

# Anexo – Manual de Operación y Mantenimiento

Tomo III – PTAR Santander de Quilichao

Ing. Diana Marcela Echavarría Casilimas

# Contenido

- 1. INTRODUCCION ..... 3
- 2. DESCRIPCION SISTEMA DE TRATAMIENTO.....4
  - 2.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR..... 4
  - 2.2. ESTACION DE BOMBEO..... 4
  - 2.3. REACTORES UASB ..... 4
  - 2.4. FILTRO PERCOLADOR..... 4
  - 2.5. SEDIMENTADOR SECUNDARIO ..... 5
- 3. ESQUEMA GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS . 6
- 4. DESCRIPCION OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CADA UNA DE LAS ESTRUCTURAS ..... 7
  - 4.1. ESTRUCTURA DE ENTRADA..... 7
  - 4.2. REJILLAS FINA Y GRUESA..... 7
    - 4.2.1. MANTENIMIENTO REJILLA FINA Y GRUESA ..... 8
    - 4.2.2. IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA Y SEGURIDAD INDUSTRIAL ..... 8
  - 4.3. DESARENADOR ..... 8
    - 4.3.1. MANTENIMIENTO DESARENADOR Y TRAMPA DE GRASAS ..... 9
    - 4.3.2. IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA Y SEGURIDAD INDUSTRIAL..... 10
  - 4.4. ESTACION DE BOMBEO..... 10
    - 4.4.1. MANTENIMIENTO ESTACION DE BOMBEO ..... 10
    - 4.4.2. IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA Y SEGURIDAD INDUSTRIAL..... 10
  - 4.5. REACTOR UASB ..... 11
    - 4.5.1. VALVULAS ..... 11
      - 4.5.1.1. FUNCIONAMIENTO VALVULAS ..... 12
    - 4.5.2. MANTENIMIENTO ..... 13
    - 4.5.3. IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA Y SEGURIDAD INDUSTRIAL..... 14
    - 4.5.4. LECHOS DE SECADO PARA REACTORES UASB ..... 14
    - 4.5.5. BIOFILTROS PARA MANEJO DE GASES..... 15
  - 4.6. FILTRO PERCOLADOR..... 16
    - 4.6.1. MANTENIMIENTO FILTRO PERCOLADOR..... 16
    - 4.6.2. VALVULAS Y FUNCIONAMIENTO ..... 16
  - 4.7. SEDIMENTADOR SECUNDARIO ..... 18

4.7.1.	SISTEMA BARRE LODOS.....	18
4.7.2.	BOMBAS.....	19
4.7.2.1.	DESCRIPCION.....	19
4.7.3.	ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL.....	19
4.7.4.	MANTENIMIENTO.....	19

## 1. INTRODUCCION

El presente Manual de Operación y Mantenimiento, contiene una serie de Recomendaciones y actividades que se describen en el mismo, con el fin de alcanzar las eficiencias de remoción requeridas.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de Santander de Quilichao, consta de las siguientes unidades de tratamiento: Rejilla, Desarenador, Trampa de Grasas, UASB 1-2, Filtro Percolador (1-2), Sedimentador Secundario (1-2), Lechos de Secado independientes para cada unidad de tratamiento, para los UASB 1-2 (Ocho (8) Lechos de Secado), y para los Sedimentadores Secundarios (cuatro (4) Lechos de Secado).

Es importante que las actividades que se realicen se utilicen todos los elementos de protección personal, para evitar posibles enfermedades de la piel por el contacto directo con el agua residual. La entidad Operadora deberá velar por la seguridad de sus operarios.

## 2. DESCRIPCION SISTEMA DE TRATAMIENTO

### 2.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR

Este tratamiento consiste en la eliminación de los residuos solidos grandes de gran tamaño y las arenas que entran al sistema de tratamiento, en este sistema se encuentran las siguientes unidades:

- **REJILLA FINA Y GRUESA:** estas rejillas sirven para retener solidos de gran tamaño, y evitar que ingresen a las demás unidades de tratamiento.
- **DESARENADOR:** se tiene proyectado dos líneas de desarenador, cada línea tiene una Bomba Sumergible para transporte de arenas y solidos, para un caudal de 5 Lps que permitirá extraer las arenas y depositarlas en una tolva para facilitar la limpieza del mismo, y la tolva realizara las funciones de escurrido del material.
- **TRAMPA DE GRASAS:** la función principal de esta trampa es retener la mayor cantidad de grasas y aceites antes que el agua sea bombeada a los demás tratamientos de la Ptar.

### 2.2. ESTACION DE BOMBEO

La estación de bombeo, esta dotada de 5 Bombas Sumergibles tipo Flyght con un caudal de 104 Lps cada una. Estas bombearan hacia los reactores UASB.

