de Gram: Bacilos Gram Negativos no esporulados
 Caldo lactosado: Formación de Gas

CONCLUSIONES

Con base en la norma COGUANOR NGO 29001, el agua no es apta para el consumo humano, debido a la presencia de coliformes fecales, por lo que se recomienda la aplicación de tratamiento de desinfección como la cloración.

Ing. Norma Avendaño
 Profesional Responsable

NHAF/ apmgde



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES
DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
SECCION DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA
ANALISIS FISICO-QUIMICO

Muestra: 279-96

Fecha: 29-04-96

Interesado: Ing. Francisco Castañeda
 Proyecto: O.P.S. - INFOM-
 Dependencia: Departamento de Proyectos Sanitarios
 Lugar: Entrada a Planta
 Fuente: Río Frío
 Persona que captó la muestra: Ing. Francisco Castañeda
 Día y hora de captación: 26-04-96 11:55
 Temperatura: 19°C
 Condición de transporte: Sin refrigeración
 Departamento: Guatemala
 Municipio: San Raymundo
 Día y hora de recepción en el laboratorio: 26-04-96 14:35

CARACTERISTICAS FISICAS

Olor en frío: Inolora	Temperatura: 22	C
Olor en caliente: Algas	Turbiedad: 1.3	UTN
Sabor: ----	Potencial de hidrógeno: 7.49	unidades
Color aparente: 30.0 unidades Pt-Co	Conductividad eléctrica: 328	µmhos/cm a 25 C
Color verdadero: 17.0 unidades Pt-Co		

CARACTERISTICAS QUIMICAS

Acidez: 0.3 mg/L como CaCO ₃	Fluoruros: ---- mg/L como F ⁻
Alcalinidad: 175.0 mg/L como CaCO ₃	Hierro: 0.29 mg/L como Fe
Cloruros: 0.0 mg/L como CaCO ₃	Manganeso: 0.1 mg/L como Mn
Carbonatos: 0.0 mg/L como CaCO ₃	Nitrógeno-amoniacal: ---- mg/L como N-NH ₃
Bicarbonatos: 175.0 mg/L como CaCO ₃	Amoníaco: ---- mg/L como NH ₃
Cloruros: 5.0 mg/L como Cl ⁻	Amonio: ---- mg/L como NH ₄ ⁺
Cloruros: 7.05 mg/L como CaCO ₃	Nitrógeno-nitratos: 2.8 mg/L como N-NO ₃ ⁻
Cloruros: 8.25 mg/L como NaCl	Nitratos: 12.32 mg/L como NO ₃ ⁻
Dióxido de carbono: 2.0 mg/L como CO ₂	Nitrógeno-nitritos: 0.004 mg/L como N-NO ₂ ⁻
Dureza total: 250.0 mg/L como CaCO ₃	Nitritos: 0.013 mg/L como NO ₂ ⁻
Dureza de calcio: 140.0 mg/L como CaCO ₃	Sulfatos: 1.0 mg/L como SO ₄ ⁻²
Calcio: 56.0 mg/L como Ca	Sulfuro de hidrógeno: ---- mg/L como H ₂ S
Dureza de magnesio: 110.0 mg/L como CaCO ₃	Fosfatos: 0.5 mg/L
Magnesio: 26.70 mg/L como CaCO ₃	

CONCLUSIONES

Con base en la norma COGUANOR NGO 29001, la temperatura, turbiedad, potencial de hidrógeno, cloruros, calcio, magnesio y sulfatos se encuentran dentro del límite máximo aceptable. El color verdadero, dureza total, hierro, manganeso y nitratos se encuentran dentro del límite máximo permisible. El olor y nitritos estan fuera del límite máximo permisible. Según el análisis de dureza total el agua se clasifica como dura. La alcalinidad se debe a bicarbonatos.

Ing. Norma Avendaño
 Profesional Responsable

NHAP/ apmgde

Jefe Sección



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES
DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
SECCION DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA
EXAMEN BACTERIOLOGICO

METODO DE TUBOS DE FERMENTACION POR DILUCIONES MULTIPLES

Muestra: 280-96

Fecha: 26-4-96

Interesado: Ing. Francisco Castañeda

Proyecto: O.P.S. - INFCM

Dependencia: Departamento de Proyectos Sanitarios

Lugar: Entrada a Filtro

Fuente: Río Frio

Persona que captó la muestra: Ing. Francisco Castañeda

Día y hora de captación: 26-4-96 12:05

Temperatura: 19°C

Condiciones de transporte: Refrigeración

Departamento: Guatemala

Municipio: San Raymundo

Día y hora de recepción en el laboratorio: 26-4-96 14:35

CARACTERISTICAS

Sabor: ----- Aspecto: Claro

Olor: Inolora Sustancias en suspensión: Positivo Ligera

Cloro residual: ---- Cantidad

NUMERACION TOTAL DE GERMENES

(siembra en agar nutritivo)

Cantidad sembrada cm ³	Colonias desarrolladas a 20 °C	Colonias desarrolladas a 35 °C
0.01	125	288
Número de bacterias por cm ³	12500	28800

INVESTIGACION DE COLIFORMES

Cantidad sembrada (cm ³)	Prueba presuntiva		Prueba confirmativa			
	Caldo lactosado		Verde brillante (35°C)		EC (44 °C)	
	I	II	I	II	I	II
1.0	+++			+++ 3		+++ 3
0.1	+++			+++ 3		+++ 3
0.01	+++			+++ 3		+++ 3

Número de coliformes totales: \gg 24000 NMP de coliformes totales/100 cm³ de muestra.

Número de coliformes fecales: \gg 24000 NMP de coliformes fecales /100 cm³ de muestra.

PRUEBA COMPLETA

Tinción de Gram: Bacilos Gram Negativos no esporulados

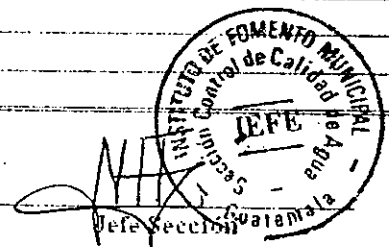
Caldo lactosado: Formación de Gas

CONCLUSIONES

Con base en la norma COGUANOR NGO 29001, el agua no es potable, debido a la presencia de coliformes fecales, por lo que se recomienda aplicar un tratamiento de desinfección, como la cloración.

Ing. Norma Avendaño
 Profesional Responsable

NHAF/apmgde



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES
DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
SECCION DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA
ANALISIS FISICO-QUIMICO

Muestra: 281-96

Fecha: 29-04-96

Interesado: Ing. Francisco Castañeda

Proyecto: O.P.S.-INFOM

Dependencia: Departamento de Proyectos Sanitarios

Lugar: Entrada a filtro

Fuente: Río Frio

Persona que captó la muestra: Ing. Francisco Castañeda

Día y hora de captación: 26-04-96 12:03

Temperatura: 19°C

Condiciones de transporte: Sin refrigeración

Departamento: Guatemala

Municipio: San Raymundo

Día y hora de recepción en el laboratorio: 26-04-96 14:35

CARACTERISTICAS FISICAS

Olor en frío: <u>Algas</u>	Temperatura: <u>22</u> C
Olor en caliente: <u>Algas</u>	Turbiedad: <u>1.3</u> UTN
Sabor: <u>----</u>	Potencial de hidrógeno: <u>7.55</u> unidades
Color aparente: <u>23.0</u> unidades Pt-Co	Conductividad eléctrica: <u>32.9</u> μ mhos/cm a 25 C
Color verdadero: <u>2.0</u> unidades Pt-Co	

