

Monitoreo efluentes, aguas superficiales  
y agua de consumo.



Quiroga, Tania Susana.  
Sanchez, María Elina.



**Yacimientos Mineros de Agua de Dionisio**

FARALLON NEGRO - PROVINCIA DE CATAMARCA.

17 al 30 de enero 2024.

Pasantes de la carrera Tec. Universitario en Física Ambiental (UNT):

- Quiroga, Tania Susana.
- Sánchez, Maria Elina.

## Índice

A.	Introducción .....	4
A.1	Localización geográfica y descripciones generales.....	4
A.2	Efluentes .....	6
A.3	Aguas superficiales .....	7
A.4	Agua de consumo .....	8
B.	Objetivos .....	9
B.1	Monitoreo de Tratamiento de Efluentes .....	9
B.2	Monitoreo de Aguas Superficiales .....	9
B.3	Monitoreo de Agua de consumo .....	9
C.	Normativa – Marco legal .....	10
C.1	Monitoreo de Tratamiento de Efluentes .....	10
-	Decreto 065/05	
C.2	Monitoreo de Aguas Superficiales .....	15
-	Ley nacional Nro. 24585 (Anexo iv Tabla 2)	
C.3	Monitoreo Agua de consumo .....	16
-	Ley Nacional Nro. 24585 (Anexo iv Tabla 1)	
D.	Metodología y puntos de muestreo .....	17
D.1	Monitoreo de Tratamiento de Efluentes.....	17
D.2	Monitores Aguas superficiales .....	17
D.3	Agua de consumo.....	18
E.	Resultados obtenidos .....	18
F.	Tablas comparativas con las leyes vigentes .....	19
F.1	Tabla 1 (Efluentes) .....	19
F.2	Tabla 2 (Aguas Superficiales) .....	20
F.3	Tabla 3 (Agua de consumo) .....	20
G.	Conclusión .....	
H.	Anexo.....	22
H.1	Manual Planta Potabilizadora .....	22
H.2	Manuel Cloro Libre y Total Rango Alto ISM .....	32
H.3	Cronograma de muestras de cloro reactivo libre y turbidez.....	37
H.4	Imágenes del monitoreo .....	38

## Introducción

### Localización geográfica y descripciones generales

La ley 14.771 creó Yacimientos Mineros de Agua de Dionisio (YMAD) con el objeto de realizar el cateo, la exploración y explotación de los minerales existentes en la zona de Agua de Dionisio.



Agua de Dionisio es una extensión de 344 kilómetros cuadrados que está ubicada en el distrito de Hualfín, del departamento Belén, de la provincia de Catamarca. Su clima es duro, aunque no hostil, con temperaturas que pueden llegar a 35 grados en verano y 15 grados bajo cero en invierno. Es un clima seco, escaso en lluvias, ventoso por épocas y exhibe una escasa vegetación, propia de los 2000-2500 metros en que se encuentra. Estos rigores son compensados por majestuosos paisajes de cerros y quebradas que siempre han impresionado y seducido a los que lo recorrieron.

El Distrito mineralizado Farallón Negro se localiza en la concesión minera de Yacimientos Mineros de Agua de Dionisio (YMAD), en el Distrito Hualfín, Dpto. Belén, Provincia de Catamarca, República Argentina, a una altura promedio de 2.600 msnm.

En el Complejo Minero Industrial Farallón Negro se obtiene como producto final una aleación metálica que contiene el oro y la plata.



El acceso desde la ciudad de San Fernando del Valle de Catamarca se realiza a través de las Rutas Nacionales N.º 38, N.º 60, N.º 40, pasando por las localidades de Londres, Belén, Hualfín hasta Los Nacimientos, desde donde se transita por Ruta Provincial N.º 35 hasta llegar al Complejo Minero Industrial.



Ilustración 1. Accesos a Farallon Negro.

Los diferentes componentes o instalaciones mineras se ubican sobre las quebradas del Laboratorio, el Águila y los Viscos, las cuales se encuentran en la parte central del estratovolcán de Farallón Negro, subcuencas hidrográficas que forman el río Aguas de Dionisio, tributario del principal curso de agua regional río Los Nacimientos o Belén. En el área interna de la caldera volcánica de Farallón Negro, no existen cursos de aguas superficiales permanentes, sólo en épocas de lluvias se pueden observar corrientes de agua en las quebradas, las cuales se infiltran en los arenales de fondo de valle o aportan su caudal a los arroyos temporarios que se van uniendo hasta formar el río Aguas de Dionisio, tributario del curso de agua regional Los Nacimientos. El drenaje superficial, dentro de la Caldera Volcánica de Farallón Negro, está organizado por subcuencas elongadas que se van uniendo entre si hasta formar uno de los colectores principales, Río Aguas de Dionisio, que erosiona el cuello volcánico y vuelca sus aguas al río Los Nacimientos. El Complejo Farallón Negro no cuenta con recursos de aguas subterráneas, a excepción de la fuente termal de Aguas de Dionisio, ubicada a 6,5 Km. al oeste del Campamento Central, la cual tiene un alto contenido salino no siendo aptas para consumo humano ni uso industrial.

## Efluentes

- Mina

En las actividades de la mina no se generan efluentes líquidos, solo existen remanentes del agua utilizada en las perforaciones en los frentes de exploración, desarrollo, explotación, y de los procesos de laboratorio. No son caudales importantes.

- Planta de Beneficio

La Planta funciona con el “Sistema de Lavado en Contra Corriente” y las soluciones y “pulpas” permanecen dentro del circuito, razón por la cual no se generan efluentes líquidos propios del proceso.

Los fluidos del proceso corresponden en gran parte a las distintas concentraciones de soluciones cianuradas, productos del beneficio del mineral. Toda el agua es recuperada para ser reutilizada en procesos industriales (Perforación en mina, o agua industrial en Planta de Beneficio), por lo tanto, no hay descarga de este tipo de efluentes.

En la Planta se cuenta con un sector de lavado de camiones utilizados en el transporte de las colas construido sobre piso impermeable. Los líquidos de lavado son colectados en una pileta de contención de derrames, donde una vez que alcanza un nivel de llenado se bombea al circuito (espesador 4) y vuelven a participar en el proceso de beneficio. El sólido se transporta al botadero de colas.

Además, los efluentes líquidos del laboratorio químico son tratados previamente a su vuelco en una pileta de recupero de efluentes, de la siguiente manera:

a) Todas las muestras líquidas cianuradas que llegan a Laboratorio, una vez analizadas son devueltas al circuito de Lixiviación de Playas por intermedio de una pileta de Drenaje situada en el Anexo. Se construyó en la Quebrada del laboratorio una pileta para la recepción de los efluentes de dicho sector.

b) Se cuenta con una pileta de pretratamiento para el desagüe general de Laboratorio y Anexo de una capacidad de 1200 litros. El líquido de desagüe se compone casi totalmente de agua de lavado de piletas interiores de todo el Laboratorio.

El campamento cuenta con una red cloacal provista de cámara séptica. La red de desagüe cloacal tiene una longitud aproximada de 2 Km. Está compuesta por una cañería principal de 12' de diámetro, una red secundaria de 4" de diámetro, los efluentes provenientes de las viviendas son alrededor de 150 y 180 m<sup>3</sup>/día. Estos efluentes, luego de ser tratados por una planta son recuperados y enviados a una pileta de recuperación de agua tratada con capacidad para 900 metros cúbicos. Actualmente YMAD posee habilitación de dicha planta y permiso de vuelco para curso de agua no permanente y riego de predio interno.

El tratamiento de los efluentes exige tanto la degradación total de la materia orgánica presente en el líquido como la separación de los sólidos en suspensión y finalmente su estabilización total.

El tratamiento compacto que permite realizar todas las operaciones en forma continua y eficiente es la aireación extendida de barros activados.