### 2.3. REACTORES UASB

Esta fase corresponde al proceso llevado a cabo en los Reactores UASB 1 Y 2, en esta fase ocurre la remoción de Materia orgánica Suspendida y Biodegradable. El agua a esta unidad entra de forma descendente atravez de unos domos en acero inoxidable y por medio de unas mangueras flexibles, hasta el fondo y asciende nuevamente, y sale por medio de una canaleta hacia los Filtros Percoladores.

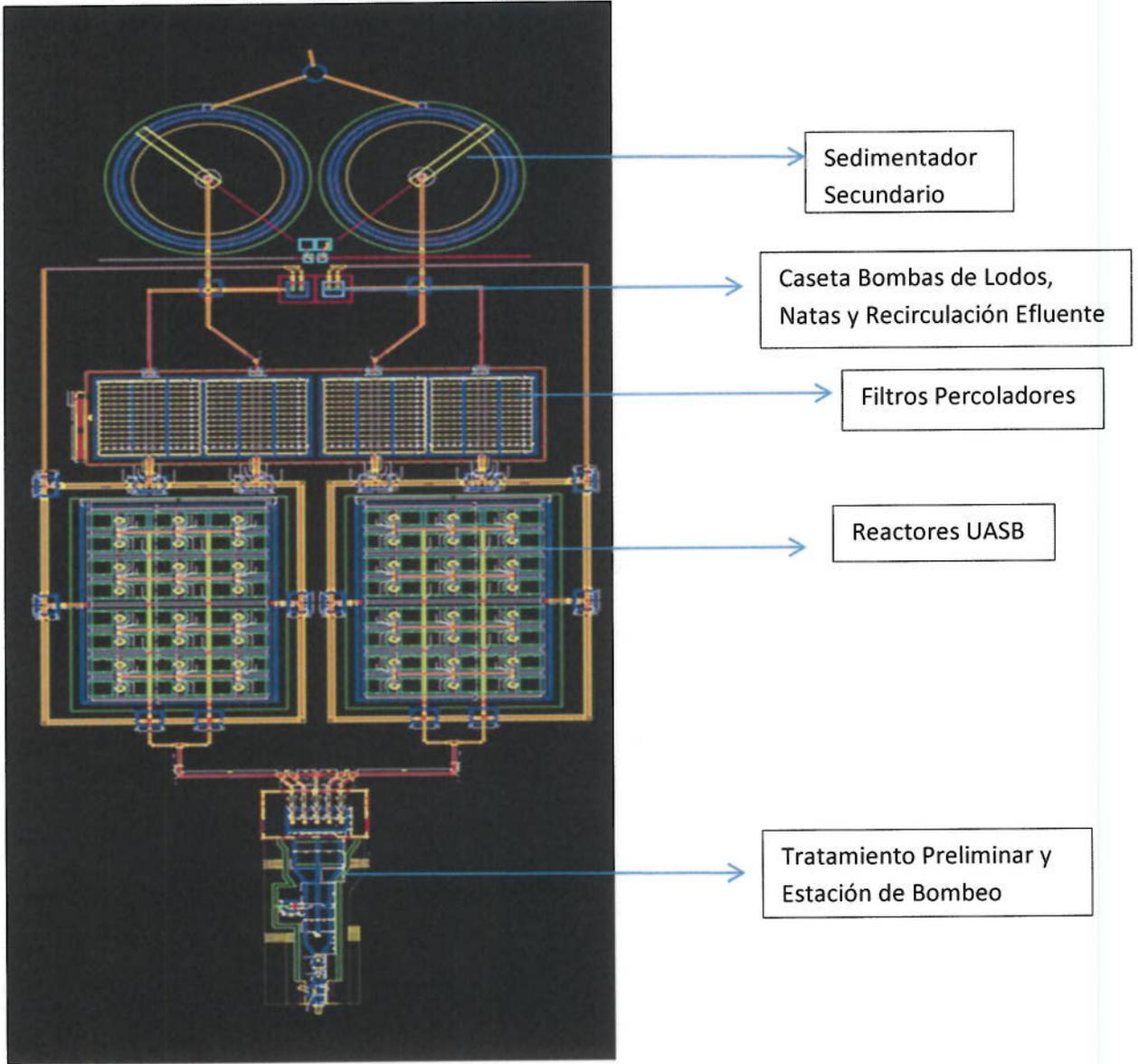
### 2.4. FILTRO PERCOLADOR

Se encarga de remover la fracción de la Materia Orgánica Biodegradable, por medio de la actividad bacteriana. Este filtro tiene un relleno plástico o medio filtrante en el cual se adhieren las bacterias.

