

EL PROYECTO DE REHABILITACION DE PLANTAS  
DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE  
EN EL INTERIOR (Fase II 2/2)

Manual de Operación de la planta

Planta de Tratamiento de agua : Morales

Kyowa Engineering Consultants Co.,Ltd.  
Hitachi Plant Engineering & Construction Co.,Ltd.

## INDICE

### MANUAL DE OPERACION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE MORALES

1. Generalidades de la Planta de Tratamiento	1
2. Captación, Desarenador	1
3. Componentes de la planta de tratamiento	1
3.1 Cuarto de dosificación química	1
3.2 Coaguladores	2
3.3 Teoría de floculación	2
3.4 Metodología para determinar la solución de coagulante	3
3.5 Procedimiento de prueba de jarra	4
3.6 Alimentador de sulfato de aluminio	5
4. Tanque de floculación	7
5. Tanque de sedimentación	7
6. Filtros Lentos	8
6.1 Generalidades del Filtro Lento	8
6.2 Cuidado de la operación de Filtro Lento	9
6.3 Procedimiento para lavar los filtros	10
6.4 Mantenimiento de los filtros	10
7. Instalación de suministro de agua en la planta	11
8. Cloración	12
8.1 Generalidades	12
8.2 OJO -Manejo de cloro-	13
9. Tanque de distribución y medidor de flujo	14
10. Instalación Eléctrica	14
11. Limpieza de las instalaciones y extracción de lodo acumulado	14
12. Control de calidad	15
13. Chequeo de las instalaciones de la planta	16
14. Control de almacenaje de los productos químicos	16

### ANEXO

ANEXO-1 : Descripción general de la obra	18
ANEXO-2 : Tabla Volumen de cloro	21
ANEXO-3 : Tabla Volumen de sulfato de aluminio	22
ANEXO-4 : Reporte diario	23
ANEXO-5 : Relación entre indicador (dial) y volumen de sulfato	24
ANEXO-6 : Uso de turbímetro	25
ANEXO-7 : Tabla Lectura de vertedero y caudal de agua	27
ANEXO-8 : Reporte de mantenimiento	28
ANEXO-9 : Cantidad de solución de sulfato de aluminio en prueba de jarras	29

## **MANUAL DE OPERACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE MORALES**

### **1. Generalidades de la Planta de Tratamiento :**

La captación de agua cruda para esta planta es tomada del río La Quebrada. Luego el agua es conducida hasta la planta, pasando por el desarenador, y entra a la fosa de entrada por medio de tres líneas de conducción de PVC, dos de 150 y una de 200 mm.

La planta de tratamiento cuenta con los siguientes componentes : Cuarto Químico: canal de entrada con su respectivo vertedero para la cuantificación del agua a tratar, tanque de mezcla, con precipitación rápida para la aplicación del respectivo coagulante, el cual cuenta con dosificador motorizado y tanque de preparación de solución. Sistema de floculación, dos tanques para el proceso de sedimentación, dos filtros lentos para el proceso de filtración, cuarto de bombas para la dosificación de aluminio y tanque para almacenamiento de agua clara utilizada para el proceso de dosificación de aluminio, sistema de inyección de cloro gaseoso, sistema de medición de agua tratada por medio de medidor de flujo y dos tanques de distribución.

El caudal de agua a tratar es de 2,160m<sup>3</sup>/día.

Las obras que se realizaron en este proyecto, están en las hojas adjuntas "Descripción general de la obra".

### **2 Captación, Desarenador :**

En este proyecto, se colocaron tres juegos de conducto subterráneo poroso, y encima de esto, están colocados los gaviones por la protección de conducto. En estos gaviones, se acumulan las hojas, lodos, por lo tanto es necesario hacer la limpieza diariamente. En caso de que el gavión se colmate por demasiado lodo, se deberá utilizar agua a presión (usar bomba de achique suministrada).

En el desarenador, se colocaron una tubería de rebalse. En esta instalación, se acumula la arena, por lo tanto también se necesita la limpieza periódicamente.

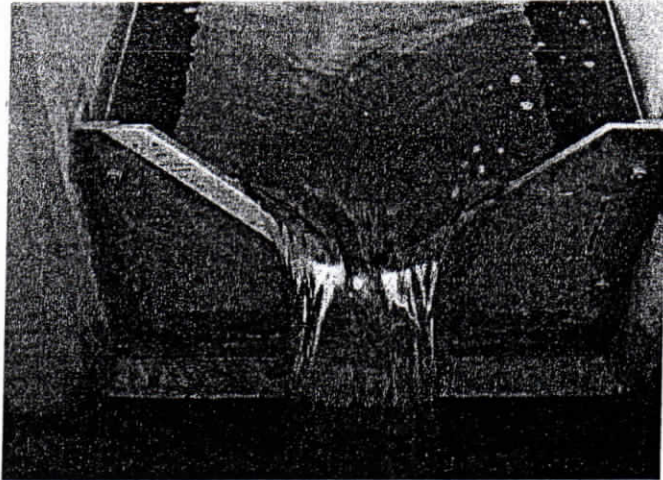
### **3. Componentes de la planta de tratamiento**

#### **3.1 Cuarto de dosificación química :**

El agua cruda entra primero a esta instalación y en la misma existen varios componentes importantes que son necesarios tomar en cuenta para el tratamiento del agua cruda. Previo a la entrada del canal existen válvulas reguladores de caudal, las cuales permiten ajustar y controlar el caudal de entrada. Generalmente esto sucede cuando el agua a tratar contiene demasiada turbidez



y es necesario reducir el caudal para tratar el agua cruda o por mantenimiento en cualquiera de los demás componentes. Seguidamente el agua ingresa a la fosa tranquilizadora de donde luego es conducida al canal de apaciguamiento, para poder determinar el caudal por medio del vertedero triangular en  $m^3/hora$  (caudal de diseño :  $90m^3/hora$ ). Esta lectura es tomada directamente en la escala que dicho vertedero tiene.



Después del vertedero, el agua pasa a una caída fuerte en la cual el coagulante (Solución de sulfato de aluminio) es aplicada, y posteriormente entra al dispositivo de mezcla, donde está reducido el paso de agua por medio de una válvula de pie. El propósito de esta operación es provocar una agitación fuerte de agua con el coagulante, para que permitir una buena formación de Flóculo.

### 3.2 Coaguladores

Tienen por objeto transformar en partículas voluminosas y pesadas, las materias coloidales muy finas contenidas en el agua, con el fin de favorecer la sedimentación.

La elección del producto coagulante y la dosis a emplear depende de la naturaleza del agua a tratar y solo puede determinarse mediante ensayos de laboratorio (prueba de jarra, etc.).

Además, se debe tomar en cuenta la influencia del coagulante en el medio en que actúa. Debido a que el sulfato de aluminio es de ácido fuerte, esto provoca una acidificación del agua. Por ello, es necesario efectuar una neutralización de agua. Para esta neutralización de pH, se está utilizando la cal.

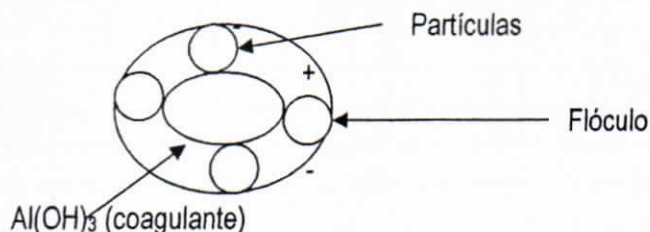
Como un ejemplo, en plantas de tratamiento de agua en la Ciudad de Guatemala se ha venido utilizando el sulfato de aluminio como coagulante, el cual coagula adecuadamente cuando el pH es inferior a 7.4 o superior a 8.5, pero la eliminación de materia orgánica se efectúa mejor en medio ácido, es decir, con un pH inferior a 7.0.

### 3.3 Teoría de floculación

La floculación ocurre cuando el coagulante (sulfato de aluminio) reacciona con el álcali que está en el agua, y esto forma el hidróxido metálico. Este hidróxido metálico adsorbe las partículas que se reúnen como floculo el cual crece durante la floculación.



La reacción química más popular es la siguiente:



En el proceso de purificación de agua, es muy importante que se inyecte el coagulante para formar flóculos grandes, lo que facilita la separación de las partículas y el agua en el proceso de sedimentación.

En el tiempo que la turbiedad del agua no está alta (como en la época seca), el coagulante, se neutraliza por la alcalinidad del agua de río y no reduce el valor de pH; sin embargo, en la época de lluvia, cuando está muy alta la turbiedad, se consume bastante coagulante y puede reducir el pH.

### 3.4 Metodología para determinar la solución de coagulante (sulfato de aluminio)

Con la prueba de jarras se trata de reproducir las condiciones en las cuales se producen los procesos de floculación y sedimentación en la planta de tratamiento. Sin embargo, dado el pequeño volumen (1 litro) que los vasos de precipitado contienen, en comparación con el gran volumen de los tanques de floculación reales, la prueba de jarras constituye una reproducción parcial del proceso que se efectúa en el prototipo.

Para que sea más eficiente lo que está escrito anteriormente, en este proyecto se realizó la construcción nueva o rehabilitación de tanque de mezcla, instalación de dosificación química, tanque de floculación, tanque de sedimentación.

Para saber la cantidad adecuada de sulfato de aluminio que se debe agregar al agua se hace la determinación por medio de la "Prueba de Jarras".