CARACTERISTICAS QUIMICAS

Acidos: <u>0.3</u> mg/L como CaCO ₃	Fluoruros: <u>----</u> mg/L como F ⁻
Alcalinidad: <u>166.0</u> mg/L como CaCO ₃	Hierro: <u>0.28</u> mg/L como Fe
Hidróxidos: <u>0.0</u> mg/L como CaCO ₃	Manganeso: <u>0.1</u> mg/L como Mn
Carbonatos: <u>0.0</u> mg/L como CaCO ₃	Nitrógeno-amoniacal: <u>---</u> mg/L como N-NH ₃
Bicarbonatos: <u>166.0</u> mg/L como CaCO ₃	Amoníaco: <u>----</u> mg/L como NH ₃
Cloruros: <u>4.5</u> mg/L como Cl ⁻	Amonio: <u>----</u> mg/L como NH ₄ ⁺
Cloruros: <u>6.35</u> mg/L como CaCO ₃	Nitrógeno-nitratos: <u>2.9</u> mg/L como N-NO ₃ ⁻
Cloruros: <u>7.43</u> mg/L como NaCl	Nitratos: <u>12.76</u> mg/L como NO ₃ ⁻
Dióxido de carbono: <u>1.0</u> mg/L como CO ₂	Nitrógeno-nitritos: <u>0.007</u> mg/L como N-NO ₂ ⁻
Dureza total: <u>250.0</u> mg/L como CaCO ₃	Nitritos: <u>0.023</u> mg/L como NO ₂ ⁻
Dureza de calcio: <u>160.0</u> mg/L como CaCO ₃	Sulfatos: <u>2.0</u> mg/L como SO ₄ ⁻²
Calcio: <u>64.0</u> mg/L como Ca	Sulfuro de hidrógeno: <u>----</u> mg/L como H ₂ S
Dureza de magnesio: <u>90.0</u> mg/L como CaCO ₃	
Magnesio: <u>21.84</u> mg/L como CaCO ₃	

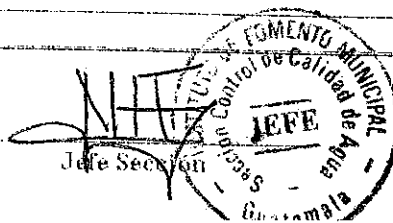
CONCLUSIONES

Con base en la norma COGUANOR NGO 29001, el color verdadero, temperatura, turbiedad, potencial de hidrógeno, cloruros, calcio, magnesio y sulfatos se encuentran dentro del límite Máximo Aceptable. La dureza total, hierro, manganeso y nitratos se encuentran dentro del límite máximo permisible. El olor y nitritos están fuera del límite máximo permisible. Según el análisis de dureza total, el agua se clasifica como dura. La alcalinidad se debe a bicarbonatos.

Ing. Norma Avendaño

Profesional Responsable

NHAF/apmgde



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES
DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
SECCION DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA
EXAMEN BACTERIOLOGICO

METODO DE TUBOS DE FERMENTACION POR DILUCIONES MULTIPLES

Muestra: 487-96

Fecha: 23-7-96

Interesado: Ing. Francisco Castañeda

Proyecto: OPS-INFOM

Dependencia: Departamento de Proyectos Sanitarios

Lugar: Entrada a la planta de tratamiento de agua potable

Fuente: Río Frío

Persona que captó la muestra: Ing. Francisco Castañeda

Día y hora de captación: 23-7-96 11:23

Temperatura: 20 °C

Condiciones de transporte: En refrigeración

Departamento: Guatemala

Municipio: San Raimundo

Día y hora de recepción en el laboratorio: 23-7-96 13:00

CARACTERISTICAS

Sabor: -----

Aspecto: Turbio

Olor: Inolora

Sustancias en suspensión: Positivo en bas

Cloro residual: -----

tante cantidad

NUMERACION TOTAL DE GERMESES
(siembra en agar nutritivo)

Cantidad sembrada cm ³	Colonias desarrolladas	
	a 20 °C	a 35 °C
0.001	7	1
Número de bacterias por cm ³	7000	1000

INVESTIGACION DE COLIFORMES

Cantidad sembrada (cm ³)	Prueba presuntiva		Prueba confirmativa			
	Caldo lactosado		Verde brillante (35°C)		EC (44 °C)	
	I	II	I	II	I	II
0.1	+++		+++	3	+++	3
0.01	---			0		0
0.001	-++		+	1	+	1

Número de coliformes totales: 3900 NMP de coliformes totales/100 cm³ de muestra

Número de coliformes fecales: 3900 NMP de coliformes fecales/100 cm³ de muestra.

PRUEBA COMPLETA

Tinción de Gram: Bacilos Gram Negativos no esporulados.

Caldo lactosado: Formación de Gas

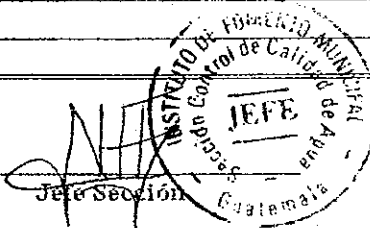
CONCLUSIONES

Con base en la norma COGUANOR NGO 29001, el agua no es apta para el consumo humano debido a la presencia de coliformes fecales, por lo que se recomienda la aplicación de un tratamiento de desinfección como la cloración.

Ing. Norma Avendaño

Profesional Responsable

NHAF/ apmgde



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES
DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
SECCION DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA
ANALISIS FISICO-QUIMICO

Muestra: 488-96

Fecha: 24-7-96

Interesado: Ing. Francisco Castañeda

Proyecto: OPS-INFOM

Dependencia: Departamento de Proyectos Sanitarios

Lugar: Entrada a la planta

Fuente: Río Frío

Persona que captó la muestra: Ing. Francisco Castañeda

Día y hora de captación: 23-7-96 11:20

Temperatura: 20°C

Condiciones de transporte: Sin refrigeración

Departamento: Guatemala

Municipio: San Raimundo

Día y hora de recepción en el laboratorio: 23-7-96 13:00

CARACTERISTICAS FISICAS

Olor en frío: <u>Inolora</u>	Temperatura: <u>24.0</u> °C
Olor en caliente: <u>Algas</u>	Turbiedad: <u>48.0</u> UTN
Sabor: <u>-----</u>	Potencial de hidrógeno: <u>7.14</u> unidades
Color aparente: <u>302</u> unidades Pt-Co	Conductividad eléctrica: <u>159.0</u> μ mhos/cm a 25 C
Color verdadero: <u>261</u> unidades Pt-Co	

CARACTERISTICAS QUIMICAS

Acidez: <u>0.3</u> mg/L como CaCO ₃	Fluoruros: <u>-----</u> mg/L como F ⁻
Alcalinidad: <u>80.0</u> mg/L como CaCO ₃	Hierro: <u>1.16</u> mg/L como Fe
Hidróxidos: <u>0.0</u> mg/L como CaCO ₃	Manganeso: <u>0.0</u> mg/L como Mn
Carbonatos: <u>0.0</u> mg/L como CaCO ₃	Nitrógeno-amoniacal: <u>-----</u> mg/L como N-NH ₃
Bicarbonatos: <u>80.0</u> mg/L como CaCO ₃	Amoníaco: <u>-----</u> mg/L como NH ₃
Cloruros: <u>4.0</u> mg/L como Cl ⁻	Amonio: <u>-----</u> mg/L como NH ₄ ⁺
Cloruros: <u>5.64</u> mg/L como CaCO ₃	Nitrógeno-nitratos: <u>5.1</u> mg/L como N-NO ₃ ⁻
Cloruros: <u>6.6</u> mg/L como NaCl	Nitratos: <u>22.44</u> mg/L como NO ₃ ⁻
Dióxido de carbono: <u>2.0</u> mg/L como CO ₂	Nitrógeno-nitritos: <u>0.009</u> mg/L como N-NO ₂ ⁻
Dureza total: <u>230.0</u> mg/L como CaCO ₃	Nitritos: <u>0.0297</u> mg/L como NO ₂ ⁻
Dureza de calcio: <u>60.0</u> mg/L como CaCO ₃	Sulfatos: <u>4.0</u> mg/L como SO ₄ ⁻²
Calcio: <u>24.0</u> mg/L como Ca	Sulfuro de hidrógeno: <u>-----</u> mg/L como H ₂ S
Dureza de magnesio: <u>170.0</u> mg/L como CaCO ₃	Fosfatos: <u>4.5</u> mg/L
Magnesio: <u>41.26</u> mg/L como CaCO ₃	

CONCLUSIONES

Con base en la norma COGUANOR NGD 29001, la temperatura, potencial de hidrógeno, cloruros, calcio, magnesio, manganeso y sulfatos se encuentran dentro del límite máximo aceptable. La dureza total y nitratos están dentro del límite máximo permisible. El olor, color verdadero, turbiedad, hierro y nitritos se encuentran fuera del límite máximo permisible. Según el análisis de dureza total, el agua se clasifica como dura. La alcalinidad se debe a bicarbonatos.