## **2.5. SEDIMENTADOR SECUNDARIO**

El sedimentador secundario se encarga de remover los lodos existentes en el fondo, este sedimentador se encuentra dotado de un Barrelos y una tolva para la extracción de las natas que se encuentran en la superficie y llevarlas hacia los lechos de secado.

### 3. ESQUEMA GENERAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS



#### 4. DESCRIPCIÓN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CADA UNA DE LAS ESTRUCTURAS

##### 4.1. ESTRUCTURA DE ENTRADA

La estructura de entrada contiene dos Válvulas que se describirán a continuación:

V.E.P: esta Válvula se accionara para dejar entrar el Caudal a la planta de tratamiento de aguas residuales.

V.B: esta Válvula se utilizara en caso de presentarse un aumento considerable del caudal por lluvias, este caudal ira directamente al alcantarillado y a su vez a la descarga final

**ES NECESARIO TENER PRESENTE QUE NO SE DEBE PERMITIR EL INGRESO DE AGUAS LLUVAS AL SISTEMA.**

Es importante realizar un registro diario de caudales a la Planta, para esto será necesario llevar un formato:

REGISTRO DIARIO DE CAUDALES					
PUNTO			ESTRUCTURA DE ENTRADA		
FUNCIONARIO					
FECHA					
Punto	Hora	Caudal (m3/seg)	Lluvias		Observaciones
			Si	No	

##### 4.2. REJILLAS FINA Y GRUESA

Estas rejillas se encuentran ubicadas en el canal de entrada a la Planta, estas rejillas permiten la remoción de los solidos de grande y mediano tamaño, con el fin que no se sedimenten en el Desarenador, ni sigan a las demás fases del tratamiento.

#### 4.2.1. MANTENIMIENTO REJILLA FINA Y GRUESA

- El mantenimiento de esta rejilla deberá realizarse diariamente.
- El material que se retire de dichas rejillas deberá colocarse primero en la tolva de escurrido.
- Deberá dejarse secar y después empacarse en bolsas plásticas para disponerse como residuo peligroso (la empresa prestadora de servicio deberá gestionar la empresa que realizara la recolección de los residuos peligrosos)
- En caso de ser necesario, y en el momento en que se de la entrada de mucho material solido se deberá considerar realizar otra limpieza mas en el día.

#### 4.2.2. IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

- Es importante que el operario encargado de esta labor utilice todos los implementos de protección personal requeridos para realizar este tipo de actividades, es importante que la entidad operadora vele por la seguridad de sus trabajadores.
- Es necesario tener a disposición elementos como palas, Rastrillos, Manguera conectada a punto de agua potable, Bolsas de Basura, Bugís.
- Para la limpieza de las rejillas es necesario utilizar el rastrillo como elemento principal para extraer aquellos sólidos que se encuentren adheridos a ella.
- Después de haber retirado los sólidos de las rejillas, es necesario extraerlas totalmente para retirar aquel material solido que no se haya sacado con el rastrillo, con ayuda del agua.

#### 4.3. DESARENADOR

Este Desarenador de flujo horizontal, contiene dos canales, y por lo tanto de dos vertederos sutro que permiten reducir la velocidad del agua y a su vez permiten la medición del Caudal el  $m^3/día$ .

Cada una de las líneas del desarenador está dotada de compuertas de entrada y limpieza, que permiten realizar esta operación independientemente a cada una de ellas, sin interrumpir el funcionamiento de la planta.

El indicador de eficiencia en este proceso es también la cantidad de arena seca o deshidratada removida, en términos de kilogramos por día. Para este caso se deberá registrar en un formato la frecuencia de extracción de las arenas.

REGISTRO EXTRACCION ARENAS					
PUNTO			DESARENADOR		
FUNCIONARIO					
FECHA					
Fecha	Hora	Kg Post secado	Lluvias		Observaciones
			Si	No	

**4.3.1. MANTENIMIENTO DESARENADOR Y TRAMPA DE GRASAS**

- Para realizar la limpieza de esta estructura es necesario suspender la entrada de agua a la Planta.
- Para asegurar la limpieza de esta estructura es necesario retirar las dos rejillas, para realizar mantenimiento en este área también.
- Cada línea, Tiene 1 tapón que sirven para desaguar el desarenador (este agua va directamente a La bomba de arenas y de allí ira directamente hacia la tolva de arenas para facilitar su escurrido y secado).
- El mismo procedimiento se realizara con la otra línea del Desarenador.
- Los residuos orgánicos que son extraídos producto de la limpieza se pueden vaciar en el foso de succión y de allí ser transportados a los Reactores UASB, ya que estos requieren de grandes cantidades de carga orgánica para garantizar el buen funcionamiento del mismo.
- Debido a la cantidad de solidos que ingresan a la planta es necesario programar la limpieza del mismo en un periodo no mayor a 15 días.