Para iniciar el proceso de jarras o cuando no se tiene posibilidad de hacerla, hay una fórmula de relación entre el volumen necesario de sulfato de aluminio (sólido) y la turbiedad.

$$P = 6 + 2\sqrt{T}$$

P = Dosis de sulfato de aluminio (sólido) ( mg / lit )

T = Turbiedad de agua cruda (agua de río) (grado, NTU)

Conforme a la formula anterior, se saca la siguiente tabla. (VER GRAFICA ANEXO 5)

Turbiedad (grado NTU)	Dosis de sulfato de aluminio sólido (mg/lit.)
10	12
20	15
30	17
40	19
50	20

Los valores de la dosis son como una referencia, que se sacó conforme a la formula anterior. Cada agua de río tiene diferente tipo de componentes de turbidez, por lo tanto es importante hacer la prueba de jarras para definir la dosis de sulfato. Especialmente en la época de lluvia, cuando está muy alta la turbiedad, es mejor sacar el volumen de sulfato por la fórmula y también por la prueba de jarra, para chequear el valor adecuado de sulfato a inyectar.

### 3.5 Procedimiento de la prueba de jarra

En el procedimiento de prueba de jarras, se saca la dosis de sulfato según la formula (sólido) y con este volumen se realiza la prueba, usando valores un poco más altos y un poca más bajos que el de la formula. El valor más adecuado es el que dé mejor sedimentación. A continuación está la tabla de sulfato (sólido) de diferentes tipos.

Turbiedad (grado)	Volumen de sulfato (sólido) en la prueba de jarra ( mg/lit )		
	No.1	No.2	No.3
10	6	12	18
20	8	15	23
30	9	17	26
40	10	19	29
50	10	20	30

#### Equipo necesario para Prueba de Jarras :

1. Seis vasos picudos de 1000ml
2. Aparato de coagulación (equipo de jarra)
3. Balanza analítica
4. Aparato para determinar turbiedad (también pH, color, si lo consigue)
5. Reloj



### Procedimiento :

1. Coloque el agua de la muestra en los seis vasos de precipitar (1000 ml).
2. Haga girar las paletas del aparato a 100rpm, agregando la solución de sulfato de aluminio en solución del 10%, en cantidades diferentes en cada vaso de precipitar y se deja agitar por un minuto.
3. Una vez hecha la mezcla rápida se disminuye la velocidad de rotación de las paletas a 30 ó 60 rpm (promedio 40 rpm) o en la velocidad que se seleccione como condiciones óptimas de floculación y se deja flocular el agua 10 minutos o el tiempo necesario.
4. Luego del período de floculación, suspenda la agitación, extraiga las paletas, y deje 10 minutos para la sedimentación de los flóculos. El que se observe que queda con menor turbiedad (más purificada el agua superficial y se formó el floculo más grande), es la dosis adecuada ( mg/lit ).
5. Coloque los sifones para la toma de muestra. Tome las muestras descartando los 10cm<sup>3</sup> primeros y colectando en vasitos de aproximadamente 30cm<sup>3</sup> y proceda a efectuar la medición de turbiedad en cada muestra.
6. Los resultados se grafican en papel aritmético, seleccionándose como dosis óptima a aquella que produce la menor turbiedad.

Es recomendable preparar una grafica de relación entre la turbiedad y la cantidad de sulfato conforme a las pruebas. Esto facilitará la operación en época de lluvia, cuando frecuentemente cambia la turbiedad del agua.

7.

8. Los resultados se grafican en papel aritmético, seleccionándose como dosis óptima a aquella que produce la menor turbiedad.

### 3.6 Alimentador de sulfato de aluminio

La cantidad de sulfato de aluminio es determinada por la velocidad y tamaño del tornillo tipo gusano del alimentador de sulfato de aluminio. Debido a que el controlador volumétrico esta graduado para el volumen que pasa por dicho tornillo, en ocasiones es necesario determinar el volumen

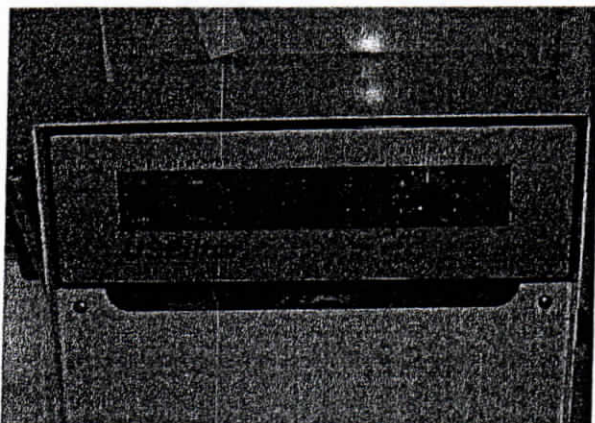




de sulfato en peso, midiéndolo en la salida del tornillo, para realizar una tabla que permita determinar las dosificaciones mas frecuentes que puedan utilizarse en el proceso de la planta de tratamiento.

Arranque:

- a) Poner el switch POWER en ON.
- b) Colocar el switch START- STOP en RUN.
- C) En el dial de control de alimentación, FEED RATE CONTROL, coloque el dial (0-10) en la posición que saca la cantidad deseada. El alimentador saca la cantidad de sulfato conforme a la velocidad de gusano, y para ajustar la velocidad, cambia el dial.



Una selección de dial de 10 daría 100% de la velocidad del motor. Cuando el flujo de agua o la calidad de la misma varien, el potenciómetro puede ser usado para cambiar el porcentaje del alimentador de aluminio, para cumplir con la demanda del químico requerido.

Paro:

Colocar el switch START- STOP en STOP para parar. El switch de POWER podría quedar en la posición ON a menos que el alimentador es parado por un periodo largo de tiempo o de servicio de trabajo, esto podría pasar.

PRECAUCION :

- 1) Para evitar posibles daños a los componentes del control SCR, nunca seleccione el switch POWER en el panel de control a ON a menos que el switch START-STOP está en la posición STOP.
- 2) No ponga sobrecarga (más de 450kg) a la tolva de alimentador. También para evitar que se atasque la maquina, debe de evitar que entre agua en la tolva.
- 3) Cuando se atasca la parte del gusano por cualquier material extraño, o porque el sulfato se encuentra húmedo, entra a funcionar la protección del engranaje del gusano en el panel de control (más de 0.15N m) y se para el motor automáticamente. Para evitar esto, se debe de limpiar siempre la parte del gusano y también tener cuidado con la humedad (La humedad hace endurecer el sulfato).
- 4) Si el sulfato de aluminio es de mala calidad, y se pone duro y forma masa, se debe de

deshacerla para evitar el atascamiento del gusano.

Tomar el peso de sulfato de aluminio :

Tome el peso del sulfato de aluminio de acuerdo al siguiente procedimiento:

- a) Operar manualmente el alimentador, con el control de alimentación al 100%.
- b) Con intervalos de 5 minutos, recolectar la muestra en bureta calibrada para peso.
- c) Determinar el peso neto de cada muestra, sustraer el peso del contenedor desde peso del contenedor y muestra.
- d) Obtener el resultado promedio del peso de las muestras por adición del peso de las muestras y dividiendo entre el número de muestras tomadas.
- e) Multiplicar el promedio del peso obtenido en gramos de las muestras por 12 para obtener el porcentaje de alimentación de químico en gramos por hora.
- f) En papel milimetrado, plotear el peso de alimentación en gramos por hora al 100% del potenciómetro (Vertical : peso, Horizontal : porcentaje (100% es equivalente a 10 en dial).
- g) Dibuje una línea de cero hacia el punto ploteado.
- h) El peso de alimentación de químico, a cualquier selección, ahora puede ser seleccionado de la gráfica.

#### **4. Tanque de floculación**

En este proyecto, se construyó el tanque de floculación. La corriente del agua que sale de tanque de mezcla va girando en forma de zig-zag. Y mientras el flujo se agita en los floculadores, se va formando el floculo, uniendo los lodos con el sulfato de aluminio.

Es necesario que los floculadores permanezcan limpios en sus paredes, para evitar la proliferación de algas, para ello es necesario aplicar sulfato de cobre o hipoclorito de calcio, disuelto en agua, directamente a las paredes. Este procedimiento se hace sin vaciar el tanque floculador.

#### **5. Tanque de sedimentación**

En este tanque, se da el proceso de precipitación o sedimentación de los lodos, que a través de la reacción de la gravedad, se precipita el floculo formado en el proceso de la floculación cuando pasa en las planchas. Posteriormente, el agua decantada es recolectada por las canaletas recolectoras, para luego ser conducida a la batería de filtros lentos. Debido a la acumulación de lodos en el fondo de los sedimentadores, es necesario extraer los mismos frecuentemente, para evitar que el floculo



pase a los filtros.

Generalmente en tiempo de lluvia, la turbiedad tiende a aumentar en el agua, lo que repercute que los filtros acumulen más lodos en menos tiempo, por lo que se recomienda chequear periódicamente el fondo de los sedimentadores.

También se debe tener cuidado de evitar proliferación de algas en las paredes ya que las mismas dan mal aspecto al agua y también pueden llegar a colmar los filtros, para ello es necesario aplicar sulfato de cobre o hipoclorito de calcio, disuelto en agua, directamente a las paredes. Este procedimiento se hace sin vaciar los tanques sedimentadores.

En este proyecto, se realizó la construcción de dos tanques sedimentadores y se modificó la fosa de entrada y el tanque de sedimentación antiguos, los cuales se convirtieron en tanque de almacenaje de agua para la dosificación química y tanque de lavado de arena.

## **6 Filtros Lentos**

La filtración tiene por objeto retener las partículas en suspensión en el agua, tanto las procedentes del agua cruda como las originadas en una previa coagulación. Asimismo es la responsable en gran parte de la producción de agua de calidad, coincidente con los patrones de potabilidad.