Mediante este tratamiento especialmente apto para plantas compactas se consigue una reducción del DBO5 del orden del 90/95% y la estabilización total de los barros. Luego de la salida de la planta de tratamiento y antes del ingreso a la pileta de bombeo, se encuentra un sistema de filtrado para material particulado, conteniendo grava y arena como elementos filtrantes.

### Aguas superficiales

El agua superficial utilizada en la mina es captada del Río Los Nacimientos distante a 23 Km, en la actualidad el consumo es de 7 L/seg. El caudal extraído no causa un impacto significativo sobre el recurso hídrico superficial. En el área del proyecto existen cursos temporarios que transportan agua como respuesta a grandes precipitaciones (meses de enero, febrero y marzo). Estos podrían sufrir alteraciones en la calidad de sus aguas, por aporte de elementos como manganeso, caso de la Quebrada Laboratorio donde se ubican los depósitos de colas de proceso minero y sus obras complementarias.

En todos los casos los impactos son moderados y los asuntos ambientales son limitados a serios, lo que hace totalmente compatible la actividad minera en la región. Las medidas correctivas son de carácter estructurales, ya que en todos los casos se ha previsto que en los meses más lluviosos el escurrimiento de las aguas no se vea afectado, por lo que se previó la construcción de alcantarillas, canales, aliviaderos y vertederos en los sistemas de colas de proceso. Cabe señalar que todo el escurrimiento de los cursos de agua temporaria forma subcuencas que aportan a otra cuenca la cual vierte sus aguas en el Río Hualfín, siendo la calidad de las aguas en dicha cuenca monitoreada periódicamente.

### Aguas de consumo

Uno de los recursos naturales más importantes para el emprendimiento minero es el agua.

En el área de estudio el agua subterránea (de existir) se encontraría a más de 100 m de profundidad, por debajo de las labores mineras. A 6,5 km al O del campamento central, se encuentra una fuente termal, Aguas de Dionisio, de poco caudal y alto contenido salino que la hacen no apta para el consumo humano y usos mineros. La fuente de aprovisionamiento más próxima es el Río Los Nacimientos, distante a 23 km al NO de la mina y a un desnivel de 600 m (sobre el nivel del río).

La toma de agua se hace a través de tres pozos filtrantes excavados en el lecho del río Los Nacimientos, de 2 m de diámetro y de 5 m de altura.

Las piletas son dos, con una capacidad de reserva de 3.750 m<sup>3</sup> y disponibilidad de agua para tres días a un uso promedio de 7 L/s.

Se dispone en el lugar, de una estación de bombeo compuesta por tres bombas, el agua se transporta por una cañería de acero sin costura que resiste elevadas presiones.

En esta estación se dispone de piletas similares y también se cuenta con una estación de bombeo de las mismas características. El agua se transporta por cañerías hasta la estación superior (12036 m), donde se cuenta con dos piletas colectoras de 1720 m<sup>3</sup> de capacidad cada una. Las piletas tienen una toma de agua a 1 m del piso para obtener agua más clara. Una parte del agua sin tratamiento previo es transportada por una cañería directa al sector industrial. La otra parte del agua es llevada a un filtro de arena. El agua pasa posteriormente a una planta potabilizadora del agua (dosificadora de cloro), de donde se obtiene el agua potable para el Campamento. De esta manera, se cubre la demanda de agua en toda el área de la planta, la mina y el campamento. No existe otro uso del exclusivamente minero.

El agua que sale del filtro de arena está conectada a un dosificador de cloro, éste es agregado mediante un motor a razón de 5 L/h. Finalmente el agua filtrada y clorada se almacena en una cisterna que es la que alimenta el campamento para consumo de la población.

Cada tres meses se hace una limpieza de estas debido a que en ellas se acumulan algas y material fino.

El caudal de demanda de agua es de alrededor de 633 m<sup>3</sup> por día, cuyo consumo se discrimina como sigue:

Planta	27%
Mina	19%
Campamento	33%
Lixiviación	9%
Otros	12%

El agua que se utiliza en el Complejo se recircula, dado que en el filtro de cola se recupera en el orden del 80% y en lixiviación en pila un 90%. Se repone agua fresca para cubrir la que se pierde como humedad en el proceso, la que se evapora, cabe señalar que se utilizan en el riego de caminos agua proveniente del sistema de recuperación de agua tratada, alrededor de 64 m<sup>3</sup>/día.

## Objetivos:

El objetivo del presente informe es el desarrollo documental de la realización de monitoreo ambiental de Agua superficial, Efluentes y Agua de consumo de la empresa YMAD (Yacimiento Mineros Aguas de Dionisio).

### ◆ Monitoreo de Tratamiento de Efluentes:

- ◆ Establecer a través de monitoreo en efluentes cloacales tratados valores de referencia mediante el estudio de parámetros de calidad de agua.
- ◆ Verificar que el efluente tratado en la planta cumpla con las especificaciones exigidas por el decreto provincial 065/05 (Reglamento para el control del vertido de líquidos residuales).

### ◆ Monitoreo de Aguas superficiales:

- ◆ Determinar posibles variaciones en las características químicas de los cursos de aguas naturales (superficiales).
- ◆ Detectar posibles impactos que puede generar la actividad minera mediante el estudio de indicadores del proceso minero.
- ◆ Realizar comparación entre los valores de los analitos presentes en el PCA.

(Monitoreo de Aguas superficiales y los valores para la protección de vida acuática en agua dulce superficial propuestos en la Tabla 2 del Anexo iv de la Ley Nacional Nro. 24585 de la actividad minera.)

### ◆ Monitoreo Agua de Consumo:

- ◆ Cumplir con lo dispuesto en:
  - a. Decreto 249 de Minería.
  - b. Código alimentario argentino.
  - c. Ley Nro. 24585 en la cual se tiene en cuenta la Tabla 1 del Anexo iv (Fuentes de Agua para bebida humana)

## Normativas:

### ◆ Monitoreo Tratamiento de Efluentes.

- Verificar que el efluente tratado en la planta cumpla con las especificaciones exigidas por el decreto provincial 065/05 (Reglamento para el control del vertido de líquidos residuales).

Dicho decreto se encuentra regido por la Ley Nacional Nro. 25.675 de Política Ambiental; la Ley Nacional Nro. 24.051 de Residuos Peligrosos y su Decreto Reglamentario 831/93; la Ley Provincial Nro. 4865/94 de Adhesión a la Ley Nacional Nro. 24.051 y el Decreto Reglamentario G y J Nro. 473/01; la Ley Provincial de Aguas Nro. 2577, el Decreto G y J Nro. 895/99 y el Decreto Acuerdo Nro. 892/98.

Para poder verificar que se cumplan las especificaciones exigidas por el decreto tenemos en cuenta el Anexo II del mismo (Titulo F).

### **ANEXO II**

CONDICIONES FISICAS, QUIMICAS Y BACTERIOLOGICAS a las que deben ajustarse los efluentes para su descarga en los cuerpos receptores.

#### CRITERIOS GENERALES

Los EFLUENTES además de cumplir con las condiciones de vuelco establecidas a continuación, no deberán conferir al CURSO RECEPTOR FINAL características en desacuerdo con los criterios de realidad de agua, adecuados a los diversos usos previos para ese CURSO RECEPTOR FINAL.