Ing. Norma Avendaño
Profesional Responsable

NHAFAP: apmgde



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES
DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
SECCION DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA
EXAMEN BACTERIOLOGICO
METODO DE TUBOS DE FERMENTACION POR DILUCIONES MULTIPLES

Muestra: 489-96

Fecha: 23-7-96

Interesado: Ing. Francisco Castañeda
 Proyecto: OPS-INFOM
 Dependencia: Departamento de Proyectos Sanitarios

Lugar: Entrada a Filtros
 Fuente: Río Frio

Persona que captó la muestra: Ing. Francisco Castañeda
 Día y hora de captación: 23-7-96
 Temperatura: 20°C

Condiciones de transporte: En refrigeración
 Departamento: Guatemala
 Municipio: San Raimundo

Día y hora de recepción en el laboratorio: 23-7-96 13:00

CARACTERISTICAS

Sabor: ----- Aspecto: Turbio
 Olor: Inolora Sustancias en suspensión: Positivo bastante
 Cloro residual: ----- cantidad

NUMERACION TOTAL DE GERMENES
 (siembra en agar nutritivo)

Cantidad sembrada cm ³	Colonias desarrolladas a 20 °C	Colonias desarrolladas a 35 °C
0.001	2	2
Número de bacterias por cm ³	2000	2000

INVESTIGACION DE COLIFORMES

Cantidad sembrada (cm ³)	Prueba presuntiva		Prueba confirmativa			
	Caldo lactosado		Verde brillante (35°C)		EC (44 °C)	
	I	II	I	II	I	II
0.1	+++		+++	3	+++	3
0.01	+ - -		+	1	+	1
0.001	- - -			0		0

Número de coliformes totales: 4300 NMP de coliformes totales/100 cm³ de muestra.
 Número de coliformes fecales: 4300 NMP de coliformes fecales /100 cm³ de muestra.

PRUEBA COMPLETA

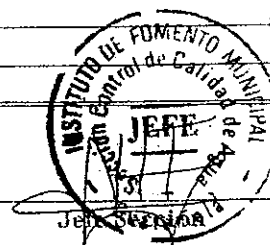
Tinción de Gram: Bacilos Gram Negativos no esporulados.
 Caldo lactosado: Formación de Gas

CONCLUSIONES

Con base en la norma COGUANOR NGO 29001, el agua no es apta para el consumo humano debido a la presencia de coliformes fecales, por lo que se recomienda la aplicación de un tratamiento de desinfección como la cloración.

Ing. Norma Avendaño
 Profesional Responsable

NHAFF, apmgde



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES
DEPARTAMENTO DE OPERACION Y MANTENIMIENTO
SECCION DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA
ANALISIS FISICO-QUIMICO

Muestra: 490-96

Fecha: 24-07-96

Interesado: Ing. Francisco Castañeda

Proyecto: OPDS-INFOM

Dependencia: Departamento de Proyectos Sanitarios

Lugar: Entrada a filtros

Fuente: Río Frío

Persona que captó la muestra: Juan José Mejía

Día y hora de captación: 23-07-96 11:25

Temperatura: 20°C

Condiciones de transporte: Sin refrigeración

Departamento: Guatemala

Municipio: San Raimundo

Día y hora de recepción en el laboratorio: 23-07-96 13:00

CARACTERISTICAS FISICAS

Olor en frío: <u>Inolora</u>	Temperatura: <u>24°</u> <u>C</u>
Olor en caliente: <u>Algas</u>	Turbiedad: <u>45.0</u> <u>UTN</u>
Sabor: <u>-----</u>	Potencial de hidrógeno: <u>7.68</u> <u>unidades</u>
Color aparente: <u>328</u> <u>unidades Pt-Co</u>	Conductividad eléctrica: <u>158.7</u> <u>µmhos/cm a 25 C</u>
Color verdadero: <u>274</u> <u>unidades Pt-Co</u>	

CARACTERISTICAS QUIMICAS

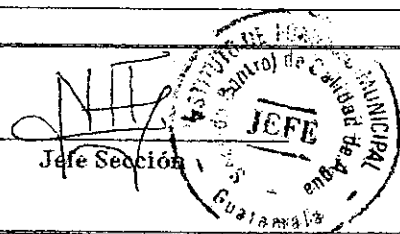
Acidez: <u>0.2</u> <u>mg/L como CaCO₃</u>	Fluoruros: <u>-----</u> <u>mg/L como F⁻</u>
Alcalinidad: <u>109.4</u> <u>mg/L como CaCO₃</u>	Hierro: <u>1.19</u> <u>mg/L como Fe</u>
Hidróxidos: <u>0.0</u> <u>mg/L como CaCO₃</u>	Manganeso: <u>0.0</u> <u>mg/L como Mn</u>
Carbonatos: <u>0.0</u> <u>mg/L como CaCO₃</u>	Nitrógeno-amoniaco: <u>-----</u> <u>mg/L como N-NH₃</u>
Bicarbonatos: <u>109.4</u> <u>mg/L como CaCO₃</u>	Amoniaco: <u>-----</u> <u>mg/L como NH₃</u>
Cloruros: <u>8.0</u> <u>mg/L como Cl⁻</u>	Amonio: <u>-----</u> <u>mg/L como NH₄⁺</u>
Cloruros: <u>8.46</u> <u>mg/L como CaCO₃</u>	Nitrógeno-nitratos: <u>5.3</u> <u>mg/L como N-NO₃⁻</u>
Cloruros: <u>9.90</u> <u>mg/L como NaCl</u>	Nitratos: <u>23.32</u> <u>mg/L como NO₃⁻</u>
Dióxido de carbono: <u>5.0</u> <u>mg/L como CO₂</u>	Nitrógeno-nitritos: <u>0.008</u> <u>mg/L como N-NO₂⁻</u>
Dureza total: <u>70.0</u> <u>mg/L como CaCO₃</u>	Nitritos: <u>0.0264</u> <u>mg/L como NO₂⁻</u>
Dureza de calcio: <u>45.0</u> <u>mg/L como CaCO₃</u>	Sulfatos: <u>5.0</u> <u>mg/L como SO₄⁻²</u>
Calcio: <u>18.0</u> <u>mg/L como Ca</u>	Sulfuro de hidrógeno: <u>-----</u> <u>mg/L como H₂S</u>
Dureza de magnesio: <u>25.0</u> <u>mg/L como CaCO₃</u>	FOSFATOS: <u>0.4 mg/L</u>
Magnesio: <u>6.068</u> <u>mg/L como CaCO₃</u>	

CONCLUSIONES

Con base en la norma COGUANOR NGO 29001, la temperatura, potencial de hidrógeno, cloruros, dureza total, calcio, magnesio, manganeso y sulfatos se encuentran dentro del límite máximo aceptable. Los nitratos están dentro del límite máximo permisible. El olor, color verdadero, turbiedad, hierro y nitritos se encuentran fuera del límite máximo permisible. Según el análisis de dureza total, el agua se clasifica como suave. La alcalinidad se debe a bicarbonatos.

Ing. Norma Avendaño
Profesional Responsable

NHAF/ apmgde



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
 DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES
 DEPTO. DE PROYECTOS SANITARIOS
 SECCION DE ACUEDUCTOS

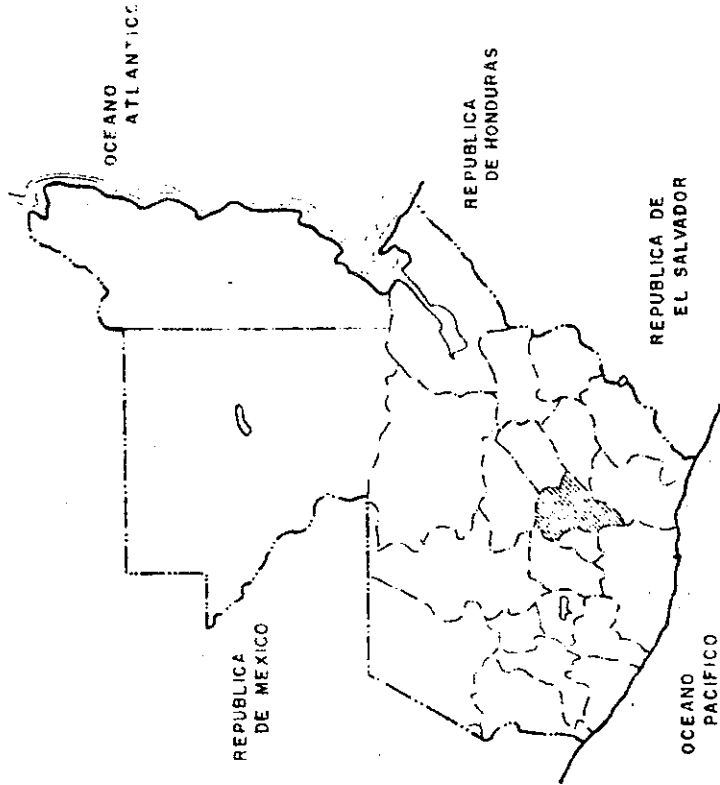
PROYECTO: AMP. Y MEJ. DE ABAST. DE AGUA
 MUNICIPIO: SAN RAYMUNDO
 DEPARTAMENTO: GUATEMALA
 PRESUPUESTO: OSMAN CARCAMO