En este proyecto, se construyó un tanque de filtro nuevo y se rehabilitó los tres tanques existentes. Asimismo, se cambió las válvulas y el material filtrante. Las especificaciones de los materiales filtrantes son las siguientes :

1. Número de tanques : 2
2. Área de filtración : 223m<sup>2</sup> (14.93 m(W) x 14.93m(L))
3. Capacidad : 4.8 m<sup>3</sup>/ m<sup>2</sup> /día
4. Especificación de arena, grava :

	1ª capa Grava	2ª capa Grava	3ª capa Grava	4ª capa Grava	5ª Capa Arena*
Tamaño o diámetro	16-25mm	9-16mm	5-9mm	3-5mm	0.3-0.45mm
Espesor de capa	250mm	150mm	100mm	100mm	900mm

\* : Coeficiente de uniformidad: Menos de 2.0

### **6.1 Generalidades del Filtro Lento**

El agua decantada o después del proceso de sedimentación entra a los tanques de filtración. Posteriormente el agua es forzada a pasar por la capa de filtración (arena, grava).

Dentro de los filtros lentos se da un proceso de descomposición de materias flotantes o disueltas en



el agua por la oxidación, debido a que en la superficie y las capas de arena, los captura el grupo de microorganismo. Mientras que no exista ninguna condición anómala que impida el funcionamiento del grupo de microorganismo, en el filtro lento, se eliminan no solo las materias en suspensión, las bacterias que están en el agua, sino que también elimina cierto grado de nitrógeno amoniacal, mal olor, hierro, manganeso, detergente sintético.

El proceso de purificación de agua se da mediante el paso del agua cruda por el lecho filtrante con una velocidad lenta. Los materiales en suspensión se detienen en la superficie de la capa de material filtrante por el mecanismo de adhesión de la capa. Además, las que están detenidas se unen con los humus (hojas descompuestas de árboles), sal nutricional (nitrógeno, fósforo), y forman una capa de lodos. Encima de esta capa, se generan los materiales de moho, microorganismos y se generan las bacterias que activan la descomposición de estos, es decir, que esto permite la formación de una capa biológica. En esta capa, se generan los Mohs, principalmente diatom, y estos Mohs trabajan en la asimilación del ácido carbónico (como fotosíntesis), y esta actividad produce el oxígeno, que promueve a la descomposición de oxidación de las materias en suspensión por las bacterias.

Esta detención de materias en suspensión se realiza en la superficie de la capa, por lo tanto el agua de turbiedad alta hace atascar la superficie de la capa con menos tiempo. La turbiedad presente en el agua que ingresa al filtro, no debe sobrepasar 10 UTN.

## **6.2 Cuidado en la operación del Filtro Lento**

La detención del material en suspensión en el filtro lento se lleva a cabo en la parte superficial de la capa de arena, lo que provoca incremento de la pérdida de carga en lecho filtrante del filtro. Por tal razón, cuando la pérdida de carga del filtro empieza a incrementar, se debe disminuir la altura de la plancha "Stop log" en la salida del filtro, para incrementar la carga hidrostática.

La plancha de STOP LOG está formada por cinco reglas de 10 centímetros de altura cada una y cuando la pérdida de carga empieza a incrementar en el filtro, se debe ir quitando las reglas en mención, una por una, con el cuidado de evitar que la carga de agua en el filtro aumente demasiado, ya que esto podría ocasionar inundación rebalse del tanque de agua clara utilizado para el bombeo. Si no se obtiene la carga o el caudal suficiente, se debe parar la filtración, y proceder con el lavado de arena de la capa contaminada (10 mm).

Debido a la constante limpieza de la arena, es probable que exista pérdida de la misma, por lo que se recomienda volver a nivelar el lecho filtrante, cuando el nivel haya reducido una altura de 45 centímetros.

Utilizado 27/12/16 con 2 personas en calle 20  
- Sr. Guillermo Loya y Rolando Mendez Lemus.  
Ayuda Sr. Carlos Garmadía.

### 6.3 Procedimiento para lavar los filtros

- Cerrar válvula de entrada al filtro.
- Esperar que el agua estancada sobre la arena sea filtrada. Si no es posible que el agua siga su proceso de filtración entonces.
- Abrir válvula de drenaje para evacuar el agua restante.
- Esperar que los lodos acumulados sobre la arena se sequen con el sol.
- Remover la capa de arena con lodo (10 mm) y colocarla sobre el patio de lavado de arena.
- Lavar la arena sobre el patio de lavado. Y luego volver a colocarla dentro del filtro.
- Cerrar válvula de drenaje.
- Luego de colocada la arena lavada, es necesario utilizar el sistema de retroalimentación, con el fin de eliminar el aire acumulado en el interior del lecho filtrante. Cada filtro está equipado con su respectiva tubería y valvulería para la retroalimentación. Cada filtro tiene en la caja de su salida, una válvula de 100 mm de diámetro, la cual debe abrirse para que la carga del agua del filtro vecino ingrese a él. Cuando el nivel de agua llegue a unos 10cm encima de la capa de arena, abra la válvula de entrada.
- Cerrar válvula de retroalimentación (150 mm de diámetro)
- Chequear que los Stop Log están bien ajustados con las cuñas. Para evitar que el filtro se desboque, ya que esto provocaría que el tanque de agua clara para succión de bombas se rebalse.
- Abrir nuevamente válvula de drenaje y chequear la calidad del agua, si es buena, entonces proceder a cerrarla, si en caso no lo es, esperar a que mejore y luego cerrarla.

### 6.4 Mantenimiento de los filtros

- Hacer chequeos periódicamente de las válvulas.
- Engrasar las partes metálicas en contacto en las válvulas.
- Limpiar las paredes de los filtros de vez en cuando.
- Controlar periódicamente el nivel de la arena de los filtros, ya que en cada lavado, es posible que se pierda cierta cantidad. Cuando eso sucede, se debe nivelar nuevamente, con la misma arena (con las mismas características físicas: peso específico y granulometría).



## **7 Instalación de suministro de agua en la planta**

En este proyecto, se construyó el cuarto de bomba, y están instaladas dos bombas. Las dos bombas no funcionan juntas. Para su larga vida de la bomba, es recomendable utilizar las alternativamente y llevar el diario de funcionamiento. El agua filtrada entra al tanque de almacenamiento (el que usaba como tanque de sedimentación), y posteriormente con estas bombas se lo envía al depósito de agua que está encima del cuarto de dosificación química.

Quando el interruptor del panel eléctrico está siendo operado en automático, y si el nivel del agua en el tanque de almacenamiento es, la bomba arranca automáticamente y cuando el depósito del agua llega a su nivel máximo, la bomba para automáticamente.

En el caso de que la bomba se opere manualmente (Cambiando interruptor a manual en el panel de control), en este modo, no se para la bomba aunque esté lleno el depósito, por lo tanto se necesita cuidado.

### **Precauciones de operación :**

- A arranque de la bomba por primera vez. Se debe cebar la bomba .
- Revisar que el voltaje de operación esté dentro del 10% de lo especificado en la placa.
- Tener cuidado con el agua que se está bombeando, de que no contenga mucha arena, lodo, materiales viscosos o sólidos, ya que eso ocasiona que el motor se sobrecargue.
- Nunca operar la bomba con bajos niveles de agua.

### **Mantenimiento e inspección :**

- Inspeccionar y remover lodo suciedad que se haya adherido al cobertor de succión, o cuerpo de la bomba cada 10 días.

### **Especificación de bomba**

Cantidad	2
Capacidad	0.06m <sup>3</sup> /min
Elevación	10 m
Voltaje	120V



## **8. CLORACION**

### **8.1 Generalidades :**

La desinfección final del agua distribuida por tuberías tiene una importancia fundamental y es casi universal, ya que constituye la última barrera contra la transmisión de enfermedades bacterianas y víricas por el agua.

La eficacia del proceso de desinfección depende de que se haya conseguido agua con un alto grado de pureza mediante el tratamiento previo, ya que la presencia de materia orgánica y de compuestos fácilmente oxidables en el agua neutraliza en mayor o menor medida los desinfectantes. Los microorganismos aglomerados o absorbidos por partículas están también parcialmente protegidos contra la desinfección y, en muchos casos, no se logra destruir los patógenos y las bacterias fecales cuando la turbiedad es superior a 5 unidades nefelométricas (UTN). Es pues, esencial que, antes de la desinfección final, el agua se someta a tratamiento para conseguir que la medida de la turbiedad no sobrepase 5 UTN en ninguna muestra. Con una planta que funcione adecuadamente, se obtendrán regularmente valores muy por debajo de estos límites.

En este proyecto, se construyó el cuarto de cloro nuevo, y está instalado un inyector de cloro.

Adjunto a este manual, se encuentra una tabla sugerida, que indica el volumen de cloro a inyectar conforme al caudal que se registra en la entrada a la planta (vertedero). Sin embargo, siempre es necesario llevar el control de cloro residual.

En el cuadro siguiente, se hace referencia a los límites adecuados de concentración de cloro libre residual, que es aquella porción del cloro residual total que sea libre y que sirve como medida de la capacidad para oxidar la materia orgánica.

CUADRO DE RELACION ENTRE CLORO RESIDUAL LIBRE Y SUS RESPECTIVOS LIMITES MAXIMOS ACEPTABLES Y LIMITES MAXIMOS PERMICIBLES.

<b>SUBSTANCIA</b>	<b>LMA</b>	<b>LMP</b>
CLORO RESIDUAL	0.3 - 0.5 mg/L	0.6 - 1.0 mg/L

Observaciones al cuadro:

- El límite máximo aceptable, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.3 mg/L a 0.5 mg/L, después de 30 minutos de contacto, con el propósito principal de reducir en un 99.99 % la concentración de virus entéricos.