#### TITULO F – REUSO DE LIQUIDOS TRATADOS PARA RIEGO O VUELCO EN PREDIO INTERNO

Cuando los EFLUENTES se vuelquen en PREDIO INTERNO o sean utilizados para IRRIGACION, los parámetros para las condiciones de vuelco serán valores más estrictos establecidos en el titulo C, exceptuando algunos valores.  
A partir de esto obtenemos la siguiente tabla

Parametros	Unidad	Resolucion 065/05
Temperatura	°C	< 30
PH	UpH	6 - 8,5
Aceite y materia grasa	mg/l	< 1
Sulfuro total	mg/l	< 1
DQO- dicromato de potasio	mg/l	< 350
DBO5 sin nitrificacion (20°)	mg/l	< 200
Oxigeno consumido al KMnO <sub>4</sub>	mg/l	< 80
Oxigeno disuelto	mg/l	> 3
Compuestos fenolicos	mg/l	< 0,05
Hidrocarburos totales	mg/l	< 1
Detergentes (S.A.A.M)	mg/l	< 1
Dureza total	mg/l	< 400
Sulfato	mg/l	< 400
Cloruro	mg/l	< 700
Alumimio	mg/l	< 5
Arsenico	mg/l	< 0,1
Cadmio	mg/l	< 0,1
Cianuro (total)	mg/l	< 0,1
Cinc	mg/l	< 2
Cobre	mg/l	< 1
Cromo	mg/l	N/E
Cromo hexavalente	mg/l	< 0,2
Mercurio	mg/l	0,01
Plomo	mg/l	< 0,1
Plata	mg/l	N/E
Bario	mg/l	< 2
Boro	mg/l	< 2
Cobalto	mg/l	< 2
Hierro	mg/l	< 2
Manganeso	mg/l	< 0,5
Niquel	mg/l	< 2
Selenio	mg/l	< 0,1
Fluoruros	mg/l	1,5
Pesticidas clorados	mg/l	< 0,05
Pesticidas organofosforados	mg/l	< 0,1
Solidos sedimentables en 2 hs	mg/l	< 1
Solidos solubles compactos 10'	mg/l	< 0,5
Sustancias solubles en eter etilico	mg/l	< 5
Bacterias coliformes fecales	NMP/ 100 ml	< 1000

1. SSEE: < 10 mg/l.
2. REQUISITOS MICROBIOLOGICOS
  - A. Riego de cultivos que comúnmente se consumen crudos como en el que los grupos expuestos son trabajadores y consumidores públicos:

5.1. COLIFORMES FECALES x 100ml. (NMP): no se admitirán.

5.2. NEMATODOS INTESTINALES (especies Ascaris y Trichuris y anquilostomas) media aritmética n° de huevos/lit.:  $\leq 1$ .

5.3. SEUDOMONAS AERUGINOSAS: No se admitirán.

B) Riego de cultivos de cereales industriales y forrajeros, árboles, praderas de pasturas para ganado, campos de deportes, parques públicos:

5.4. COLIFORMES FECALES x 100ml. (NMP):  $< 200$  bacterias.

5.5. NEMATODOS INTESTINALES (especies Ascaris y Trichuris y anquilostomas) media aritmética n° de huevos/lit.:  $\leq 1$ .

MATERIA EN SUSPENSION TOTAL:

- Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) sea menor a 8 Km. su valor deberá ser inferior a 30 mg/l.
- Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) sea igual o superior a 8 Km. su valor deberá ser inferior a los siguientes valores límites indicados en el cuadro, según DILUCION (d):

DILUCION (d):

- Menor de 360: 30 mg/l;
- Entre 361 y 1300: 50 mg/l;
- Entre 1301 y 5000: 100 mg/l;
- Entre 5001 y 20.000: 150 mg/l;
- Mayor de 20.001: 200 mg/l.

DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO (DBO5):

- Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) sea menor de 8 Km. su valor deberá ser inferior a 50 mg/l.
- Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) sea igual o superior a 8 Km. su valor deberá ser inferior a los siguientes valores límites indicados en el cuadro, según DILUCION (d):

DILUCION (d):

- Menor de 360: 50 mg/l;
- Entre 361 y 1300: 125 mg/l;
- Entre 1301 y 5000: 180 mg/l;
- Entre 5001 y 20.000: 275 mg/l;
- Mayor de 20.001: 400 mg/l.

DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO:

- Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) sea menor de 8 Km. su valor deberá ser inferior a 80 mg/l.
- Cuando la DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) sea igual o

mayor de 8 Km. su valor deberá ser inferior a los siguientes valores límites indicados en el cuadro, según la DILUCION (d):

DILUCION (d):

Menor de 360: 80 mg/l;

Entre 361 y 1300: 200 mg/l;

Entre 1301 y 5000: 270 mg/l;

Entre 5001 y 20.000: 400 mg/l;

Mayor de 20.001: 600 mg/l.

DEMANDA DE CLORO:

Si por la naturaleza o el origen de los LIQUIDOS RESIDUALES se considera necesario, se podrá exigir la cloración del EFLUENTE hasta satisfacer su demanda de cloro.

LIQUIDOS COLOREADOS O DE OLOR OFENSIVO:

No se permitirá la descarga de EFLUENTES intensamente coloreados o de olor ofensivo.

GASES TOXICOS O MALOLIENTES O SUSTANCIAS CAPACES DE PRODUCIRLOS:

No debe contener.

SUSTANCIAS QUE PUEDAN PRODUCIR GASES INFLAMABLES:

No debe contener.

RESIDUOS CAPACES DE PRODUCIR OBSTRUCCIONES:

No debe contener.

SUSTANCIAS QUE POR SUS PRODUCTOS DE DESCOMPOSICION O COMBINACION PUEDAN PRODUCIR OBSTRUCCIONES, INCRUSTACIONES O CORROSIONES:

No debe contener.

RESIDUOS PROVENIENTES DEL TRATAMIENTO DE LIQUIDOS RESIDUALES:

No se admitirán.

SUSTANCIAS TOXICAS; SUSTANCIAS QUE INTERFIERAN LOS PROCESOS DE AUTODEPURACION DEL CURSO RECEPTOR FINAL; SUSTANCIAS CAPACES DE PRODUCIR OLOR O SABOR EN PLANTAS DE POTABILIZACION DE AGUA O QUE INTERFIERAN EL TRATAMIENTO DE

AGUAS PARA CONSUMO HUMANO:

No debe contener en concentraciones superiores a las admisibles para aguas de bebida humana, con la sola excepción de las sustancias que se indican en los cuadros siguientes, para las que se tolerarán valores inferiores a los indicados en cada caso.

- Para DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) entre UNO (1) y OCHO (8) Kms.  
VALORES LÍMITES. (en mg/l)  
DILUCION (d):  
entre 100 a 360- 361 a 1300-  
Mayor de 1301:  
SUSTANCIAS: Arsénico 0,01- 0,035- 0,05; Cadmio 0,01- 0,035- 0,05;  
Cianuros 0,01- 0,035- 0,05; Cobre 0,1- 0,25- 0,5; Cromo hexavalente 0,02-  
0,06- 0,1; Detergentes biodegradables 0,2- 0,6- 1,0; Fenoles 0,1- 0,15-  
0,25; Hierro 0,2- 0,6- 1,0; Plomo 0,01- 0,035- 0,05; Zinc 0,2- 0,6- 1,0;  
Estroncio 90: 100 micro curie /litro, en todos los casos. Radio 226: 3  
micro curie/l, en todos los casos.  
Radiaciones Beta:  
1000 ro micro curie/l, en todos los casos.
- Para DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) mayores de OCHO (8) Kms:  
VALORES LÍMITES (en mg/l) DILUCION (d): entre 100 a 360- 361 a 1300-  
1301 y 5000- Mayor de 5001.  
SUSTANCIAS: Arsénico 0,035- 0,05- 0,075- 0,1; Cadmio 0,035- 0,05- 0,075-  
0,1; Cianuros 0,035- 0,05- 0,075- 0,1; Cobre 0,35- 0,5- 0,8- 1,0; Cromo  
hexavalente 0,07- 0,1- 0,15- 0,2; Detergentes biodegradables 0,6- 1,0- 1,5-  
2,0; Fenoles 0,035- 0,05- 0,075- 0,1; Hierro 0,6- 1,0- 1,5- 2,0; Plomo 0,035-  
0,05- 0,075- 0,1; Zinc 0,6- 1,0- 1,5- 2,0; Estroncio 90 100 micro curie/l, en todos los casos, Radio 226 3 micro curie/l, en todos los  
casos, Radiaciones Beta 1000 micro curie/l, en todos los  
casos.
- Para DISTANCIA A LAS INSTALACIONES DE TOMA (D) menores de UN (1)  
Kilómetro, o para DILUCIONES (d) menores de 100, no se admitirá la  
presencia en el EFLUENTE de ninguna de las sustancias antes indicadas en  
concentraciones superiores a las admisibles para aguas de bebida humana.