ING. RESPONSABLE: FRANCISCO CASTAÑEDA

PRESUPUESTO
 (VALORES EN QUETZALES ENTEROS)

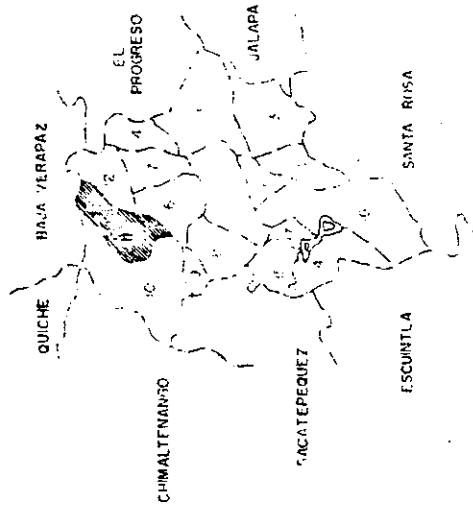
FECHA: NOV / 96

No.	RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	MANO DE OBRA	MATERIALES		TOTAL	TRANSPORTE		TOTAL
					LOCALES	NO LOCALES		A OBRA	EN OBRA	
	Limpia y chapeo	5.92	m²	5						5
	Trazo y estaqueado	10	m.l.	14						14
	Excavación	7.82	m³	78						78
	Relleno	3.13	m³	16						16
	Muros de block+montero de levantado	20.99	m²	211	898	74	970			1181
	Piso tota de concreto	3.9	m²	121	41	45	86			207
	Columnas	0.57	m²	300	132	471	603			903
	Solera hidrofuga	0.84	m²	194	75	317	392			586
	Solera de corona	0.95	m²	204	84	335	419			623
	Columna 2 y solera 1	0.13	m²	57	7	133	140			197
	Cimiento corrido colindante	0.38	m²	25	34	101	135			160
	Cimiento corrido	2	m³	156	179	525	704			860
	Solera intermedia	0.2	m²	58	18	87	105			163
	Ventanas	6	U	52		85	85			137
	Puertas	1	U	66		350	350			416
	Techo de lamina	5.92	m²	68	400	132	532			600
	Tuberia + accesorios+válvulas	Global		423		13551	13551			13974
	Cerido vertical	13.36	m²	55	18	47	65			120
	Solera perimetral	0.34	m²	84	31	161	192			276
	Concreto patios	1.01	m²	225	89	459	548			773
	Lavador de arena + escalones	0.015	m²	28	10	876	886			915
	Canal de drenaje	3.64	m³	426	322	514	836			1262
	Compuerta metalica	6	U	600		480	480			1080
	Falso fondo	58.43	m²	590	9080	124	9204			9764
	Material filtrante	107.53	m³	1434	5886		5886			7320
	Concreto	20.23	m³	1662	3079	2561	5940			7602
	Pantalla difusora	8.05	m²	318	457		457			775
	Pantalla de sedimentador laminar	28.6	m²	275		1547	1547			1822
	Pantalla metalica	14.53	m²	2200	574	3236	3810			6010
	Transporte	308	qq					1079	308	1387
	Total Rengiones			9916	21412	26511	47923	1079	308	59226



MUNICIPIOS

- 1 GUATEMALA
- 2 SANTA CATARINA PINULA
- 3 SAN JOSE PINULA
- 4 SAN JOSE DEL GOLFO
- 5 ACHIJUTLA
- 6 SAN PABLO MAMUPEC
- 7 SAN PABLO SACATEPEQUEZ
- 8 SAN JUAN SACATEPEQUEZ
- 9 SAN RAFAEL
- 10 SAN RAMON
- 11 SAN RAFAEL
- 12 CHUARRANCHO
- 13 SAN JUAN
- 14 SAN JUAN
- 15 VILLA NUEVA
- 16 SAN JUAN
- 17 TETAPA



DATOS GENERALES

LOCALIZACION GEOGRAFICA DE SAN RAYMUNDO

GUATEMALA

1. ALTITUD: 1660 m. SNM

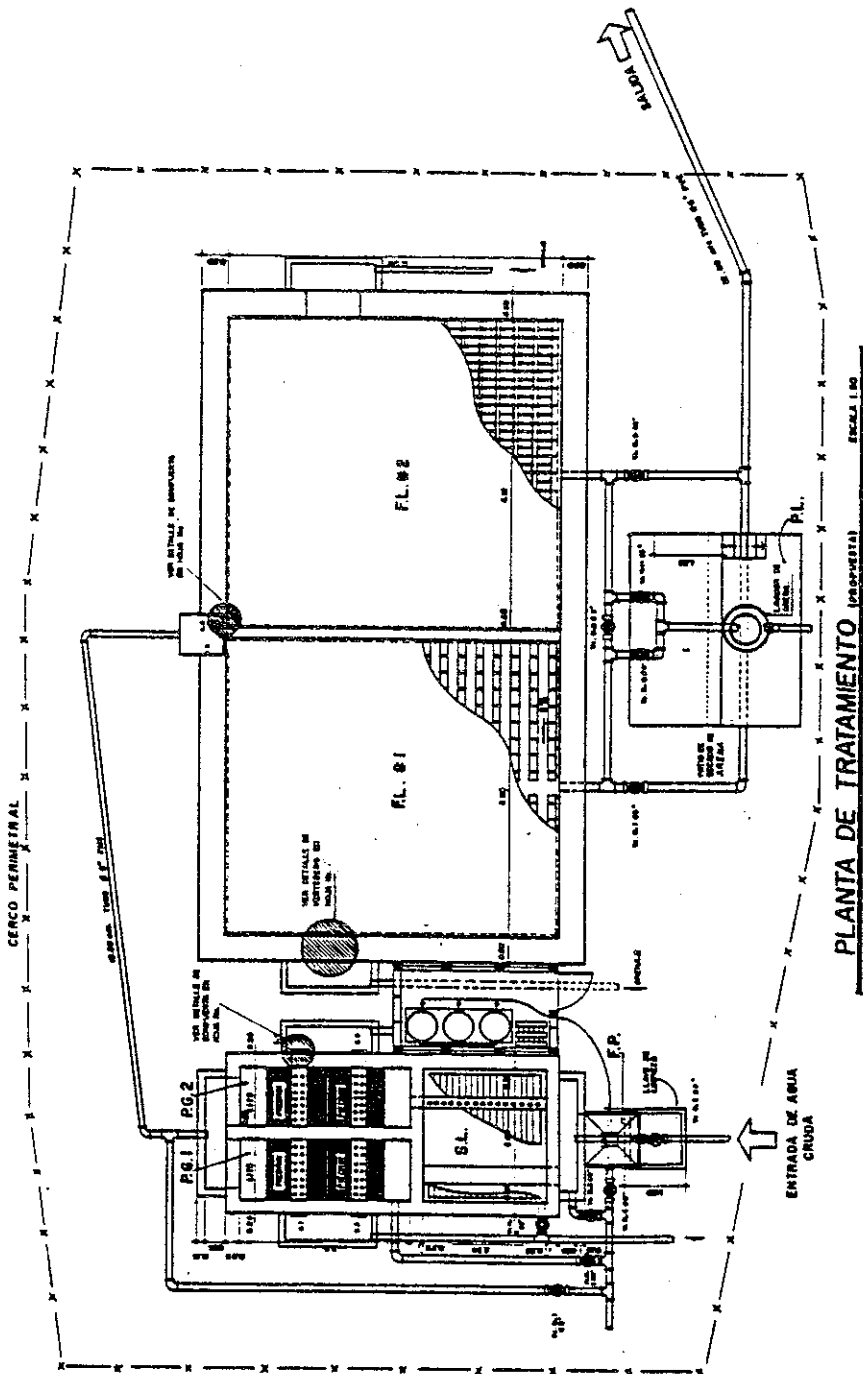
2. COORDENADAS:
 LATITUD: 14° 48' 48"
 LONGITUD: 90° 35' 48"