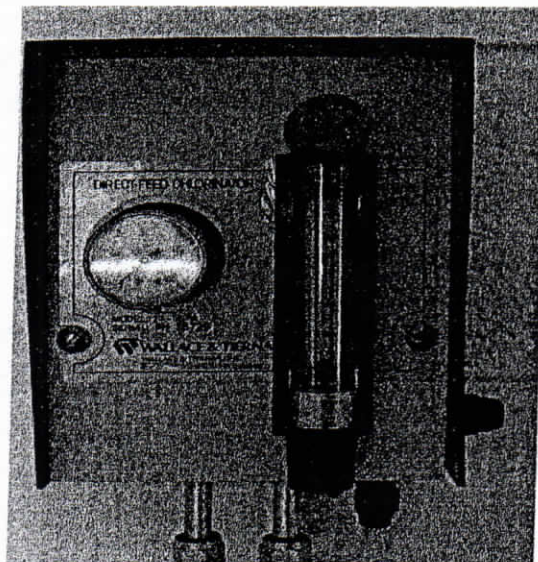
- b) En aquellas ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro debe mantenerse en un límite máximo permisible de 0.6 mg/L a 1.0 mg/L, en todas las partes del sistema de distribución haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben tomarse medidas similares en los casos de interrupciones o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.
- c) Los límites aceptables y permisibles de estas especificaciones están sujetos a modificarse cuando se pueda emplear un método analítico sencillo pero preciso y exacto para determinar la presencia de las sustancias denominadas *Trihalometanos* (THM) en el agua de consumo, siempre que no sobrepasen el límite de 0.1 mg/L.

## 8.2 OJO -Manejo de Cloro-

Se necesita extremo cuidado. El cloro, es gas y está almacenado en el cilindro. El peso específico de este gas es más grande que lo de aire, y su olor es muy fuerte y es venenoso, por lo tanto se necesita tener mucho cuidado en el manejo. Cuando existe mucha humedad en el ambiente, el cloro se vuelve muy oxidable, permitiendo que los accesorios de inyección se dañen con facilidad. Para su almacenamiento, es necesario que este en base plana y dura, bien sujetado, para evitar que pueda rodar o golpearse. Asimismo, evitar que el sol pegue directamente sobre el cilindro.

Inyector de cloro

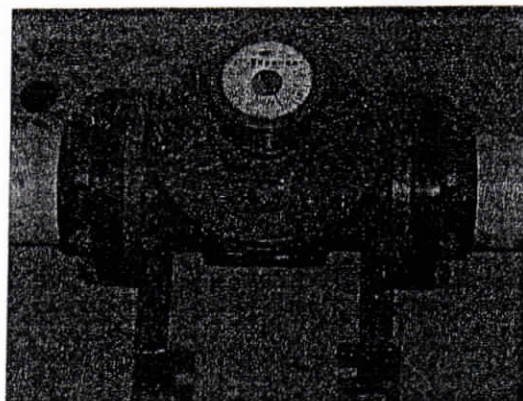
Tipo            inyección directa  
 Cantidad      1  
 Capacidad     20 libras/día  
 Volumen de inyección de cloro  
 Promedio 1mg/lit.    Max 3mg/lit.





### **9. Tanque de distribución y medidor de flujo**

Este tanque tiene la finalidad de almacenar el agua filtrada que viene de la batería de dos filtros. Desde este tanque, sale la línea de distribución (250mm) en la cual se encuentran instalados dos medidores de flujo tipo turbina (125 y 50), para la medición de caudal ( $m^3/hora$ ). Es importante que en estos componentes de medición sea leída la lectura cada cierta hora diariamente para llevar el control del agua de servicio producida.



### **10. Instalación Eléctrica**

Los controles generales de los componentes del alimentador de sulfato de aluminio, las bombas de agua para la dosificación química, la iluminación general están dentro de un panel de control, el cual protege a los equipos contra mala operación o distorsiones en la línea principal, como altos voltajes. Se debe tener cuidado en la operación de los componentes del panel para evitar accidentes y evitar daños en los equipos mecánicos y electrónicos.

El flipón de la fuente de energía principal o general, controla toda la alimentación de energía eléctrica de la planta.

En caso de emergencias o daños en la línea principal, es necesario operar este flipón. Los demás componentes tales como iluminación de todas las instalaciones, así como de las bombas de dosificación química, alimentador de sulfato de aluminio y fuente de energía del panel de control, tienen su flipón independiente. Por ejemplo si es necesario realizar reparaciones eléctricas en el cuarto de bombas, oficinas, dosificación de aluminio o de cloro e iluminación exterior, todas estas instalaciones tienen su respectivo flipón.

Aunque el panel de control cuenta con sus respectivas protecciones, es recomendable que en época lluviosa cuando exista demasiada tormenta eléctrica, se suspenda el uso de las bombas y el alimentador de sulfato de aluminio, bajando los flippers que le correspondan a cada uno ellos.

### **11. Limpieza de las instalaciones y extracción de lodo acumulado**

La limpieza de las instalaciones y extracción de lodo acumulado en los componentes de la planta de tratamiento es importante para que el agua producida sea de buena calidad. Desde la entrada del tanque de floculación hasta la salida del tanque de sedimentación, se acumulan, lodos, y si



se deja acumular estos, afecta la calidad del agua y baja el rendimiento de la planta. Por lo tanto se debe vaciar los tanques de floculación y sedimentación periódicamente para sacar el lodo acumulado. Para esta limpieza, es recomendable ayudarse con la bomba de achique, para utilizar chorro a presión contra las paredes y el piso, con el fin de agilizar los trabajos y evitar que la suspensión de la producción del agua no sea en mayor tiempo.

#### Puntos importantes en la extracción de lodo del tanque de floculación

Los mohos que nacen en el tanque, se detienen por las paredes y se acumulan en el tanque. O también los flóculos crecidos se sedimentan y se acumulan en el tanque, lo que disminuye el tiempo que se mantiene el agua en el tanque o afecta la formación de floculo, por lo que es importante hacer la limpieza periódicamente.

#### Puntos importantes en la extracción de lodo del tanque de sedimentación

En este tanque, están instaladas dos válvulas de extracción de lodo, sin embargo, es difícil sacar el lodo al solo drenar el agua. Por lo tanto es mejor vaciar tanque por tanque y hacer la limpieza a mano, contando con el personal adecuado para ello. En la época seca, crecen los mohos, y para detener esto, es recomendable cubrir el tanque con la tela negra o plástica para reducir la luz solar.

### **12. Control de calidad**

El control de calidad de agua en la planta, se debe de efectuar sin falta para chequear el efecto de los tratamientos y para determinar el volumen de producto químico (cloro, sulfato de aluminio) a aplicar.

Esto se debe efectuar diariamente o cuando cambia la calidad de agua cruda que entra a la planta, debiendo siempre tomar los datos correspondientes

Para mejor control de sanidad, es recomendable pedir el análisis de agua al INFOM cada tres meses o cuando sucede algo anormal. Los puntos importantes en el control de calidad de agua se presentan en el siguiente cuadro:

Descripción	Puntos de control
Norma de calidad	Según la norma guatemalteca.
Puntos de análisis, frecuencia de medición	Puntos de análisis : Turbiedad, Olor, Color Frecuencia : 8:00, 13:00, 16:00 y cuando cambia la turbiedad de agua cruda. -Solicitar al INFOM el análisis cada tres meses o cuando suceda algo anormal.
Punto de sacar muestra	Fosa de entrada (de cada río y después de mezclar) Salida de sedimentación Salida de filtro
Control de turbidímetro	Siempre tener el turbidímetro en el cuarto de control, debidamente protegido. Hacer la calibración cada cierto tiempo. Ver el manual de operación de equipo para el detalle.
Volumen de sulfato de aluminio	Primero tomar el caudal y la turbiedad de agua cruda, y posteriormente determinar el volumen de sulfato.
Volumen de cloro	Después de medir el caudal de agua filtrada, determinar el volumen de cloro.
Tomar datos de control de calidad	Tomar los siguientes datos; Caudal entrada, Caudal y volumen salida, los puntos de análisis de agua, volumen de sulfato de aluminio, voltaje, amperaje, tiempo de retrolavado, limpieza, etc.. Cualquier anomalía, también anotar (ver hoja adjunta, control de los datos). Estos datos deben ser informados al encargado de sección de agua de la municipalidad.

### **13. Chequeo de las instalaciones de la planta**

Chequee las instalaciones y el proceso de tratamiento, tomando los datos varias veces por día. Estos datos deben estar apuntados en la hoja de control de operación y archivados.

### **14. Control de almacenaje de los productos químicos**

El sulfato de aluminio y el cloro son indispensables para la producción de agua potable, debiéndose suministrar agua de buena calidad e higiénica, lo cual es una obligación conforme a la ley. Sin embargo, muchas veces las plantas no tienen suficiente producto químico, o a veces están trabajando sin inyectar estos químicos. Siendo la planta de tratamiento una infraestructura pública, debe cumplir con el deber de suministrar agua de buena calidad para los



beneficiarios, o los ciudadanos. Por dicha razón, las personas que trabajan en el departamento de agua y de compras de cada municipalidad, deben de llevar el control de productos químicos almacenados. Es recomendable contar con disponibilidad de químicos por lo menos para 30 días. La cantidad de los productos químicos necesarios para un mes está en la siguiente tabla.

(1) Sulfato de aluminio (calculando que el volumen de inyección es 50mg/lit.)