- Es necesario realizar la limpieza de la Trampa de Grasas, para esto se debe retirar el material flotante con una nasa y después utilizar la bomba de arenas para vaciar la trampa y retirar con una pala el material sedimentado.

#### **4.3.2. IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

- Es importante que el operario encargado de esta labor utilice todos los implementos de protección personal requeridos para realizar este tipo de actividades, es importante que la entidad operadora vele por la seguridad de sus trabajadores.
- Para realizar esta actividad es necesario tener a disposición, Baldes, Palas, Bugís y Escobas.
- Para realizar esta operación es necesario que el operario utilice un traje impermeable y todos sus elementos de protección personal.

#### **4.4. ESTACION DE BOMBEO**

La estación de bombeo cuenta con 5 bombas sumergibles tipo Flyght cada una con capacidad de 104 lps.

##### **4.4.1. MANTENIMIENTO ESTACION DE BOMBEO**

- En caso de requerir retirar alguna de las bombas para mantenimiento, se deberá utilizar el puente grúa con el diferencial para retirarlas.
- Cada 6 meses se deberá desocupar el poso de bombeo, esto se realizara con el fin de realizar limpieza al sedimento que se encuentra en el fondo, esta limpieza se podrá realizar trasladando la bomba de las arenas hacia el poso, colocando manguera hacia alguno de los lechos mas cercanos o la tolva de las arenas.

##### **4.4.2. IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

- Es importante que el operario encargado de esta labor utilice todos los implementos de protección personal requeridos para realizar este tipo de actividades, es importante que la entidad operadora vele por la seguridad de sus trabajadores.

- Para realizar esta actividad es necesario tener a disposición, Baldes, Palas, Bugís y Escobas.

**4.5. REACTOR UASB**

Funciona como un Reactor Biológico en condiciones anaeróbicas, que opera en flujo ascendente, es decir el flujo de agua residual proveniente del foso de succión entra por la parte superior, (Domas) y baja a travez de una manguera de distribución de polietileno de 2", hasta la parte inferior y de allí el agua asciende, hasta recolectarse en unos canales perimetrales, hacia los filtros percoladores. El Reactor UASB, son dos unidades rectangulares elevadas, con las siguientes dimensiones; ancho de 20,43 m; longitud de 26,35 m y una profundidad de 7,20 m.

Para realizar el arranque de este Reactor, es necesario inocular con lodo anaerobio proveniente de algún sistema de tratamiento de aguas residuales similar.

La cantidad necesaria oscila entre el 5% y 20% del volumen total del reactor, es importante que cuando se realice este procedimiento se deje el reactor fuera de funcionamiento al menos un día para que los microorganismos se familiaricen con el medio.