3. CLIMA: TEMPLADO

4. EXTENSION DEL MUNICIPIO: 114 K²

5. DISTANCIA DE GUATEMALA A SAN RAYMUNDO: 42 Km ASFALTO





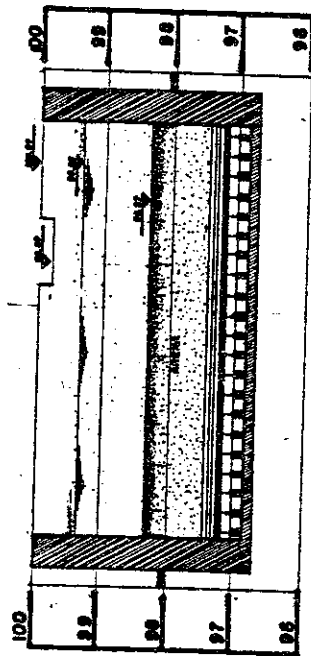
NOMENCLATURA	
FP	FLOCULADOR POROSO
PL	PARED DE LAVADO
SL	SEDIMENTADOR LAMINAR
PR	PREFILTRO DE MALLA
FL	FILTRO LEYD
VA	VALVULA DE COMPARTIA
C	COMPUERTA

INSTRUMENTAL
 S.A.

INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
 DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES
 PROYECTO: OBRAS DE REFORMA Y MEJORA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 MATERIAL:

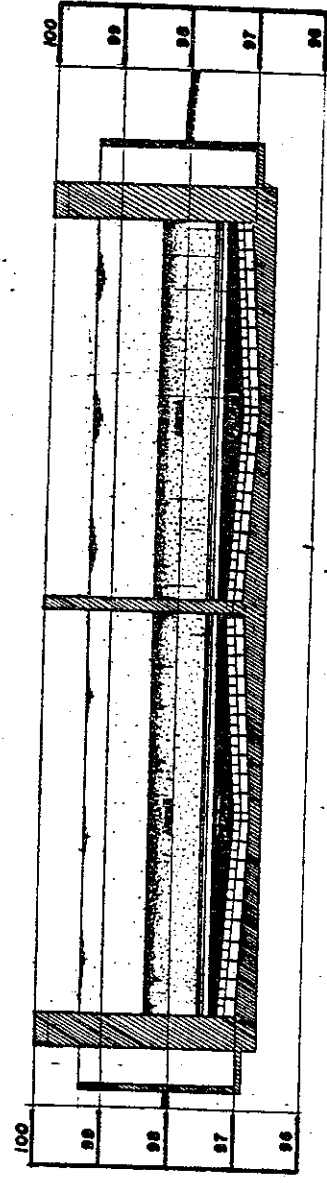
PLANTA DE TRATAMIENTO
 PARA AGUA POTABLE

OBRAS DE REFORMA Y MEJORA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 OBRAS DE REFORMA Y MEJORA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 OBRAS DE REFORMA Y MEJORA DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE



CORTE D-D'

ESQ. VERTICAL: 1:30
HORIZONTAL: 1:30



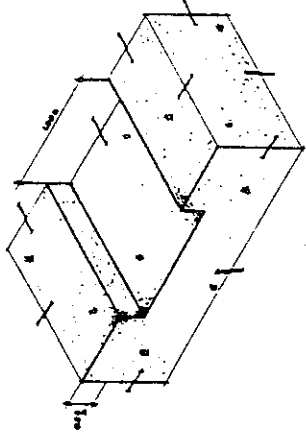
CORTE E-E'

ESQ. VERTICAL: 1:30
HORIZONTAL: 1:30

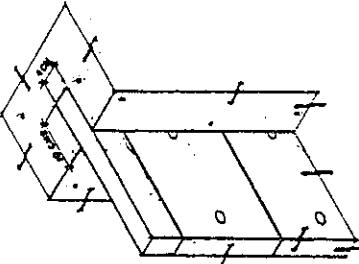
ARENERA	
TAMAÑO EFECTIVO	0.50
COD. LINGÜÍSTICO	E
ALCANTARILLADO	0.8

REDONDO SOPORTE	
Ø 1/2" x 1/2"	Ø 1/2" x 1/2"
Ø 1" x 1/2"	Ø 1" x 1/2"

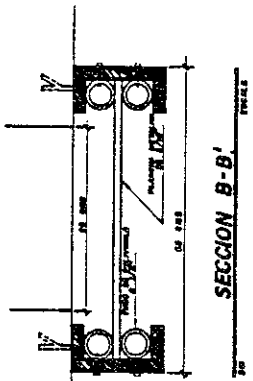
	INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL	FECHA: 18/12/2010
	DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES	PLANO NO: 9001
	Ciudad: SAN RAFAEL	INDICADA
	Provincia: GUATEMALA	SECCION DISEÑO
	PROYECTO NO: ACUEDUCTO	FECHA DISEÑO
	CONYECTO: EPS - EPS - INFOB	FECHA DISEÑO
	PLANTA DE TRATAMIENTO	FECHA DISEÑO
	DE AGUA POTABLE (CORTES)	FECHA DISEÑO
	UBICACION	FECHA DISEÑO



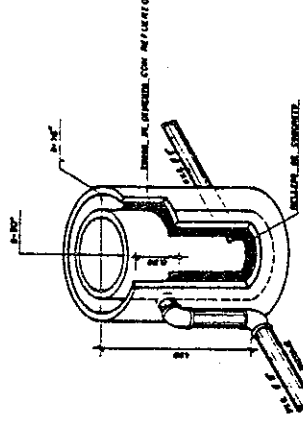
VERTEDERO DE REBALSE DEL FILTRO LENTO



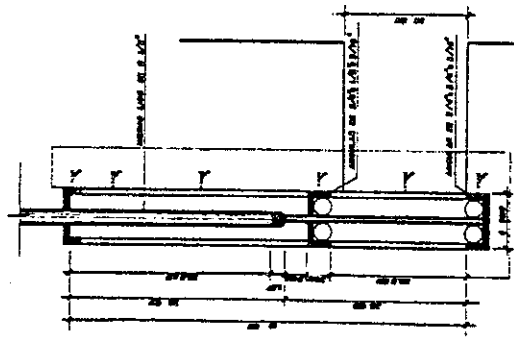
DETALLE DE COLOCACION DE PANTALLA DIFUSORA DE PREFILTRO



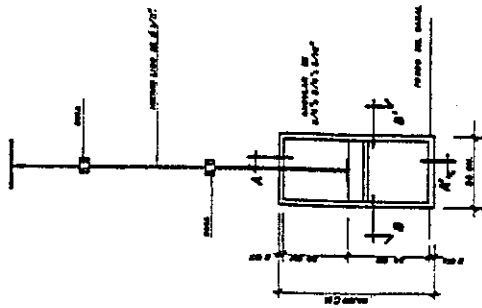
SECCION B-B'



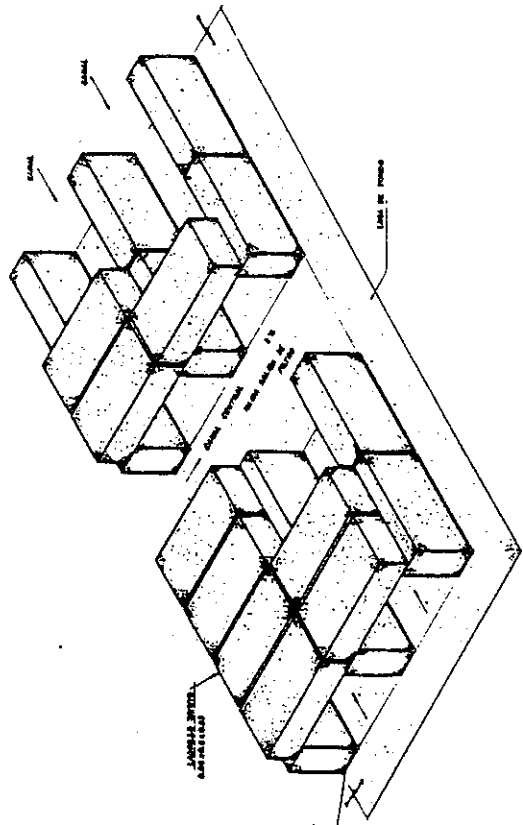
LAVADOR DE ARENA



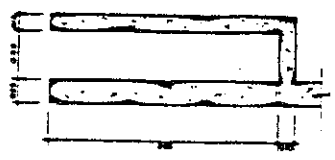
SECCION A-A'