	Caudal diseñado (m <sup>3</sup> /día)	Volumen de sulfato (kg/día)	Saco por día (saco de 45kg/día)	Saco por mes (saco de 45kg/mes)
Chichicastenango	2,250	112	2.4	72
Rabinal	2,770	138	3.1	93
San Jerónimo	2,160			
Morales	2,160	108	2.4	72
Esquipulas	3,890	194	4.3	129
Jalapa	7,350	367	8.2	246
Jutiapa	3,630	185	4.1	123

(2) Cloro (calculando que el volumen de inyección es 2mg/lit.)

	Caudal diseñado (m <sup>3</sup> /día)	Volumen de cloro (lib/día)	Cilindro por mes (cilindro/mes)
Chichicastenango	2,250	9.9	2.0
Rabinal	2,770	12.2	2.4
San Jerónimo	2,160	9.5	1.9
Morales	2,160	9.5	1.9
Esquipulas	3,890	17.2	3.4
Jalapa	7,350	32.3	6.5
Jutiapa	3,630	16.0	3.2

2-1 Descripción general de la obra (2,160m<sup>3</sup>/día, 90m<sup>3</sup>/h.)

No.	Instalación	Equipo	Especificaciones	Tipo obra Cantidad
1	Facilidades de captación	Conducto subterráneo Poroso	Tubería PVC $\phi$ 500mm X 3000mm L	Construcción (3 juegos)
2	Tanque desarenador	Tubería de rebalse	PVC $\phi$ 125	Construcción (1 juego)
3	Tubería de conducción	Tubo de conducción	Cambio de ruta $\phi$ 150 $\times$ 16.5m, $\phi$ 200 $\times$ 19m	Reforma (2 juegos)
4	Vertedero de agua	Vertedero	De hormigón armado,	Construcción (1 tanque)
			Válvula de entrada $\phi$ 200 (tipo compuerta)	Instalación (1 unidad)
			Válvula de entrada $\phi$ 150 (tipo compuerta)	Instalación (1 unidad)
			Válvula de control $\phi$ 200 (tipo mariposa)	Instalación (1 unidad)
			Válvula de drenaje $\phi$ 100 (tipo compuerta)	Instalación (1 unidad)
		Caudalímetro	Tabique de desbordamiento W=800mm 0 – 120m <sup>3</sup> /h	Instalación (1 unidad)
5	Dosificador de productos químicos	Dosificador de sulfato de aluminio	Volumétrico con hélice, con válvula de bola	Instalación (1 unidad)
			Cuarto de dosificador de sulfato de aluminio	Construcción (1 juego)
6	Tanque de mezclado	Tanque de mezcla	De hormigón armado	Construcción (1 tanque)
			Mazclador cónico $\phi$ 250	Instalación (1 unidad)
			Válvula drenaje $\phi$ 100 (tipo compuerta)	Instalación (1 unidad)
7	Tanque de floculación	Tanque de floculación	Corriente superficial en zigzag	Construcción (1 tanque)
			Plancha (stop-log) FFU 0.5 m x 0.5 mx3	Instalación (1 unidad)
			Válvula drenaje $\phi$ 100 (tipo compuerta)	Instalación (1 unidad)
8	Tanque de sedimentación	Tanque de sedimentación	Tanque de sedimentación	Construcción (2 tanques)
			Pared rectificadora de corriente	Instalación (2 unidades)
			Compuerta de entrada 400 x 400	Instalación (4 unidades)
			Artesa de recolección de agua, 0.3 Wx2.0Lx0.3H	Instalación (2 unidades)
			Válvula descargadora de lodo $\phi$ 150 (tipo pie)	Instalación (2 unidades)



No.	Instalación	Equipo	Especificaciones	Tipo obra Cantidad
9	Tanque de filtración	Tanque de filtración lenta (14.93 x 14.93)	Canal de agua de entrada	Rehabilitación (2 tanques)
			Compuerta de madera para ajustar caudal 0.8W x 0.1Hx5 FFU	Instalación (2 unidades)
			Tubería colectora de agua $\phi$ 300	Instalación (2 unidades)
			Arena (900mm), Grava (600mm)	Colocación (2 tanques)
		Tuberías	Tubo retroalimentador $\phi$ 100 PVC	Instalación (1 juego)
			Válvula retroalimentadora $\phi$ 100 (tipo compuerta)	Instalación (1 juego)
			Tubo de salida $\phi$ 250 PVC	Instalación (1 juego)
			Válvula de entrada $\phi$ 200 (tipo compuerta)	Instalación (2 juegos)
			Válvula de drenaje, etc. $\phi$ 100 (tipo pie)	Instalación (2 juegos)
10	Facilidades de desinfección	Dosificador de cloro	Dosificación directa de cloro líquido, 20lib/día	Instalación (1 juego)
			Cuarto de cloro	Construcción (1 juego)
11	Tanque de distribución de agua	Tanque de distribución de agua	Reparación de fugas con hormigón	Reparación (2 tanques)
		Válvula de entrada	Válvula de entrada $\phi$ 250 (tipo compuerta)	Cambio (2 unidades)
		Válvula de salida	Válvula de salida $\phi$ 250 (tipo compuerta)	Cambio (2 unidades)
		Válvula de aire	Válvula de aire $\phi$ 25	Instalación (2 unidades)
		Válvula de drenaje	Válvula de drenaje $\phi$ 100 (tipo compuerta)	Cambio (2 unidades)
		Caudalímetro totalizador	Turbocaudalímetro con el indicador instantáneo $\phi$ 50, 5—25m <sup>3</sup> /h	Instalación (1 unidad)
			Turbocaudalímetro con el indicador instantáneo $\phi$ 125, 24—120m <sup>3</sup> /h	Instalación (1 unidad)
			Foso (de hormigón armado)	Construcción (2 juego)
12	Equipos eléctricos	Alumbrado, tablero, cableado, etc.	Dosificador de sulfato de aluminio, bomba de suministro de agua, alumbrado para el interior	Construcción (1 juego)

No.	Instalación	Equipo	Especificaciones	Tipo obra Cantidad
13	Otros	Sistema de suministro de agua	Bomba $0.06\text{m}^3/\text{min} \times 10\text{m} \times 0.25\text{kW}$ monofasico 120V 60HZ	Instalación (2unidades)
			Válvula de entrada $\phi 40$ x1	
			Válvula de cheque $\phi 40$ x2	
			Depósito 1000Lit.	Instalación (1unidad)
		Tubería de drenaje dentro de la planta	Sensor tipo electrodo 4p	Instalación (2unidades)
			Tubería	Instalación (1 juego)
			Tubo de hormigón $\phi 400$	Instalación (1 juego)
			Oficina de control	Utiliza el cuarto de dosificación de sulfato de aluminio como oficina.
		Zona de lavado de arena	Canal de agua abierto, ancho 40cm x altura 40cm x longitud 30m	Construcción (1 juego)
			Válvula de entrada $\phi 200$ (Tipo compuerta)	Instalación (1unidad)
		Tanque de sedimentación existente	Techado	Reforma (1 juego)
			Válvula de entrada $\phi 100$ (Tipo compuerta)	Instalación (1unidad)



## ANEXO-2 Tabla Volumen de Cloro

Diseño : promedio:1mg/lit.,  
max:3mg/lit.

Flujo		Cantidad de cloro			Volumen
m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /día	kg/h.	kg/día	lib/día	Diseño
10.00	240.00	0.01	0.24	0.53	
50.00	1,200.00	0.05	1.20	2.65	
60.00	1,440.00	0.06	1.44	3.17	
70.00	1,680.00	0.07	1.68	3.70	
80.00	1,920.00	0.08	1.92	4.23	
90.00	2,160.00	0.09	2.16	4.76	Morales
100.00	2,400.00	0.10	2.40	5.29	
110.00	2,640.00	0.11	2.64	5.82	
120.00	2,880.00	0.12	2.88	6.35	
130.00	3,120.00	0.13	3.12	6.88	
140.00	3,360.00	0.14	3.36	7.41	
150.00	3,600.00	0.15	3.60	7.94	
151.25	3,630.00	0.15	3.62	7.99	Jutiapa
160.00	3,840.00	0.16	3.84	8.47	
162.08	3,890.00	0.16	3.89	8.57	Esquipulas
170.00	4,080.00	0.17	4.08	8.99	
180.00	4,320.00	0.18	4.32	9.52	
190.00	4,560.00	0.19	4.56	10.05	
200.00	4,800.00	0.20	4.80	10.58	
210.00	5,040.00	0.21	5.04	11.11	
220.00	5,280.00	0.22	5.28	11.64	
230.00	5,520.00	0.23	5.52	12.17	
240.00	5,760.00	0.24	5.76	12.70	
250.00	6,000.00	0.25	6.00	13.23	
260.00	6,240.00	0.26	6.24	13.76	
270.00	6,480.00	0.27	6.48	14.29	
280.00	6,720.00	0.28	6.72	14.81	
290.00	6,960.00	0.29	6.96	15.34	
300.00	7,200.00	0.30	7.20	15.87	
306.25	7,350.00	0.31	7.34	16.19	Jalapa
310.00	7,440.00	0.31	7.44	16.40	
320.00	7,680.00	0.32	7.68	16.93	

NOTA: Para obtener 2mg/lit, multiplicar por 2 Libra/día o kg/día.