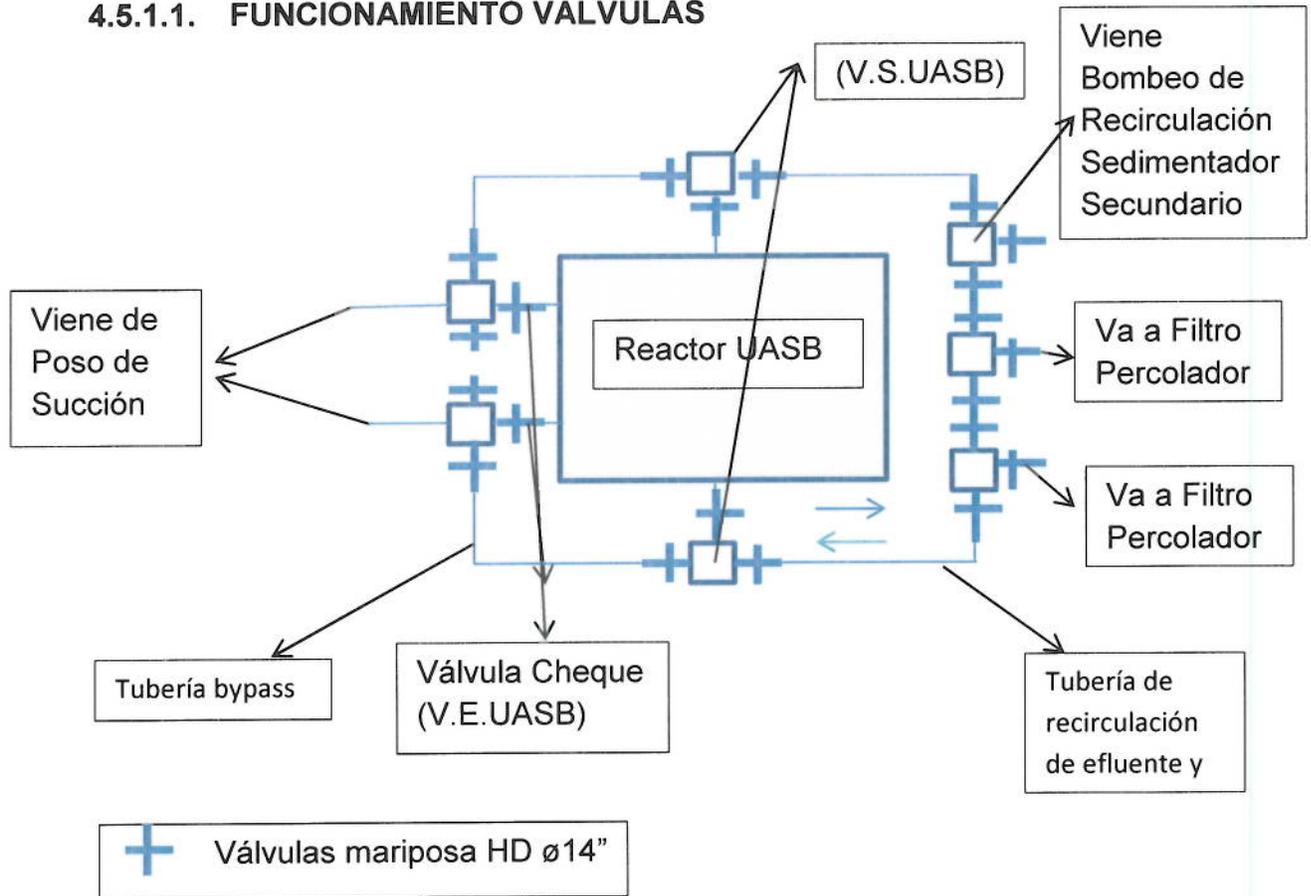
No se deberá retirar lodo de los UASB entre tanto se logre una estabilización en el proceso, sin embargo será necesario revisar constantemente las llaves de los piezómetros, para saber que altura ha alcanzado el lodo. En el momento en que este alcance la mayor altura se deberá extraer lodo hacia los lechos de secado.

**4.5.1. VALVULAS**

- V.E.UASB: Válvula de Entrada Reactor UASB ( 2 válvulas por cada Reactor UASB) correspondientes a la cámara 10, 11, 12 y 13 según plano general H2
- V.S.UASB: Válvula de Salida Reactor UASB (2 válvulas por cada Reactor UASB) correspondientes a la cámara 16, 17, 18 y 19, según plano general H2
- V.S LD UASB: Valvula de salida Lodos Reactor UASB, por cada reactor UASB, correspondientes a las cámaras 20, 21, 22 y 23 según plano general H2.

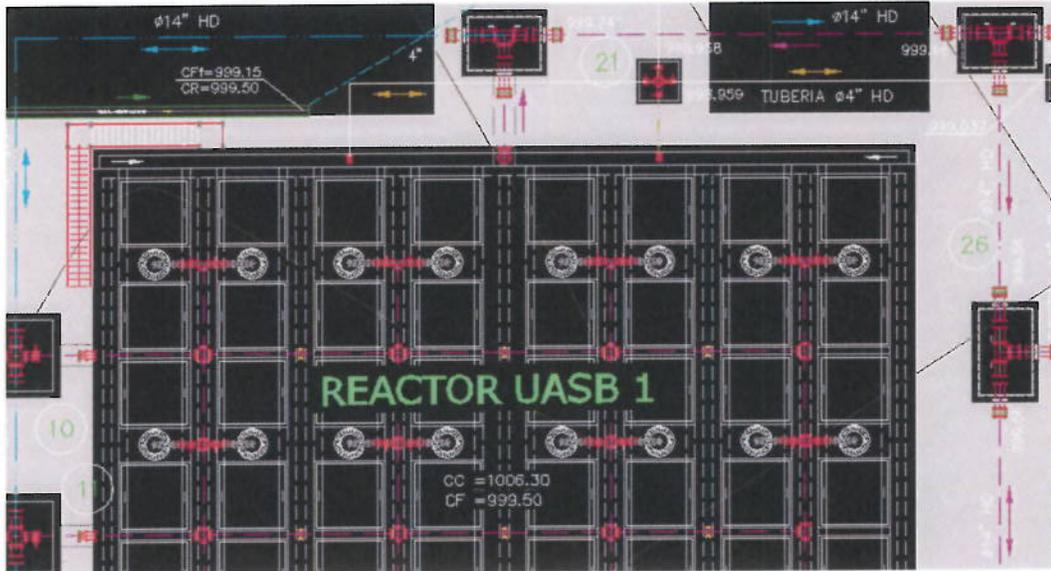
- V.R.E.UASB: Valvulaa de Recirculacion efluente de filtros percoladores hacia el Reactor, correspondientes a las cámaras 16 y 17 según plano general H2.