DETALLE DE CUERTEA DE LAVADO PARA PREFILTRO

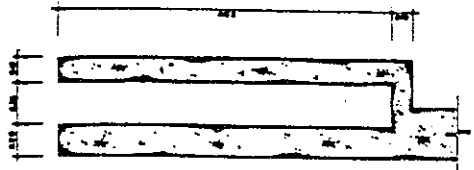


DETALLE DE FONDO DE FILTROS

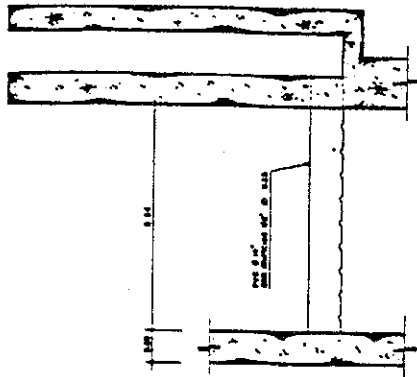


CANAL DE DRENAJE

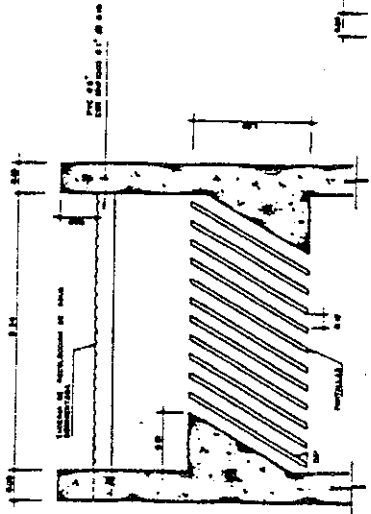
INSTITUTO DE COMERCIO MUNICIPAL		INSTITUTO DE COMERCIO MUNICIPAL	
DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS		DIRECCION DE OBRAS PUBLICAS	
PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
MATERIAL: HORMIGON		MATERIAL: HORMIGON	
AUTOR: ING. J. GARCIA		AUTOR: ING. J. GARCIA	
FECHA: 15/11/54		FECHA: 15/11/54	
Escala: 1/20		Escala: 1/20	
Hoja No. 1		Hoja No. 1	



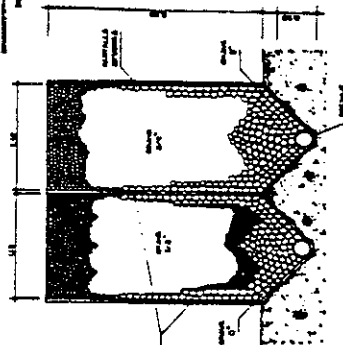
CANAL DE ENTRADA
ESCALA 1:10



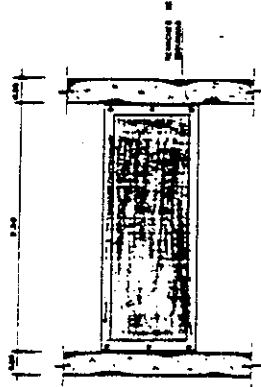
TUBERIA DE DISTRIBUCION DE AGUA FLOCULADA
ESCALA 1:10



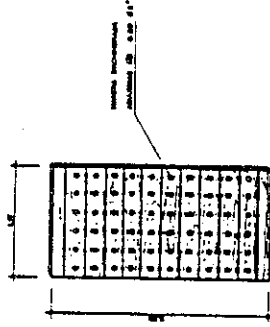
PLACAS DE SEDIMENTADOR LAMINAR
ESCALA 1:10



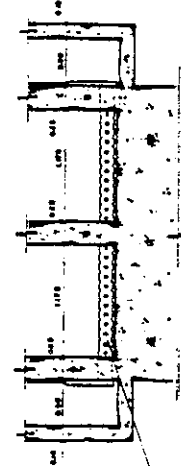
PREFILTROS DE GRAVA DE FLUJO HORIZONTAL
ESCALA 1:10



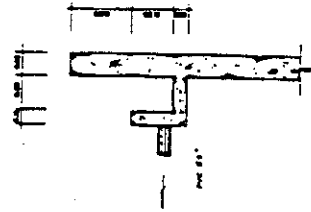
PANTALLAS DE SEDIMENTADOR LAMINAR LONAVINI REFORZADA
ESCALA 1:10



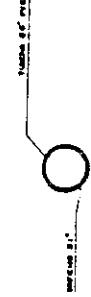
PANTALLA DIFUSORA
ESCALA 1:10



DRENAJE DEL PREFILTRO DE GRAVA
ESCALA 1:10



CANAL DE SALIDA
ESCALA 1:10



TUBERIA DE DRENAJE
ESCALA 1:10

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
 MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y PESQUERÍA
 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
 670 - 000 - 10700