15  
10/150  
10  
-50  
50

ANEXO-3 Tabla Volumen de sulfato de aluminio (Sulfato granulado, forma en polvo)

Flujo		Cantidad de sulfato (kg/h)					(mg/lit.=ppm)	Volumen Diseño
m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /día	10.00 min.	20.00	30.00	40.00	50.00 max.		
10.00	240.00	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50		
50.00	1,200.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50		
60.00	1,440.00	0.60	1.20	1.80	2.40	3.00		
70.00	1,680.00	0.70	1.40	2.10	2.80	3.50		
80.00	1,920.00	0.80	1.60	2.40	3.20	4.00		
90.00	2,160.00	0.90	1.80	2.70	3.60	4.50		Morales
100.00	2,400.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00		
110.00	2,640.00	1.10	2.20	3.30	4.40	5.50		
120.00	2,880.00	1.20	2.40	3.60	4.80	6.00		
130.00	3,120.00	1.30	2.60	3.90	5.20	6.50		
140.00	3,360.00	1.40	2.80	4.20	5.60	7.00		
150.00	3,600.00	1.50	3.00	4.50	6.00	7.50		
151.25	3,630.00	1.51	3.02	4.53	6.04	7.55		Jutiapa
160.00	3,840.00	1.60	3.20	4.80	6.40	8.00		
162.08	3,890.00	1.62	3.24	4.86	6.48	8.10		Esquipulas
170.00	4,080.00	1.70	3.40	5.10	6.80	8.50		
180.00	4,320.00	1.80	3.60	5.40	7.20	9.00		
190.00	4,560.00	1.90	3.80	5.70	7.60	9.50		
200.00	4,800.00	2.00	4.00	6.00	8.00	10.00		
210.00	5,040.00	2.10	4.20	6.30	8.40	10.50		
220.00	5,280.00	2.20	4.40	6.60	8.80	11.00		
230.00	5,520.00	2.30	4.60	6.90	9.20	11.50		
240.00	5,760.00	2.40	4.80	7.20	9.60	12.00		
250.00	6,000.00	2.50	5.00	7.50	10.00	12.50		
260.00	6,240.00	2.60	5.20	7.80	10.40	13.00		
270.00	6,480.00	2.70	5.40	8.10	10.80	13.50		
280.00	6,720.00	2.80	5.60	8.40	11.20	14.00		
290.00	6,960.00	2.90	5.80	8.70	11.60	14.50		
300.00	7,200.00	3.00	6.00	9.00	12.00	15.00		
306.25	7,350.00	3.06	6.12	9.18	12.24	15.30		Jalapa
310.00	7,440.00	3.10	6.20	9.30	12.40	15.50		
320.00	7,680.00	3.20	6.40	9.60	12.80	16.00		



## ANEXO-6 USO DE TURBIMETRO (marca Hach Modelo 2100P)

### 1. Medición de turbimetro

1. Recoger una muestra en un recipiente limpio. Llenar la celda de muestras hasta la línea.
2. Limpiar la celda exterior con un paño suave, para eliminar el agua y las huellas digitales.
3. Aplicar una delgada película de aceite de silicona a la celda. Limpiar con un paño suave.
4. Encender el aparato.
5. Colocar la celda de muestras en el compartimiento del instrumento. Para colocar, debe de colocar la celda haciendo coincidir la marca orientativa de celda y la marca de aparato. Cerrar la tapadera.
6. Seleccionar una gama manual o automática, pulsando la tecla GAMA (RANGE). La pantalla muestra "AUTO RNG", cuando el instrumento se encuentra en el modo de gama automática.
7. Seleccionar el modo de promediado de la señal, pulsando la tecla de PROMEDIADO DE SEÑAL (SIGNAL AVERAGE). La pantalla visualiza SIG AVG, cuando el instrumento está promediado las señales. (la pantalla cambia constantemente).
8. Pulsar LECTURA (READ). La pantalla muestra "--NTU", y seguidamente la turbidez en NTU.

#### NOTA :

- No dejar la celda de muestras en el compartimiento correspondiente durante un largo período.
- No hacer funcionar el instrumento a la luz solar.

### 2. Calibrado del turbimetro

1. Lavar una celda de muestras limpia con agua de dilución (agua salvavida) repetidas veces. Rellenar la celda hasta la línea con el agua de dilución (standard).
2. Insertar la celda de muestras en el compartimiento, alineando la marca orientativa de la celda con la de compartimiento. Cerrar la tapadera, y encender el aparato.
3. Pulsar CAL. Se visualizan los iconos de "CAL" y "S0". La pantalla de 4 dígitos indica el valor del standard S0 para el calibrado anterior.
4. Pulsar LECTURA (READ). El instrumento contará de 60 a 0 (de 67 a 0 si el promedio de señal está activado), leerá el blanco para sacar el factor de corrección para la medición de

20 NTU. Si el agua de dilución es más de 0.5NTU, aparecerá E1 (error). La pantalla aumenta automáticamente al siguiente standard. Extraer la celda de muestras del compartimiento.

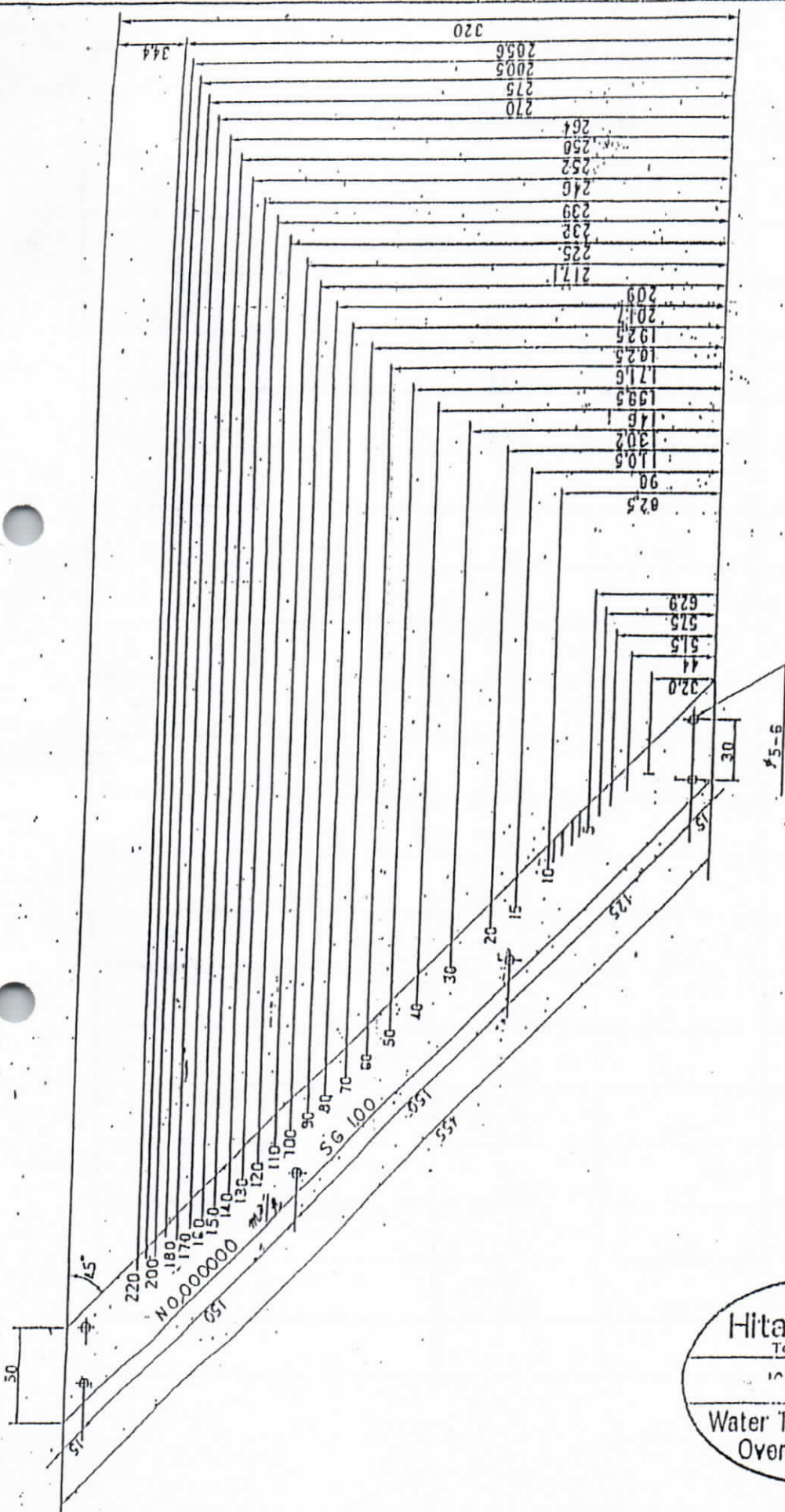
5. La pantalla muestra "S1" y "20NTU". Rellenar la celda de muestras hasta la línea con el agua de standard 20NTU. Insertar la celda de muestras en el compartimiento, alineando la marca orientativa de la celda y la de compartimiento. Cerrar la tapadera.
6. Pulsar LECTURA (READ). El instrumento contará de 60 a 0 (de 67 a 0 si el promedio de señal está activado), mide la turbidez y almacena el valor. La pantalla aumenta automáticamente al siguiente standard. Extraer la celda de muestras del compartimiento.
7. La pantalla muestra "S2" y "100NTU". Rellenar la celda de muestras hasta la línea con el agua de standard 100NTU bien homogenizado (agitar bien). Insertar la celda de muestras en el compartimiento, alineando la marca orientativa de la celda y la de compartimiento. Cerrar la tapadera.
8. Pulsar LECTURA (READ). El instrumento contará de 60 a 0 (de 67 a 0 si el promedio de señal está activado), mide la turbidez y almacena el valor. La pantalla aumenta automáticamente al siguiente standard. Extraer la celda de muestras del compartimiento.
9. La pantalla muestra "S3" y "800NTU". Rellenar la celda de muestras hasta la línea con el agua de standard 800NTU bien homogenizado (agitar bien). Insertar la celda de muestras en el compartimiento, alineando la marca orientativa de la celda y la de compartimiento. Cerrar la tapadera.
10. Pulsar LECTURA (READ). El instrumento contará de 60 a 0 (de 67 a 0 si el promedio de señal está activado), mide la turbidez y almacena el valor. La pantalla reconoce automáticamente el standard S0. Extraer la celda de muestras del compartimiento.
11. Pulsar CAL para aceptar el calibrado. El instrumento vuelve automáticamente al modo de medición.