**4.5.1.1. FUNCIONAMIENTO VALVULAS**



- Las Válvulas V.E.UASB deberán estar abiertas siempre, en el caso que se esté realizando alguna reparación en los Reactores UASB, se deberá cerrar esta válvula y abrir las válvulas de los extremos para que el agua siga directamente hacia los Filtros Percoladores.
- En el momento en que se realice recirculación del efluente de los filtros percoladores se deberá tener las válvulas abiertas para que el agua llegue directamente hacia las V.E.UASB
- Cuando se realice extracción de lodos del reactor UASB se deberá abrir primero las válvulas de los lechos de secado a utilizar, con el fin que no se presente ningún daño en la tubería y en las válvulas.

- En cuanto se termine de sacar los lodos correspondientes se deberá cerrar primero la valvula del UASB para que escurra y posteriormente cerrar la valvula de los lechos.



#### 4.5.2. MANTENIMIENTO

- Es importante, que los domos siempre se encuentren selladas herméticamente, es decir que los canales donde se encuentran instaladas las campanas estén con agua.
- Verificar que no se presenten fugas de Biogás, en los domos, como en las tuberías, de ser así, es importante corregirlas inmediatamente.
- En los Biofiltros es Importante controlar la entrada de agua, ya que el material interno es de fácil descomposición (compost).
- El material interno del Biofiltro debe estarse revisando cada 3 meses. Y el cambio se debe realizar dependiendo del estado del mismo.
- Es importante que los canales que soportan los domos estén constantemente con agua, ya que esto ayuda a conservar su sello hermético.
- Es necesario mantener las cajas cerradas, donde se encuentran las válvulas.
- Revisar los canales de salida de agua de los UASB no presenten obstrucciones ya que impediría el flujo canal hacia los filtros percoladores.
- La actividad más importante dentro de la operación del UASB es el control del manto de lodo, por lo cual es necesario verificar semanalmente la altura

de dicha capa, utilizando para ello los piezómetros detallados en los planos, para este caso la altura máxima es 1,80mt, es decir que el manto de lodos no deberá superar esta altura para prevenir la mala operación de los Reactores Uasb, en este caso se deberá programar Extracción de lodos.

- En caso de ser necesario retira alguno de los domos para algún mantenimiento, cada uno cuenta con uniones universales.

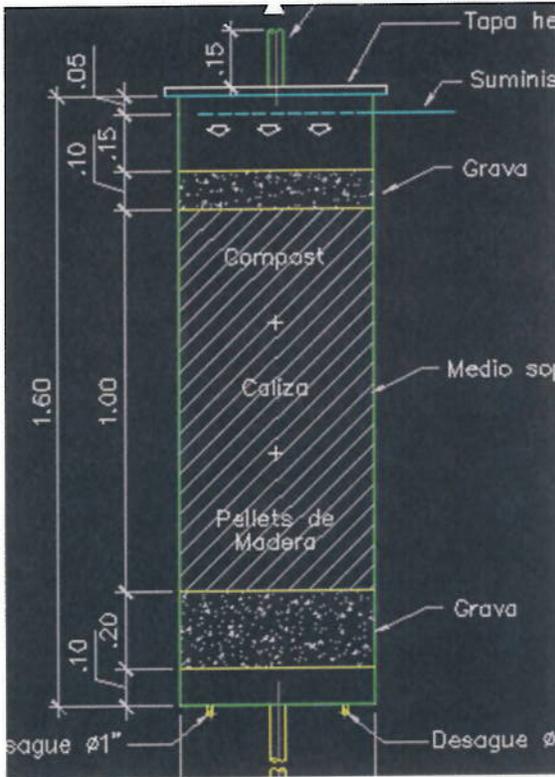
#### **4.5.3. IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

- Es importante que los Operarios que entren en la operación de la Planta utilicen todos sus elementos de protección personal incluida el Arnés, ya que los UASB son tanques elevados.

#### **4.5.4. LECHOS DE SECADO PARA REACTORES UASB**

Nombrados en el plano como Lechos de Secado N° 1, con 8 módulos para el retiro de lodos existentes en los reactores. Con aproximadamente 4 cámaras que contienen válvulas y dirigen una tubería en HD 4" hacia cada módulo de lechos.

### 4.5.5. BIOFILTROS PARA MANEJO DE GASES



Biofiltros

Los biofiltros, es un tanque construido en fibra de vidrio, sellado herméticamente, y en su interior contiene material como compost, piedra caliza y pellets de madera, por ser el compost un material de fácil descomposición, se deberá regular la entrada de agua potable a dicho tanque.