HOJA DE DETALLES

PROYECTO: 670 - 000 - 10700

ESCALA: 1:10

FECHA: 10/10/2010

PROYECTISTA: ING. J. GARCÍA

REVISOR: ING. J. GARCÍA

APROBADO: ING. J. GARCÍA

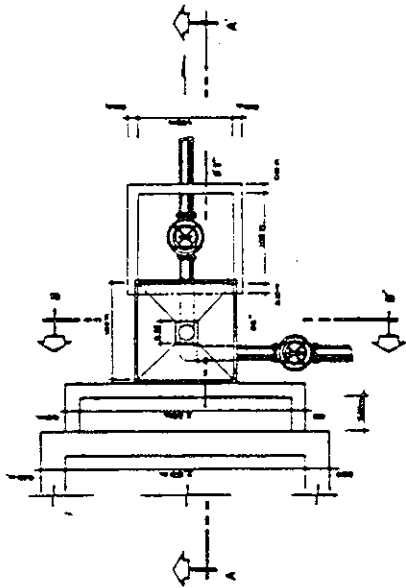


FIG. 1. **DETALLE DE LA PUMPA**

DESPUES DE LA
 REVISION DE LA
 MANTENIMIENTO Y
 REVISION DE LA

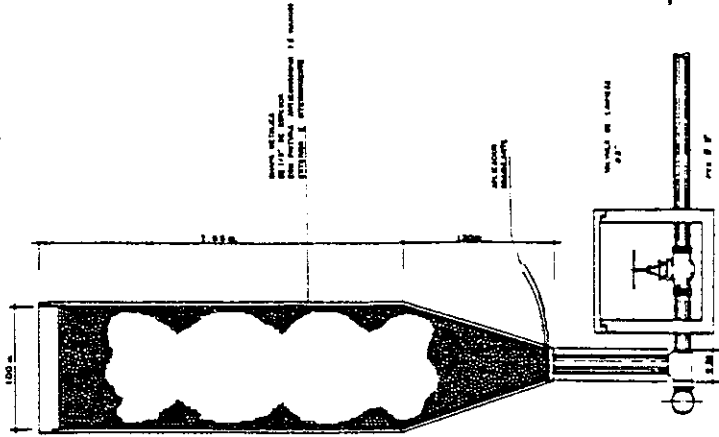


FIG. 2. **CORTE A-A**

DESPUES DE LA
 REVISION DE LA
 MANTENIMIENTO Y
 REVISION DE LA

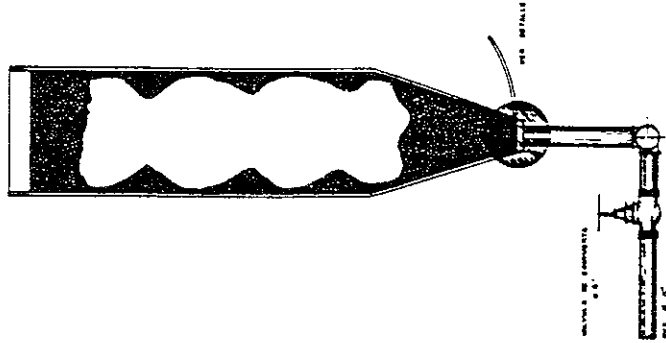


FIG. 3. **CORTE B-B**

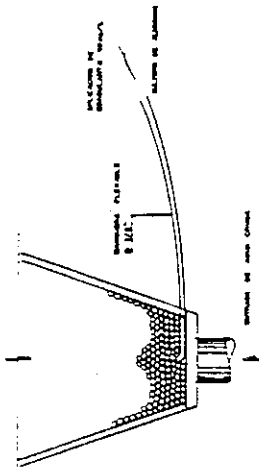
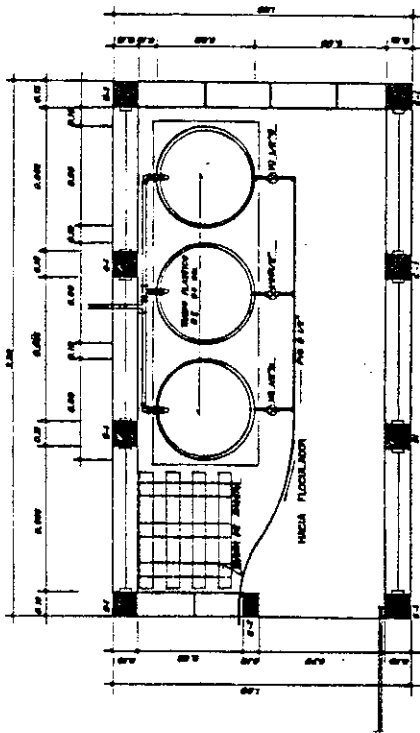
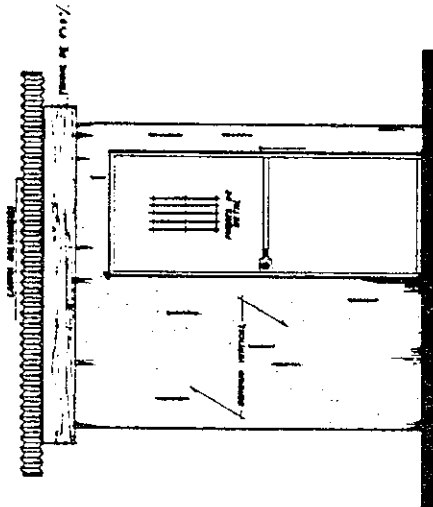


FIG. 4. **DETALLE DE APLICACION DE COAGULANTE**

		INSTITUTO NACIONAL DE HIGIENE Y EPIDEMIOLOGIA MINISTERIO DE SALUD PUBLICA
DIRECCION GENERAL DE HIGIENE Y EPIDEMIOLOGIA LABORATORIO DE INVESTIGACIONES MICROBIOLÓGICAS		NOMBRE DEL PRODUCTO: FLOCULADOR DE MEDIO POROSO
AUTOR: DR. JOSÉ GARCÍA GONZÁLEZ		FECHA DE ELABORACION: 1958
TITULO: FLOCULADOR DE MEDIO POROSO		NOMBRE DEL INGENIERO:
FECHA DE ELABORACION: 1958		NOMBRE DEL INGENIERO:
FECHA DE ELABORACION: 1958		NOMBRE DEL INGENIERO:
FECHA DE ELABORACION: 1958		NOMBRE DEL INGENIERO:

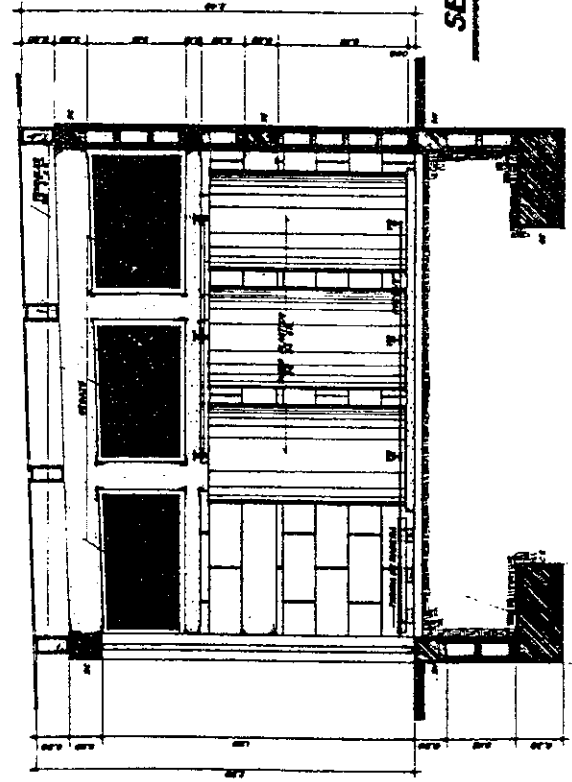


PLANTA



ELEVACION FRONTAL

CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	UNIDAD	VALOR	REMARKS
001	1	CONCRETO	M ³	1.50	
002	1	ACERO	KG	1.20	
003	1	CEMENTO	TON	0.80	
004	1	LABOR	HORA	1.00	
005	1	ALBAÑILERIA	M ²	0.50	
006	1	PAVIMENTO	M ²	0.30	
007	1	REVESTIMIENTO	M ²	0.40	
008	1	ALICATADO	M ²	0.60	
009	1	PUERTAS	UNIDAD	1.00	
010	1	VENTANAS	UNIDAD	0.80	
011	1	MOBILIARIO	UNIDAD	0.50	
012	1	OTROS	UNIDAD	0.20	
013	1	TOTAL			



SECCION A - A'

INFORME

INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
 DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES

NUMERO: **248 RAMBULO**

CIUDAD: **GUATEMALA**

PROYECTO: **PROYECTO DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**

CONVENIO: **OPS - ERIS - IMPOM**

CASETA DE MEZCLA DE CUABULANTE

FECHA: **1958**

ELABORADO POR: **ING. J. GARCIA**

REVISADO POR: **ING. J. GARCIA**

APROBADO POR: **ING. J. GARCIA**

ESTADO: **GUATEMALA**

PROYECTO: **PROYECTO DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**

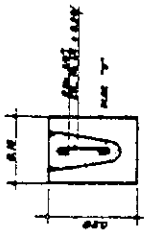
CONVENIO: **OPS - ERIS - IMPOM**

FECHA: **1958**

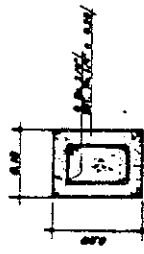
ELABORADO POR: **ING. J. GARCIA**

REVISADO POR: **ING. J. GARCIA**

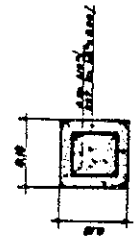
APROBADO POR: **ING. J. GARCIA**



SOLETA INTERMEDIA ES. 1.12



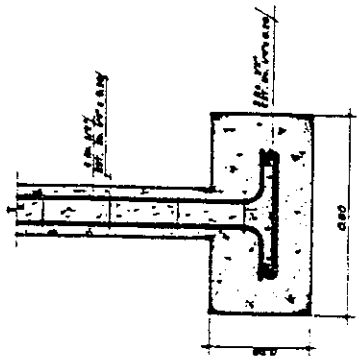
SOLETA MEMBRANA Y SOLETA DE CORONA ES. 1.13