SUSTANCIAS NO CONTEMPLADAS QUE POR INFILTRACION PUEDAN  
AFECTAR EL ACUIFERO O LAS CAPAS IMPERMEABLES SUBTERRANEAS:  
No debe contener.

Cuando el EFLUENTE contenga más de TRES (3) sustancias de las incluidas  
en los cuadros de los puntos 30.1. o 30.2., aun cuando cada una de ellas se  
encuentre por debajo de las tolerancias fijadas, no se admitirá su descarga  
cuando los efectos potenciadores entre ellas hagan recomendable su  
eliminación, a juicio de la S.A.

Las características del vertido deberán, además, ser tales que la  
concentración de sustancias tóxicas a 50 metros aguas abajo del punto de

vertido: a) no provoquen la muerte de peces; b) no superen los criterios de calidad definidos para aguas de bebida.

### ◆ Monitoreo de Aguas superficiales.

- Realizamos comparación entre los valores de los analitos presentes en el PCA.

Comparamos con la siguiente tabla Monitoreo de Aguas superficiales y los valores para la protección de vida acuática en agua dulce superficial propuestos en el Anexo iv de la Ley Nacional Nro. 24585 de la actividad minera.

Constituyente	Unidad	Nivel
PH	-	6,5 - 9
Solidos totales disueltos	ug/l	1*10 <sup>6</sup>
Oxigeno disuelto	ug/l O2	5000
Antimonio (total)	ug/l	16
Arsenico (total)	ug/l	50
Boro (total)	ug/l	750
Cdmio	ug/l	0,2
Cianuro	ug/l	5
Cinc	ug/l	30
Cobre	ug/l	2
Cromo	ug/l	2
Manganeso	ug/l	100
Mercurio	ug/l	0,1
Niquel	ug/l	25
Plata	ug/l	0,1
Plomo	ug/l	1
Uranio	ug/l	20
Vanadio	ug/l	100

## ◆ Monitoreo Agua de consumo.

Regida por la Ley Nro. 24585 en la cual se tiene en cuenta la Tabla 1 del Anexo iv (Fuentes de Agua para bebida humana)

Constituyente	Unidad	Nivel
PH	-	6,5-8,5
Solidos totales disueltos	µg/l	1*10 <sup>6</sup>
Oxigeno disuelto	µg/l O <sub>2</sub>	5000
Aluminio (Total)	µg/l	2000
Antimonio (Total)	µg/l	10
Arsenico (Total)	µg/l	50
Bario (Total)	µg/l	1000
Berilio (Total)	µg/l	0,039
Cadmio (Total)	µg/l	5
Cianuro (Total)	µg/l	100
Cinc (Total)	µg/l	5000
Cobre (Total)	µg/l	1000
Cromo (Total)	µg/l	50
Cromo (+6)	µg/l	50
Fluoruro (Total)	µg/l	1500
Mercurio (Total)	µg/l	1
Niquel (Total)	µg/l	25
Nitrato	µg/l	10000
Nitrito	µg/l	1000
Plata (Total)	µg/l	50
Plomo (Total)	µg/l	50
Selenio (Total)	µg/l	10
Uranio (Total)	µg/l	100

## Metodología:

### ◆ Tratamiento de Efluentes.

Se consideran las siguientes etapas

- Recolección de muestras de efluentes tratados.
- Acondicionamiento, conservación y transporte de muestras.
- Control de calidad de los datos hidro químicos.
  - Elaboración de un Informe preliminar.
  - Discusión de resultados y conclusiones.
  - Elaboración de informe final.

Los puntos de muestreo son los siguientes:

1. Dentro de la planta de efluentes:

- Planta de efluente – Cámara de cloración.
- Planta de efluente – Pileta de recuperación.

### ◆ Aguas Superficiales.

- Recolección de muestras de aguas superficiales.
- Acondicionamiento, conservación y transporte de muestras.
- Análisis de Analitos químicos en laboratorio.
- Control de calidad de los datos hidro químicos.
  - Elaboración de un Informe preliminar.
  - Discusión de resultados y conclusiones.
  - Elaboración de informe final.

Los puntos de muestreo son los siguientes:

7 estaciones de monitoreo:

1. 5 aguas superficiales.

- FN 2
- FN 3
- FN 4
- FN 1 – PILETA Nº 1 SEGUNDO CIERRE
- FN 1 – PILETA Nº 3 PRIMER CIERRE

2. 2 aguas de lagos.

- Rio los nacimientos altura el eje.
- QLV – Quebrada los viscos

### ◆ Aguas de consumo:

Los puntos de muestreo son los siguientes:

- Planta potabilizadora.
- Comedor.

## Recolección de muestras y resultados

Agua de consumo			
Fecha	Punto de muestreo	Concentracion de cloro	Turbidez
19/1/2024	Comedor	0,06	2,04
	Campamento	0,11	5,14
	Planta Potabilizadora	0,05	1,96
Efluentes			
19/1/2024	PLANTA DE EFLUENTE - CAMARA DE CLORACION	0,45	24,5

Agua de consumo			
Fecha	Punto de muestreo	Concentracion de cloro	Turbidez
24/1/2024	Comedor	0,06	1,56
	Campamento	0,16	3,93
	Planta Potabilizadora	0,19	3,1

**Tabla 1 (Efluentes)**

Comparacion valores obtenidos con valores Resolucion 065/05 TITULO C				
Parametros	Unidad	Planta de efluente - Camara de cloracion	Planta de efluente - Pileta de Recuperacion	Resolucion 065/05
Temperatura	°C			30
Oxigeno disuelto	mg/l			> 3
PH	UpH			6 - 8,5
Aceite y materia grasa	mg/l			1
Sulfuro total	mg/l			1
DBO5	mg/l			200
DQO	mg/l			350
Oxigeno consumido al KMnO <sub>4</sub>	mg/l			80
Compuestos fenolicos	mg/l			0,05
Hidrocarburos totales	mg/l			1
Detergentes (S.A.A.M)	mg/l			1
Dureza total	mg/l			400
Sulfato	mg/l			400
Cloruro	mg/l			700
Alumimio	mg/l			5
Arsenico	mg/l			0,1
Cadmio	mg/l			0,1
Cianuro (total)	mg/l			0,1
Cinc	mg/l			2
Cobre	mg/l			1
Cromo	mg/l			N/E
Mercurio	mg/l			0,01
Plomo	mg/l			0,1
Plata	mg/l			N/E
Bacterias coliformes fecales	NMP/ 100 ml			1000

**Tabla 2 (Aguas Superficiales)**

Comparacion valores obtenidos con TABLA 2 Anexo iv Ley Nro 24585									
Parametros	Unidad	Quebrada los Viscos	Rio los Nacimientos altura el eje	FN 1 - PILETA N° 1 SEGUNDO CIERRE	FN 1 - PILETA N° 3 PRIMER CIERRE	FN 2	FN 4	FN 3	TABLA 2: PROTECCION DE VIDA ACUATICA EN AGUA DULCE SUPERFICIAL
Oxigeno disuelto	µg/l O <sub>2</sub>								6,5-9
PH	-								1000000
Solidos disueltos totales	µg/l								5000
Antimonio (total)	µg/l								16
Arsenico	µg/l								50
Boro (total)	µg/l								750
Cadmio	µg/l								0,2
Cianuro (total)	µg/l								5
Cinc	µg/l								30
Cobre	µg/l								2
Cromo	µg/l								2
Maganeso (total)	µg/l								100
Mercurio	µg/l								0,1
Niquel (total)	µg/l								25
Plata	µg/l								0,1
Plomo	µg/l								1
Uranio (total)	µg/l								20
Vanadio (total)	µg/l								100