Por lo tanto se recomienda, que el operador revise con una regularidad de cada 3 meses el material en su interior, y de ser necesario reponerlo, para que se de un buen funcionamiento.

En esta misma línea de tratamiento de gases se encuentra el quemador de gas, debido a la dimensión de los tanques, la producción de gas después del arranque de la planta (6 meses), se da en un termino aproximado de 2 meses mas, es decir para un total de 8 meses, para que el flujo de gas hacia los quemadores sea constante.

#### 4.6. FILTRO PERCOLADOR

El filtro percolador es un tanque elevado rectangular con estructura de concreto reforzado.

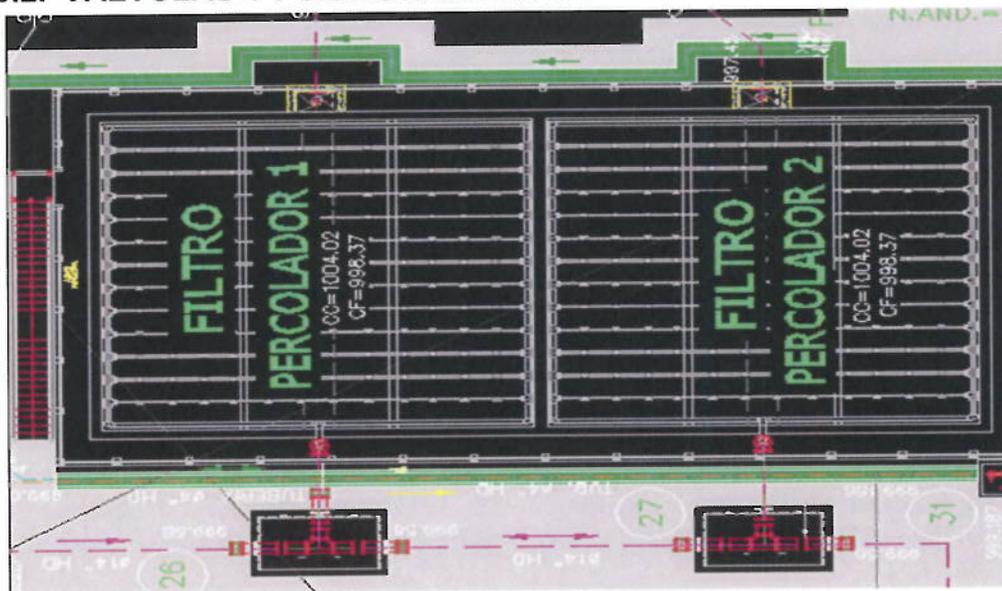
Se utilizó como lecho filtrante material sintético, con una mayor área superficial, lo que permite un mayor crecimiento de masa biológica y mejor aireación.

El flujo es distribuido de manera uniforme por medio de unos aspersores. La materia orgánica que se halla presente en el agua residual es degradada por la población de microorganismos adherida al medio plástico.

##### 4.6.1. MANTENIMIENTO FILTRO PERCOLADOR

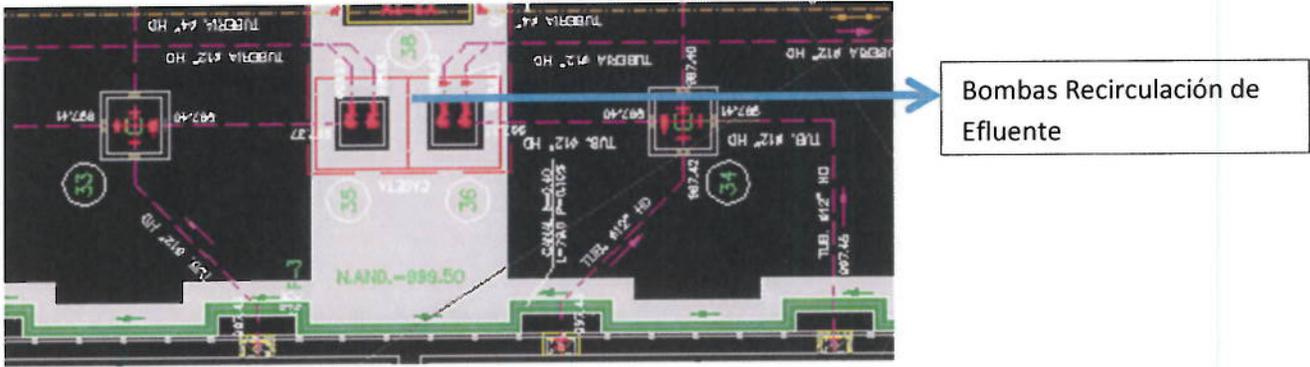
- Para realizar la limpieza de cada uno de los aspersores del filtro percolador es necesario que el operador desenrosque dicho aspersor y le realice limpieza.
- Esta limpieza es necesario realizarla al menos una vez al mes, dependiendo de la revisión visual que se haga se limpiaran los necesarios y así se realizara esta labor continuamente. LA LABOR DE LIMPIEZA DE LOS ASPERSORES SE DEBERA REALIZAR SUSPENDIENDO EL FLUJO DE LA PLANTA.