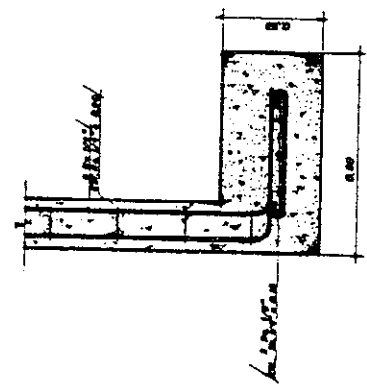
COLUMNA ES. 1.14



COLUMNA ES. 1.15

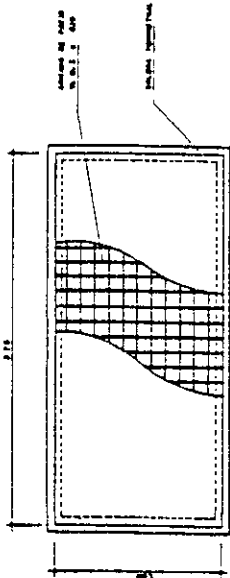


CIMENTO CORRIDO ES. 1.6



CIMENTO CORRIDO COLUMNANTE ES. 1.8

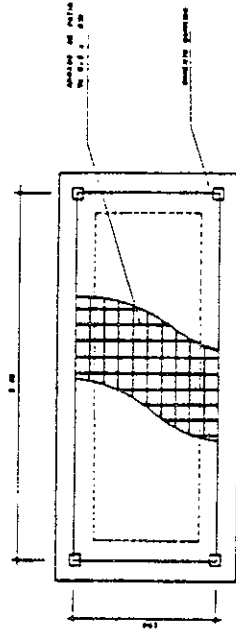
		INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL DIVISION DE OBRAS MUNICIPALES ADMINISTRACION SAN RAMON GUATEMALA	LIBRERIA DE LA PLATE No. SERIE FOLIO
		SERVICIO DE TRATAMIENTO DE AGUAS POTABLES CONVENIO OPA - ENB - INFOM	TITULO: OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LAS OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LAS OBRAS
DETALLE DE COLUMNAS SOLETAS Y CIMENTO CORRIDO (CARETA DE MEZCLA)		DISEÑADOR: [Name] REVISOR: [Name] APROBADO: [Name]	FECHA: [Date] HOJA No. [Number]



PATIO DE LAVADO Y SECADO DE ARENA

N.º 1

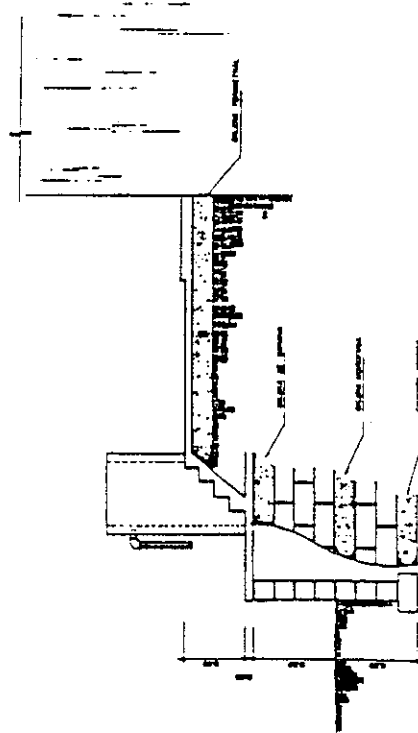
ESCALA 1:10



PATIO DE LAVADO Y SECADO DE ARENA

N.º 2

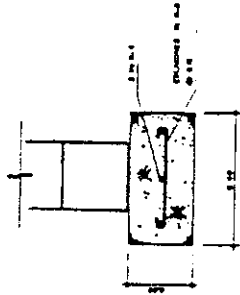
ESCALA 1:10



ESTRUCTURA DE PATIO DE LAVADO Y SECADO DE ARENA

N.º 1

ESCALA 1:10

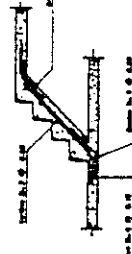
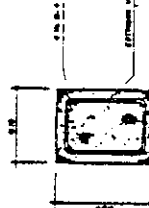


CIMENTO CORRIDO

N.º 1

COLUMNA

N.º 1



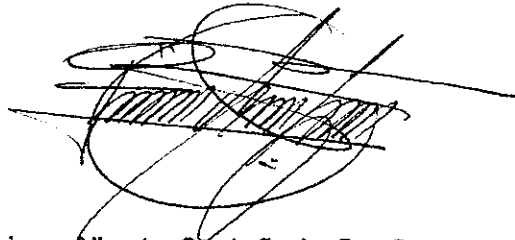
ARMADO DE GRADAS

N.º 1

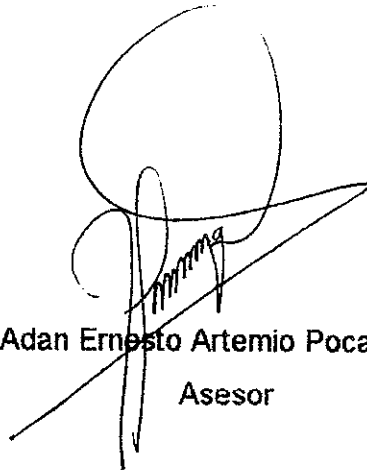
SOLETA MICROFUGA Y DE CORONA

N.º 1

		INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS SAN ESTEBAN PUERTO RICO
PLANO DE TRAZAMIENTO DE OBRAS DE FOMENTO MUNICIPAL DETALLE DE PATIO DE LAVADO Y SECADO DE ARENA		
TÍTULO: PATIO DE LAVADO Y SECADO DE ARENA N.º: 1000 AUTOR: J. J. J. J. FECHA: 1950	ESCALA: 1:10 N.º: 1000 AUTOR: J. J. J. J. FECHA: 1950	INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL DEPARTAMENTO DE OBRAS PÚBLICAS SAN ESTEBAN PUERTO RICO



Ing. Francisco Alberto Castañeda Ocaña
Sustentante



Msc. Ing. Adan Ernesto Artemio Pocasangre Collazos
Asesor

RESUMEN EJECUTIVO

El problema del agua para consumo humano se ve día con día más preocupante por el hecho de que las fuentes de agua que pueden ser utilizadas para este fin van disminuyendo y las poblaciones se ven obligadas a utilizar el agua subterránea que tiene un alto costo en su explotación y el agua proveniente de causas naturales tales como ríos o quebradas, esta agua presenta el problema de que su calidad en la mayoría de los casos es menor que la necesaria para consumo humano y es por ello que se utilizan plantas de tratamiento.

San Raymundo, Guatemala es una comunidad urbana que utiliza para consumo humano agua proveniente de 3 pozos mecánicos y del río frío la utilización de agua subterránea por medio de pozos mecánicos hace que los costos en que incurre la municipalidad sean muy elevados teniendo déficit anuales de Q 85,100.40.

Esta comunidad cuenta con una planta de tratamiento de agua potable que trabaja por medio de un sedimentador laminar y de un filtro lento, estas unidades no están de acuerdo con la calidad del agua que ingresa a la planta y es por ello que el efluente no es de la calidad que se espera.

En este trabajo se presenta la evaluación del estado actual de la planta, de la eficiencia de las unidades actuales y la propuesta de mejoramiento para que la misma funcione eficientemente y pueda dotar al municipio de San Raymundo de agua sanitariamente segura.

La solución que se propone es una planta de tratamiento de agua potable que cuenta con un floculador de medio poroso, sedimentación laminar, prefiltros de grava de flujo horizontal y filtración lenta. Este trabajo también presenta un manual de operación y mantenimiento para que esta funcione eficientemente.

Como principal resultado de este trabajo la municipalidad al utilizar el agua proveniente del río frío luego del proceso que se propone tendrá un sistema de agua potable que sea económicamente rentable.

GLOSARIO

AGUA SANITARIAMENTE SEGURA: Es agua que por sus características físico-químicas y bacteriológicas es apta para consumo humano.

O.P.S.: Organización Panamericana de la Salud.

INFOM: Instituto de Fomento Municipal.

ERIS: Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y de Recursos Hidráulicos.

PERIODO DE BOMBEO: Período de tiempo en un día durante el cual está en funcionamiento un sistema de bombeo.

CAPA BIOLÓGICA (SCHUMTZDECKE): También se le llama piel de filtro, capa biológica que se forma en la parte superior de los filtros lentos, es la encargada del tratamiento biológico del agua.

MEDIO SOPORTE: Es la cantidad de grava de distintos diámetros que se coloca por debajo del lecho de arena, esto con la finalidad de evitar que la arena se lave y salga por el efluente.

DESINFECCION: Proceso por el cual se agrega un químico al agua para protegerla contra la contaminación, generalmente se agraga cloro o alguno de sus derivados.

VALOR PRESENTE NETO: Valor de todos los ingresos y egresos en un período de tiempo llevados al presente por medio de un factor que depende de el período de tiempo que se tra y el porcentaje de inflación con que se trabaje.