**Tabla 3 (Agua de consumo)**

CUADRO COMPARATIVO VALORES OBTENIDOS CON LOS DE LA TABLA 1 LEY NRO 24585				
Parametros	Unidad	Planta Potabilizadora	Comedor	Valores tabla 1 - Anexo iv
Oxigeno disuelto	µg/l			5000
Temperatura	°C			-
PH	UpH			6,5-8,5
Solidos disueltos totales 180 ° C	µg/l			1000000
Aluminio	µg/l			200
Arsenico	µg/l			50
Cadmio	µg/l			5
Cinc	µg/l			5000
Cobre	µg/l			1000
Cromo	µg/l			50
Mercurio	µg/l			1
Plomo	µg/l			50
Plata	µg/l			50
Nitrato	µg/l			10000
Nitrito	µg/l			1000
Bacterias aerobias Mesofilas	UFC/ml			N/E
Bacterias Coliformes totales	NMP/100 ML			N/E
Bacterias Coliformes fecales	NMP/100 ML			N/E
Escherichia Coli	/100 ml			N/E

## Anexo

### - Manual Planta Potabilizadora

#### OBJETIVO

El objetivo de la planta será la retención de sólidos insolubles y separación de estos por métodos fisicoquímicos y la desinfección del agua para que sea apta para el consumo humano.

Este sistema comprende:

- Floculación y sedimentación.
- Filtración.
- Desinfección.
- Floculador - sedimentador.

El sistema propuesto es de tipo continuo. El agua cargada con sólidos en suspensión es recibida en el floculador donde se incorpora la cantidad necesaria de floculantes y coadyuvantes que forman los flocks arrastrando los sólidos para ser separados en el sedimentador.

Aquí un agitador lento produce la mezcla de los reactivos sin perjudicar la formación de flocks.

Luego el agua pasa al sedimentador donde los flocks en suspensión precipitan y se acumulan en una tolva. El barro acumulado en el fondo se evacua periódicamente. El sedimentador cuenta con un sistema de tubos plásticos para acelerar la decantación.

- Filtración.

El agua clarificada puede arrastrar algún flock liviano por lo que se procede a la filtración de esta en un filtro de arena a la salida del cual obtenemos agua cristalina.

- Desinfección.

El agua que sale del filtro debe desinfectarse a fin de eliminar bacterias u otro agente patógeno, por medio de hipoclorito de sodio el que se dosará en forma continua en dosis adecuadas para mantener un residual que asegure la total desinfección.

#### PLANTAS POTABILIZADORAS COMPACTAS

Las plantas potabilizadoras Ferraro y Asociados, se construyen en forma

modular compacta y son de funcionamiento atmosférico (abiertas). En primera etapa, ingreso, poseen mezclador estático de productos químicos con un indicador de caudal de entrada de orificio calibrado; y floculador vertical mecánico, de circulación ascendente y accionado por un motorreductor.

La etapa de decantación se efectúa en una cuba rectangular contigua, con tolvas y colectores inferiores, para la descarga de barros y sedimentos plásticos.

El filtrado se realiza, también en recinto abierto de circulación forzada producida por la depresión de la bomba, la que a su vez impulsa el agua hacia el tanque elevado; siendo los lechos simples de arena, con manto soporte de grava de distintas granulometrías.

Los sistemas de dosificación, (dos), PAD posee bomba y agitador e hipoclorito bomba solamente, hallándose montado el conjunto sobre un skid independiente.

La operación de esta se realiza, mediante un manifold con válvulas mariposas y con la bomba instalada sobre un chasis; todo de diámetro adecuado al modelo y caudales de trabajo. La operación de contralavado, se efectúa por gravedad desde el tanque elevado.

Los valores de funcionamiento y datos consignados para valores medios de agua de alimentación de 280 ppm de turbiedad media.

La planta, posee indicador de ciclo agotado por nivel de filtro con micro switch para instalación de alarma o señal luminosa.

**CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS**

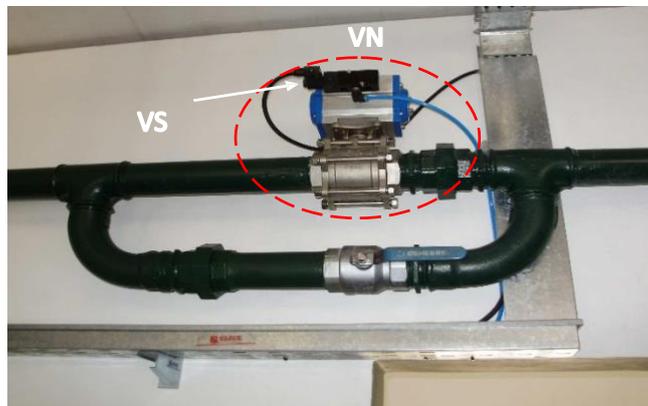
<b>Modulo principal</b>	
Caudal Normal de funcionamiento	15 m <sup>3</sup> /hora.
Caudal Maximo de funcionamiento	18 m <sup>3</sup> /hora. ( según turbiedad de entrada)
Funcionamiento	Continuo.
Construccion	Un cuerpo
Controlador de caudal de entrada	Placa de orificio/ vertedero
Floculador	Mecanico vertical con motorreductor sin fin/corona y motor 100% blindado de ½ HP.
Decantador	Laminar con placas plasticas.
Filtro	Con manto soporte de grava distintas granulometrias.
Composicion lecho filtrante	lecho filtrante inferior, arena lecho filtrante superior, arena.
Composicion del manto soporte	Fondo , grava, intermedio.
Bomba de impusion agua filtrada	centrifuga,motor,1 1/2 HP
Tiempo de lavado de filtro	10 minutos aprox.
Reserva minipa para lavado	18 m <sup>3</sup>
Conexión de entrada y salida	2 1/2 ''
Conexión de lavado	4 ''
Pintura interior	Epoxisanitario sin solvente
Pintura exterior	Antioxido y esmalte sintetico solor verde noche.

<b>Filtro de carbon activado</b>	
Caudal Normal de funcionamiento	15 m <sup>3</sup> /hora.
Caudal Maximo de funcionamiento	18 m <sup>3</sup> /hora.
Funcionamiento	Continuo.
Composicion lecho filtrante	Carbon activado para agua potable granulometria.
Composicion del manto soporte	Fondo,grava,inter medio.
Conexión de entrada y salida	3''
Conexión de lavado	2''
Valvulas	a diafragma
Pintura interior	Epoxisanitaria sin solvente
Pintura exterior	Antioxido y esmalte sintetico solor verde noche.

<b>Sistema de dosificacion de reactivos</b>	
Dosificacion de floculante principal	Una bomba dosificadora a diafragma.
Deposito	PAD de 500 litros de capacidad con agitador de 1/2 HP.
Dosificacion de coadyuvante	Una bomba dosificadora a diafragma.
Deposito	PAD de 200 litros de capacidad con agitador de 1/2 HP.
Dosificacion de hipoclorito	Una bomba dosificadora a diafragma.
Deposito	PAD de 100 litros de capacidad.