NOTA :

- Se debería efectuar un recalibrado, por lo menos, una vez cada tres meses, o según lo que dicte la experiencia.
- Si aparece E1 o E2, ha habido un error durante el calibrado. Revisar el calibrado, repitiéndolo en caso preciso. Para cancelar el mensaje de error, pulse DIAG. Si aparece CAL?, ha habido un error durante el calibrado. Debería de recalibrar el aparato.



ANEXO-7.2



SCALE PLATE		UNIT	SCALE	DATE	REVISION
90° TRIANGULAR WEIR SCALE		mm	1/2		
TYPE FNV-1080-S-0-9					
OY-12022-100B					

日立製作所株式会社

ANEXO-7.1 TABLA DE RELACION ENTRE NIVEL DE VERTEDERO Y CAUDAL

NIVEL (mm)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /hr)	NIVEL (mm)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /hr)	NIVEL (mm)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /hr)
5	0.0	105	17.4	205	93.6
10	0.0	110	19.6	210	99.5
15	0.1	115	21.9	215	105.6
20	0.3	120	24.3	220	112.0
25	0.5	125	27.0	225	118.6
30	0.8	130	29.7	230	125.4
35	1.1	135	32.7		
40	1.6	140	35.8		
45	2.1	145	39.1		
50	2.7	150	42.6		
55	3.5	155	46.3		
60	4.3	160	50.1		
65	5.2	165	54.1		
70	6.3	170	58.4		
75	7.5	175	62.8		
80	8.8	180	67.4		
85	10.3	185	72.2		
90	11.8	190	77.3		
95	13.6	195	82.5		
100	15.4	200	88.0		



ANEXO-9

CANTIDAD DE SOLUCION DE **SULFATO DE ALUMINIO**

EN PRUEBA DE JARRAS

(para determinar dosificación de Químico)

- 1 Preparar Solución concentrada: **10 gr. En 1 litro de agua\*\***
- 2 Usar Vasos de Prueba de 1000 ml llenos con el agua cruda
- 3 Aplicar diferentes cantidades de Solución concentrada a tres o seis Vasos

Aplicación cc(ml)***	Resultado mg / lt en vaso (Dosis)	Aplicación cc (ml) ***	Resultado mg / lt en vaso (Dosis)
0.5	5		
1	10	11	110
2	20	12	120
3	30	13	130
4	40	14	140
5	50	15	150
6	60	16	160
7	70	17	170
8	80	18	180
9	90	19	190
10	100	20	200

- 4 Agitar 1 minuto a 100 RPM y 10 minutos a 40 RPM. Parar la agitación

- 5 Esperar 10 minutos y ver cual está mas clara. Esa es la dosis a aplicar

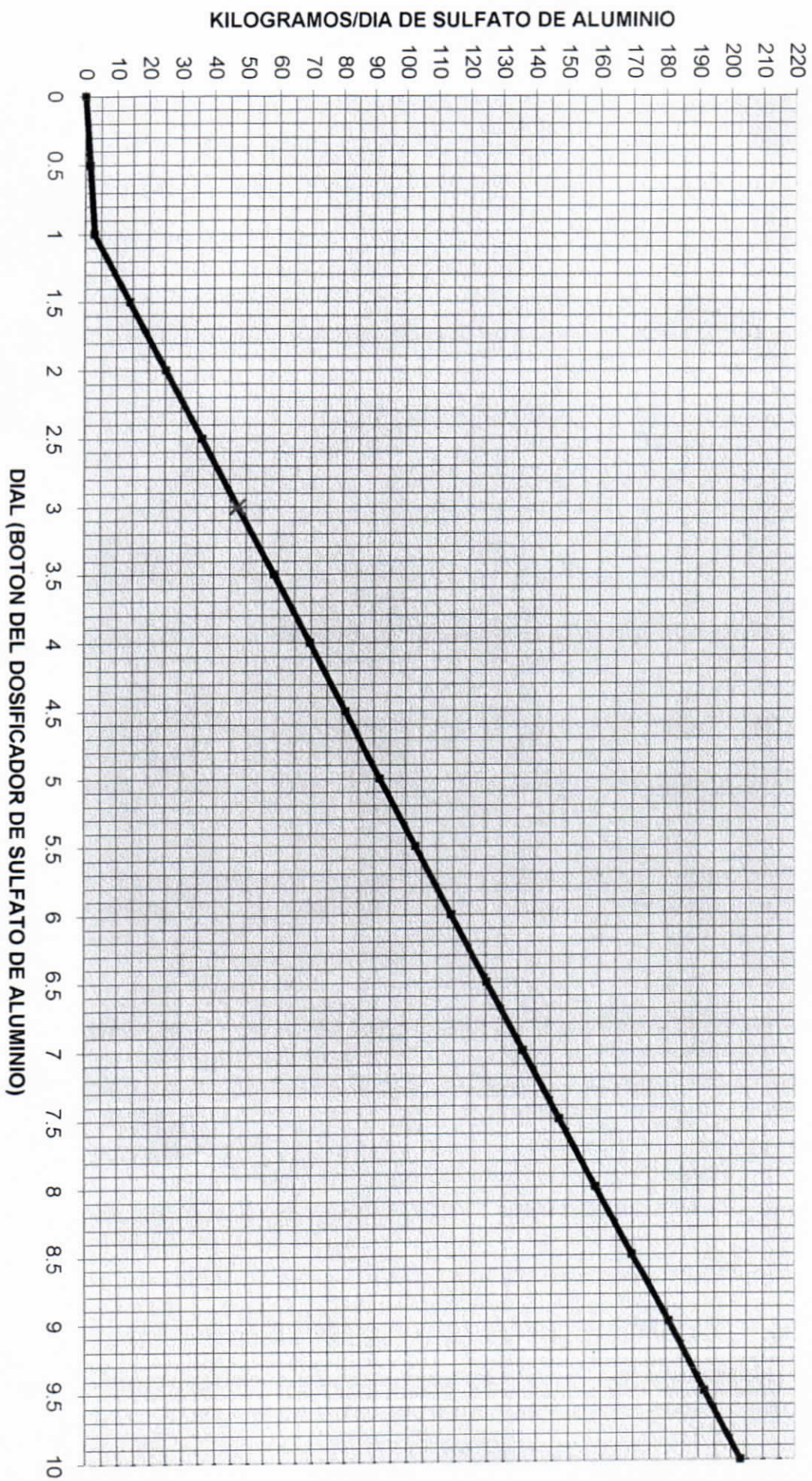
\*\* Para medir 10gr. Se usa la tapita de plástico de un doble litro colmada  
 \*\*\* Para medir la cantidad de aplicación de solución concentrada en cc(ml) se usa una jeringa hipodérmica desechable sin aguja.

## REPORTE DE MANTENIMIENTO

[illegible]