## FUNCIONAMIENTO

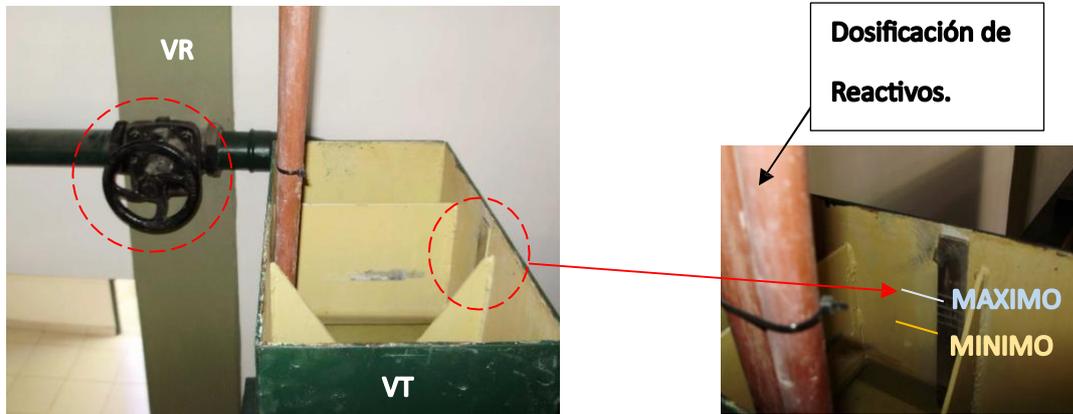
El agua cruda ingresa al sistema de tratamiento por el vertedero VT siendo su ingreso comandado en forma automática por dos controles de nivel N1 y N2 instalados en el tanque de reserva TR. Los niveles comandan una válvula neumática VN que se abre cuando el agua se encuentra por debajo de N1 (nivel mínimo) y permanece abierta hasta que el tanque se completa hasta N2 (nivel máximo). Los niveles son de tipo on – off y comandan a través del tablero eléctrico TE una válvula solenoide VS que permite el paso del aire aportado por el compresor CP.



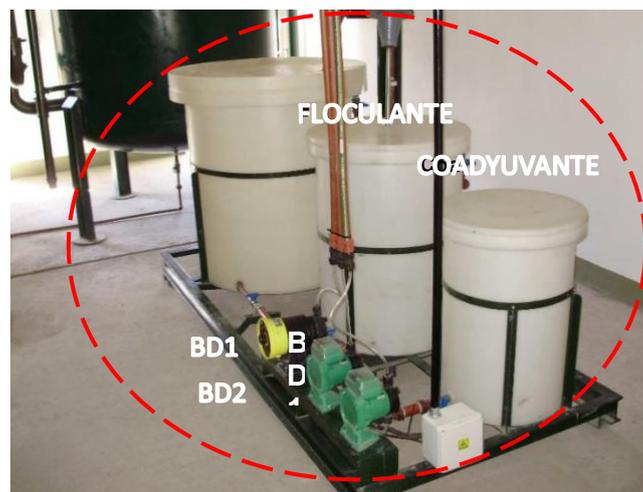
Para el correcto funcionamiento de la válvula VN la presión de aire debe ser de 3 a 5 Kg/cm<sup>2</sup> regulando la misma con el regulador RG.



El caudal de entrada puede ser regulado por medio de la válvula VR, midiendo el mismo en el VT debiendo encontrarse el nivel de agua en el interior del mismo entre las marcas máxima y mínima que se encuentran la regla en el interior del dispositivo.



En el VT se incorporan también los reactivos que permiten la clarificación del agua, estos reactivos son dosificados por el sistema de dosificación SD que cuenta con la posibilidad de incorporar un floculante y un coadyuvante por medio de las bombas dosificadoras BD1 y BD2. La incorporación de los reactivos genera la formación de corpúsculos llamados flocks que "atrapan las partículas en suspensión presentes en el agua".



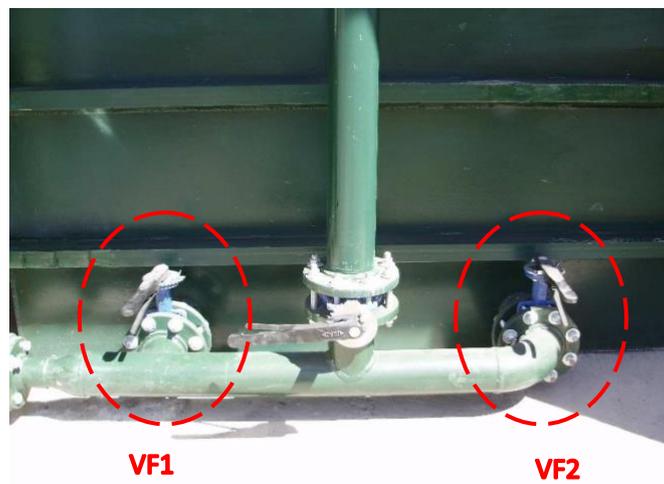
La mezcla de agua y reactivo pasa al floculador FL donde un sistema agita lentamente el líquido favoreciendo el crecimiento de los flocks en esta etapa. El agua floculada se vierte en la sección siguiente (sedimentador SD), donde

los flocks se separan del seno del líquido acumulándose en forma de barro en la tolva inferior, de donde se extrae periódicamente por medio de la válvula de barro VB.

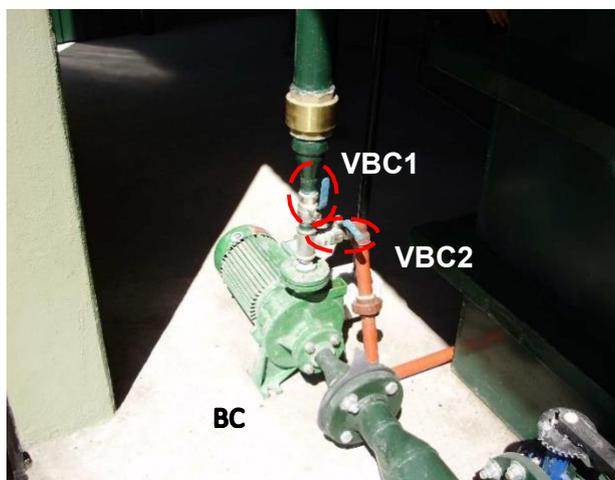


El agua clarificada se dirige por la superficie hacia la etapa de filtración, atravesando un lecho de grava y arena reteniendo los flocks que puedan escapar del sedimentador.

El filtro está dividido en dos secciones y el agua sale del mismo por las válvulas VF1 y VF2.



El agua es tomada por la bomba centrífuga BC, que en esta función debe tener las válvulas VBC1 abierta y la VBC2 cerrada para impulsar hacia el filtro de carbón activado.



El agua procedente del módulo de tratamiento ya filtrada se impulsa al filtro de carbón activado para lo cual deben estar abiertas las válvulas VFC1 y VFC3, de esta forma el agua pasa por el lecho de carbón activado, donde es retenido cualquier resto de materia orgánica.



Para finalizar el tratamiento se dosifica hipoclorito de sodio por medio de la bomba dosadora BD3 ubicada en el módulo de dosificación para la desinfección del agua.

La dosificación se efectúa en forma automática activada por los niveles en conjunto con el módulo de tratamiento. La dosis de hipoclorito se regula con el regulador ubicado sobre la bomba dosificadora (ver operación de sistemas auxiliares).

El agua desinfectada se dirige al tanque de almacenamiento para su distribución.



## OPERACIÓN DE SISTEMAS AUXILIARES

### **SISTEMA DE DOSIFICACIÓN.**

El sistema de dosificación cuenta con tres bombas dosificadoras de caudal regulable con sus respectivos tanques de almacenamiento. La bomba BD1 dosifica floculante, la BD2 dosifica coadyuvante y la BD3 hipoclorito de sodio.

En manual las bombas funcionan independientemente del comando de la planta.

### **Carga y dilución de los productos.**

Para la carga los productos se retira la tapa, y se abre la válvula de agua VA llenando el recipiente primero de agua y luego con producto de acuerdo con la dilución deseada. En el caso del floculante y el coadyuvante agitar la mezcla hasta conseguir una solución homogénea, la agitación se logra con el accionamiento de los agitadores para lo cual se debe activar los mismos en el tablero principal y luego seleccionar el agitador en el comando al pie de estos.

### **Cálculo y regulación del caudal.**

Se deben regular las bombas de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal dosadora ml / h.} = \underline{Q \times D \times 100}$$

$$\text{Caudal dosadora ml / m.} = \underline{Q \times D \times 100}$$

Donde:

Q= caudal de agua que ingresa o sale

D= dosis calculada de producto.

C= dilución en porcentaje del producto en el tanque de almacenamiento.

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO

### **Módulo de tratamiento.**

- Mantenimiento intermedio.  
Frecuencia de la operación: ANUAL.
- Mantenimiento profundo.  
Frecuencia de la operación: CADA 2 AÑOS

### **Filtro de carbón activado.**

- Mantenimiento intermedio.  
Frecuencia de la operación: ANUAL.
- Mantenimiento profundo.  
Frecuencia de la operación: CADA 2 AÑOS

### **Sistema de dosificación.**

- Bombas dosificadoras.  
Frecuencia de la operación: CADA 60 DÍAS.

### **Reemplazo del diafragma.**

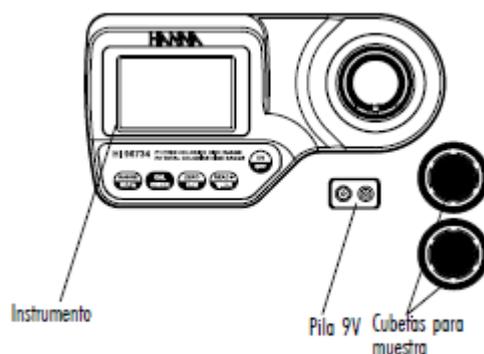
- Frecuencia de la operación: ANUAL

- **Manual Cloro Libre y Total Rango Alto ISM**

**INSPECCION PRELIMINAR**

Cada Medidor de Ion Selectivo HI 96734C se suministra completo con:

- Dos Cubetas y Tapas para Muestra
- Pila de 9V
- Manual de Instrucciones
- Certificado de Calidad del Instrumento



**DESCRIPCION GENERAL**

El HI 96734 es un medidor microprocesador portátil con autodiagnóstico. Tiene un sistema óptico avanzado, basado en una lámpara especial de tungsteno y un filtro de interferencias de banda estrecha, que permite lecturas de gran precisión y repetibilidad.

El instrumento está fabricado a prueba de salpicaduras y las unidades de lámpara y filtro están protegidas del polvo o de la suciedad mediante una pantalla transparente. Esto hace que el instrumento sea adecuado para aplicaciones de campo.

El instrumento usa un sistema exclusivo de seguro de cierre para garantizar que la cubeta esté en la misma posición cada vez que se sitúa en la célula de medición. Está diseñado para alojar una cubeta

con un cuello más amplio que facilita la adición tanto de la muestra como de los reactivos. La cubeta está fabricada con cristal óptico especial para lograr los mejores resultados.

El instrumento HI 96734 mide el contenido de cloro libre y total (Cl<sub>2</sub>) en muestras de agua en el rango de 0,00 a 10,00 mg/l (ppm).

Los reactivos son en forma de polvo y líquido y se suministran en paquetes y botellas. La cantidad de reactivo está dosificada con precisión para garantizar la máxima repetibilidad.

**ESPECIFICACIONES**

Resolucion	0,01 mg/l de 0,00 a 3,50 mg/l; 0,10 mg/l superior a 3,50 mg/l
Precision	±0,06 mg/l @ 3,00 mg/l
Desviación EMC Típica	±0,01 mg/l
Fuente de Luz	Lámpara de Tungsteno
Detector de Luz	Fotocélula de Silicio con filtro de interferencias de banda estrecha
Condiciones de uso	0 a 50°C (32 a 122°F); máx 95% HR sin condensación
Tipo de Pila	1 x 9 voltios
Dimensiones	192 x 102 x 67 mm
Peso	290 g

<b>Reactivos necesarios</b>		
Codigo	Descripcion	Cantidad/test
HI 93701-0	Reactivo Cloro Libre	1 paquete
HI 93734B-0	Reactivo Cloro Libre y Total	5 ml
HI 93734C-0	Reactivo Cloro Total	3 gotas

**PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO**

La absorción de la luz es un fenómeno típico de interacción entre la radiación electromagnética y la materia. Cuando un rayo de luz atraviesa una sustancia, parte de la radiación puede ser absorbida por átomos, moléculas o redes de cristales. Si tiene lugar una absorción pura, la fracción de luz absorbida depende tanto de la longitud de la distancia óptica a través de la materia como de las características fisicoquímicas de la sustancia según la ley Lambert-Beer:

$$-\log \frac{I}{I_0} = \epsilon_{\lambda} c d$$

$$A = \epsilon_{\lambda} c d$$

Donde:

- $\log I/I_0$  = Absorbencia (A)
- $I_0$  = intensidad del haz de luz incidente
- $I$  = intensidad del haz de luz tras la absorción
- $\epsilon_{\lambda}$  = coeficiente de extinción molar a una longitud de onda  $\lambda$
- $c$  = concentración molar de la sustancia
- $d$  = distancia óptica que la luz viaja a través de la sustancia

Por lo tanto, la concentración "c" puede calcularse a partir de la absorbencia de la sustancia, ya que los demás factores se conocen.

El análisis químico fotométrico se basa en la posibilidad de desarrollar un compuesto absorbente a partir de una reacción química específica entre la muestra y los reactivos. Dado que la

absorción de un compuesto depende estrictamente de la longitud de onda del haz de luz incidente, se deberá seleccionar un ancho de banda espectral estrecha, así como una apropiada longitud de onda central para optimizar las mediciones.

El sistema óptico de los colorímetros de la serie HI 96 de Hanna está basado en lámparas de tungsteno sub-miniatura especiales y filtros de interferencia de banda estrecha para garantizar tanto un alto rendimiento como resultados fiables.

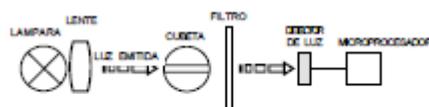


Diagrama de bloque de la Serie HI 96 (esquema óptico)

Una lámpara de tungsteno especial controlada por microprocesador emite una radiación, que es primero acondicionada ópticamente y emitida hacia la muestra contenida en la cubeta. La distancia óptica se fija por el diámetro de la cubeta. A continuación, la luz se filtra de forma espectral a un ancho de banda espectral estrecha, para obtener un haz de luz de intensidad  $I_0$ .

La célula fotoeléctrica recoge la radiación  $I$  que no es absorbida por la muestra y la convierte en corriente eléctrica produciendo un potencial en el rango mV.

El microprocesador usa este potencial para convertir el valor de entrada en la unidad de medición deseada y mostrarla en la pantalla LCD.

El proceso de medición se realiza en dos fases: primero se pone a cero el medidor y a continuación se realiza la medición.

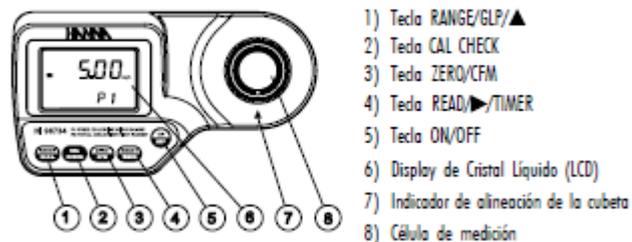
La cubeta tiene un papel muy importante porque es un elemento óptico, y por lo tanto requiere especial atención. Es importante que tanto la cubeta de medición como la de calibración (puesta a cero) sean ópticamente idénticas para que ofrezcan las mismas condiciones de medición.

Siempre que sea posible use la misma cubeta para ambas. Es necesario que la superficie de la cubeta esté limpia y no esté rayada para evitar interferencias en la medición debido a reflejos y absorción de luz no deseados. Se recomienda no tocar las paredes de la cubeta con las manos.

Además, para obtener las mismas condiciones durante las fases de puesta a cero y medición, es necesario cerrar la cubeta para evitar toda contaminación.