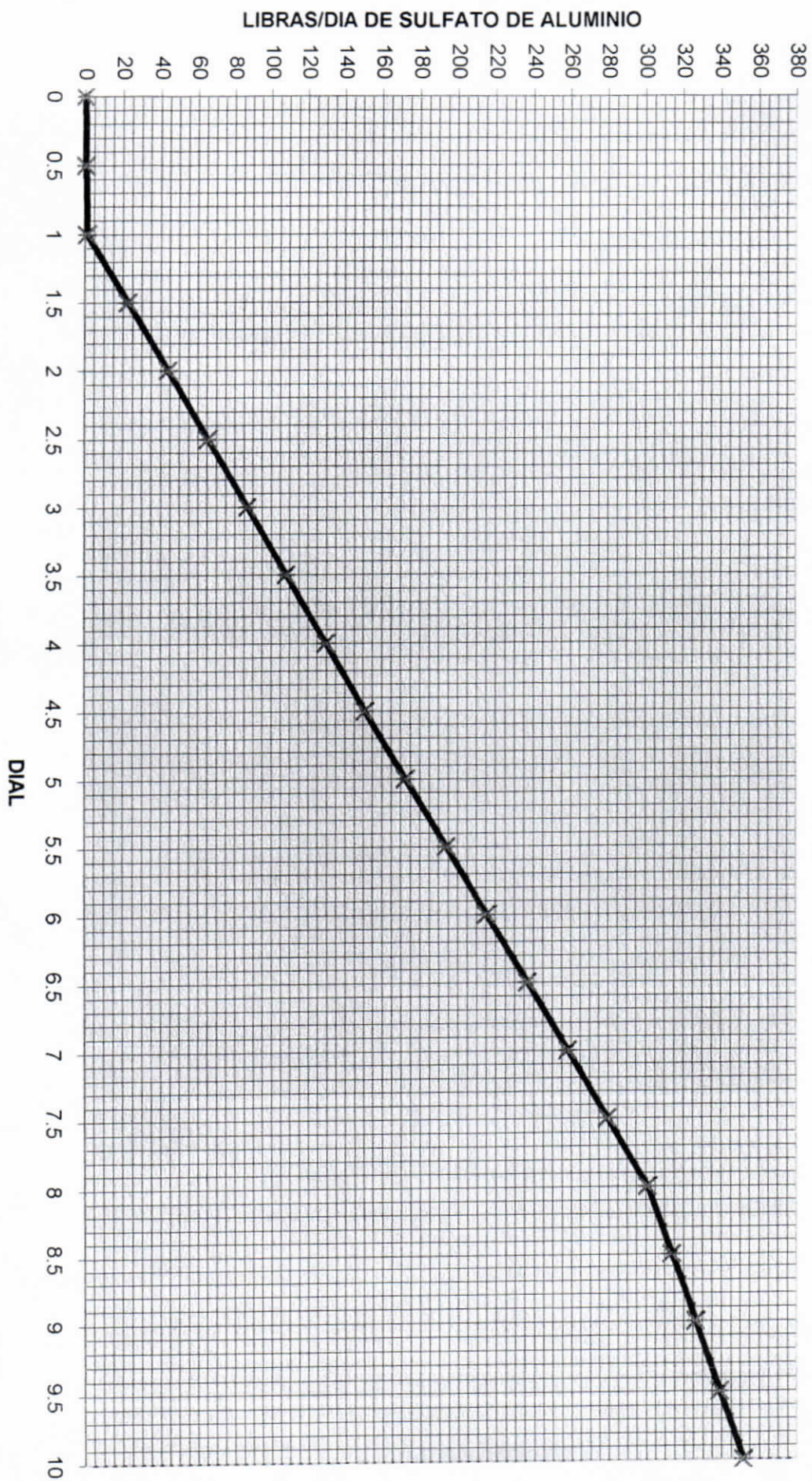


# PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE MORALES PARA CAUDAL DE 150 M3/HORA



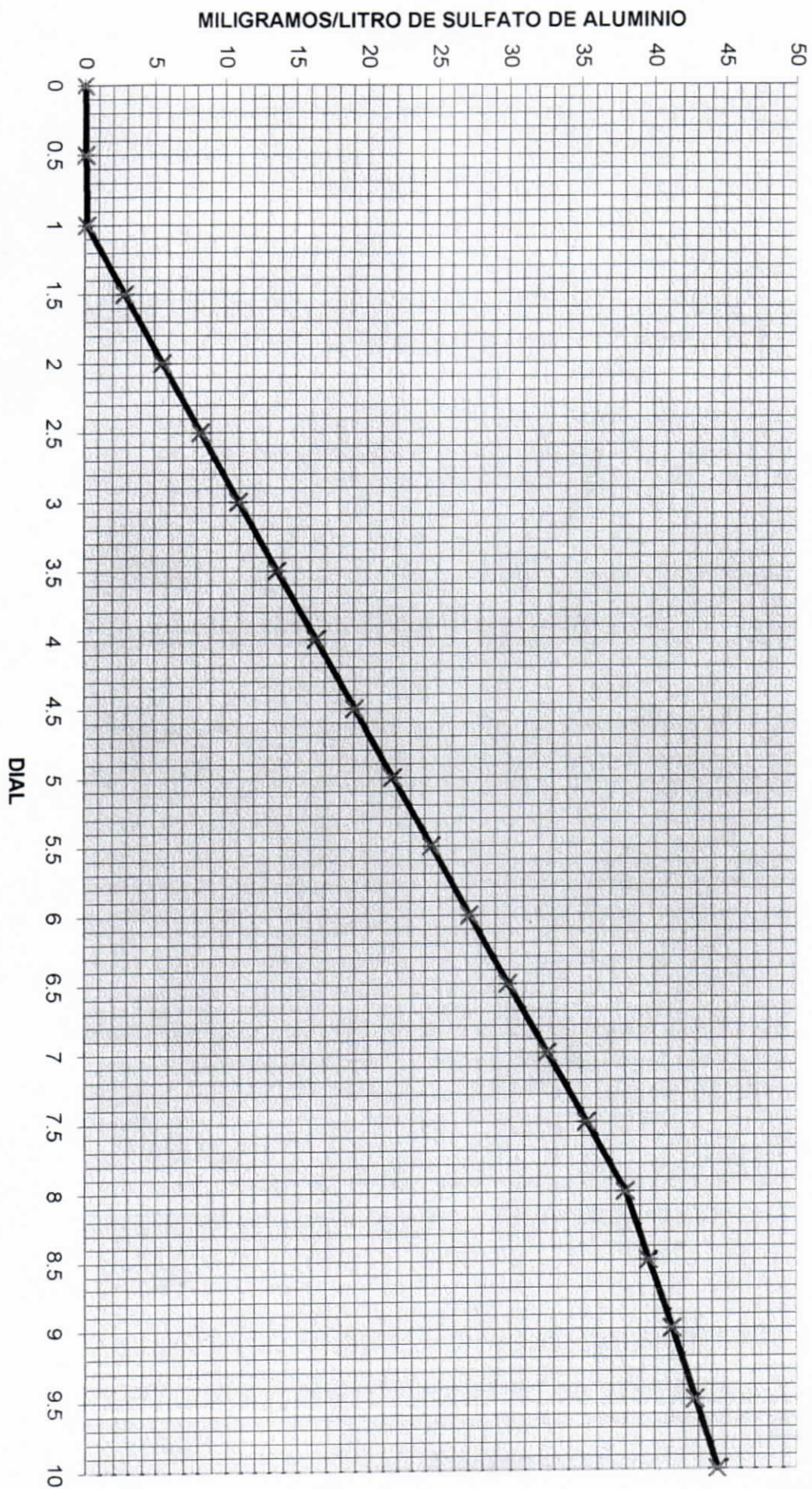


# PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA DE MORALES



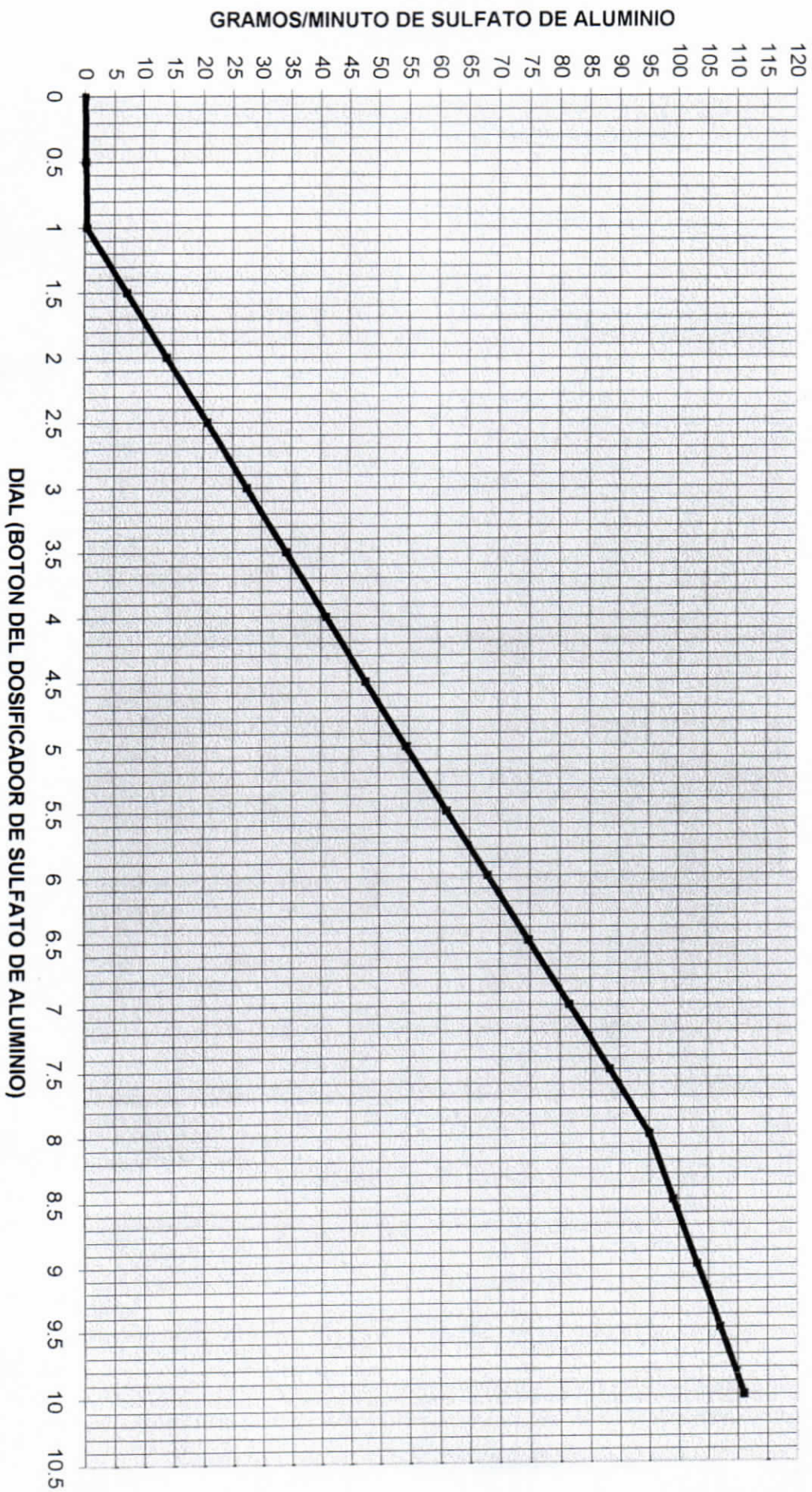


PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE MORALES PARA 150 M3/HORA





# PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE MORALES





PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DE MORALES PARA UN CAUDAL DE  
150M3/HORA