### DESCRIPCION FUNCIONAL

#### DESCRIPCION DEL INSTRUMENTO



### PUESTA EN MARCHA

Prepare el instrumento para medición del siguiente modo:

- Desembale el instrumento retirando la protección antipolvo de la célula de medición del instrumento.
- Coloque la pila en el instrumento según se describe en el capítulo “SUSTITUCION DE LA PILA”.
- Coloque el instrumento sobre una superficie plana.
- No ponga el instrumento bajo la luz solar directa.

### PROCEDIMIENTO DE MEDICION

Para compensar los efectos de la turbidez o color de la muestra, la medición se desarrolla en dos fases. Primero, el medidor se pone a cero utilizando la muestra sin tratar. Tras añadir los reactivos se mide la muestra tratada.

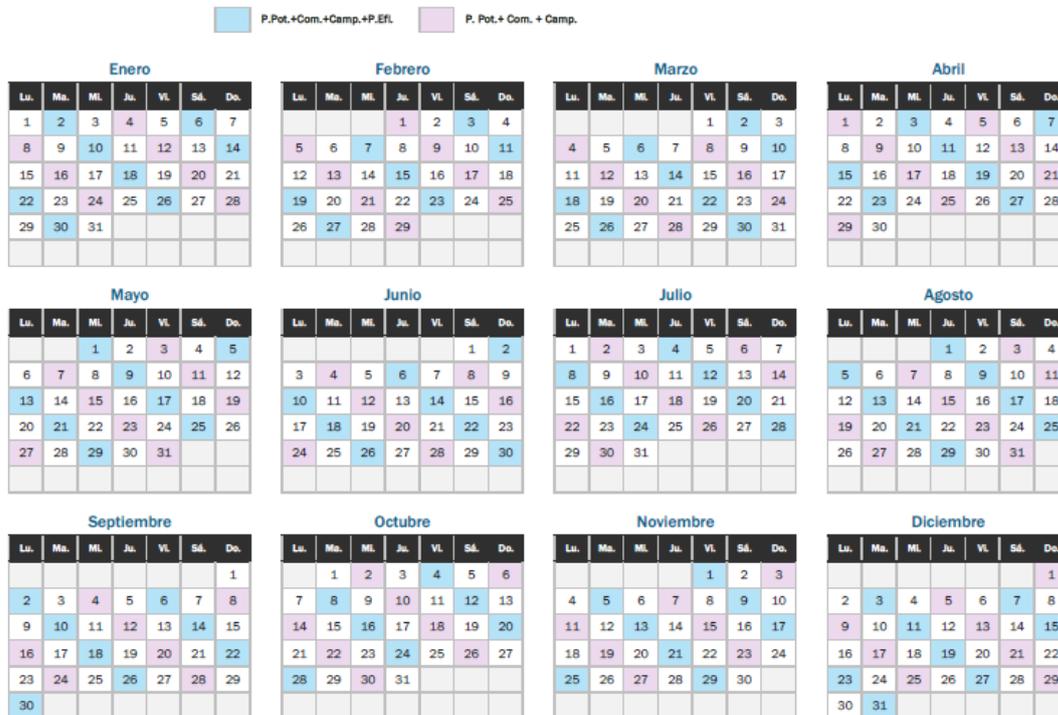
Nota Importante: Los valores de Cloro Libre y Total han de ser medidos por separado con muestras nuevas sin tratar si se requieren ambos valores.

- Conecte el medidor pulsando ON/OFF. El display muestra brevemente todos los segmentos.
- Cuando suena un breve pitido y el display muestra guiones, el instrumento está preparado. El “ZERO” intermitente indica que primero se ha de poner a cero el instrumento.
- Preste atención al rango seleccionado. Para cambiar de rango, simplemente pulse RANGE/GLP/.
- Añada 5 ml de reactivo HI 93734B-0 a la cubeta mediante la jeringa de 5 ml.  
Nota: para medir exactamente 5 ml de reactivo con la jeringa siga las instrucciones de la página 13.
- Llene la cubeta hasta la marca de 10 ml con 5 ml de muestra sin tratar, mediante la pipeta de plástico de 3 ml.  
Nota: enjuague la pipeta de plástico de 3 ml varias veces con la muestra antes de añadirla a la cubeta.
- Ponga la tapa y agite suavemente durante unos segundos.
- Introduzca la cubeta en la célula de medición, asegurándose de que la marca de la tapa coincida con la marca del instrumento.
- Pulse ZERO/CFM y los iconos de lámpara, cubeta y detector aparecerán en el display, dependiendo de la fase de medición.
- Tras unos pocos segundos, el display mostrará “-0.0-”. El instrumento está ahora a cero y listo para medición.
- Retire la cubeta.
- Solo en caso de medir cloro total, añada 3 gotas de reactivo HI 93734C-0 a la cubeta.
- Tanto para cloro libre como total, añada el contenido de un paquete de reactivo Cloro Libre HI 93701-0. Ponga la tapa y agite suavemente durante 20 segundos (o 2 minutos en caso de análisis de agua de mar).
- Introduzca la cubeta en la célula de medición, asegurándose de que la marca de la tapa coincida con la marca del instrumento.

- Pulse y mantenga la tecla READ/ /TIMER durante tres segundos. El display mostrará la cuenta atrás previa a la medición. El instrumento emite una señal acústica al final de la cuenta atrás. Como alternativa, espere 1 minuto para cloro libre o 2'30" para cloro total y simplemente pulse READ/ /TIMER. En ambos casos, los iconos de lámpara, cubeta y detector aparecerán en el display, dependiendo de la fase de medición.
- Al finalizar la medición, el instrumento muestra directamente en el display la concentración en mg/l de cloro libre o total, y el número de rango.

**Cronograma de muestras de cloro reactivo libre y turbidez.**

**Cronograma DE MUESTRAS DE CLORO REACTIVO LIBRE 2024**



**Imágenes de los monitoreos.**



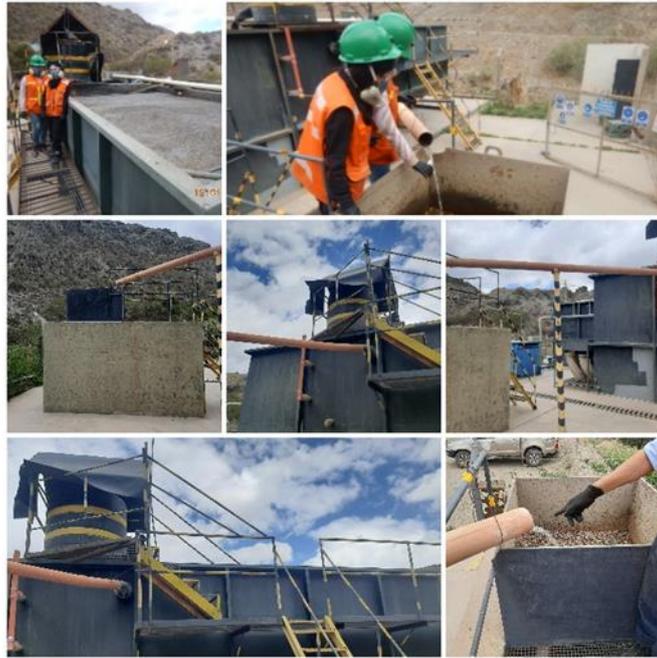
*Ilustración 2. Planta potabilizadora.*



*Ilustración 3. Piletas.*



*Ilustración 4. toma de muestras en la planta potabilizadora.*



*Ilustración 5. Planta de tratamiento de efluentes.*



*Ilustración 6. Toma de muestra en el campamento.*



*Ilustración 7. Toma de muestra en el comedor.*



*Ilustración 8. Toma de muestras planta potabilizadora, comedor y campamento.*



Ilustración 9. Medición de Cloro.



Ilustración 10. Medición de turbidez.