##### 4.6.2. VALVULAS Y FUNCIONAMIENTO



V.E. FP: Válvula de entrada filtros percoladores, esta válvula esta enumerada en la Cámara 26, 27, 28 y 29 del plano general H2.

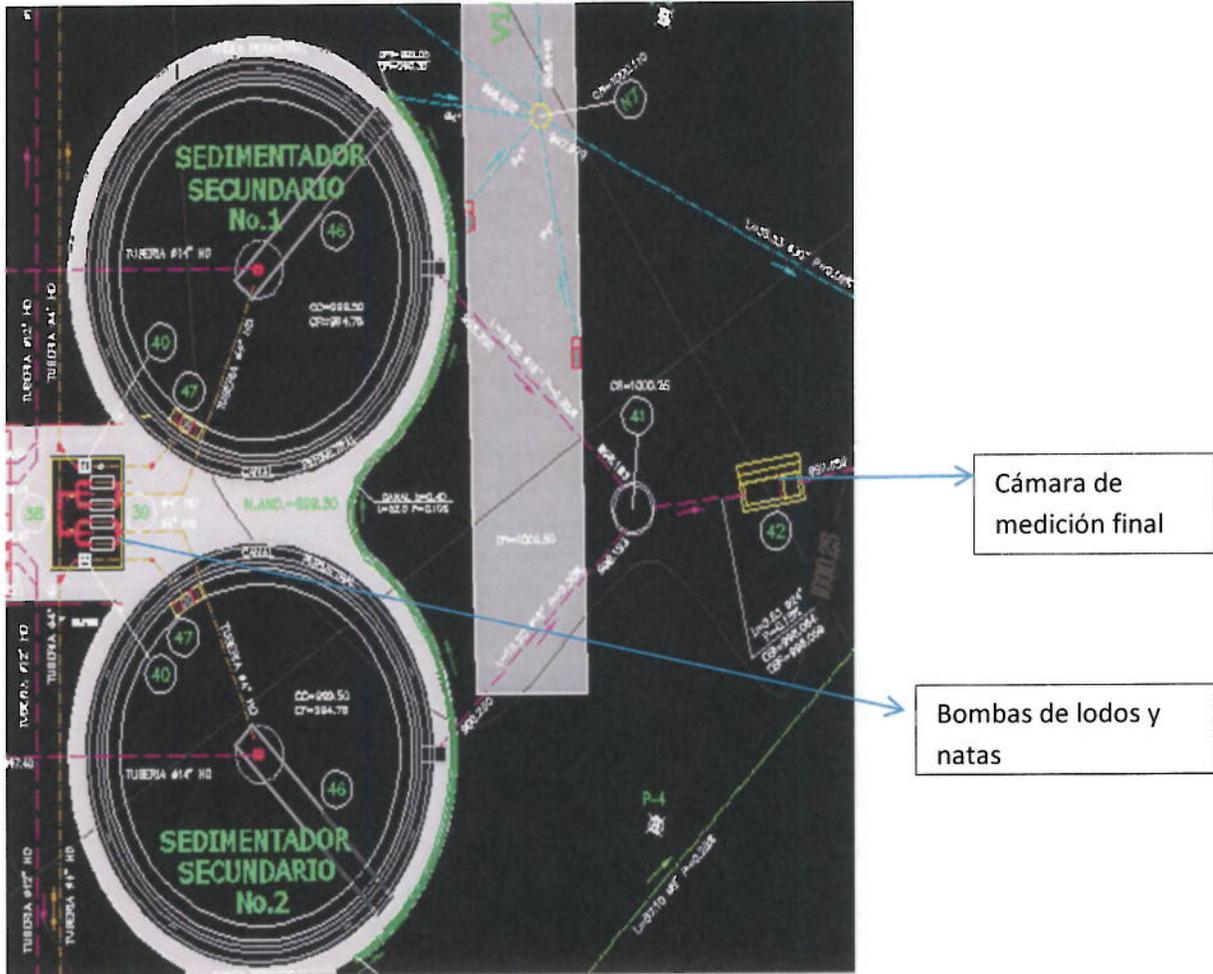
V.S. FP: Válvula de salida filtro percolador hacia los sedimentadores secundarios, esta válvula esta enumerada en la cámara 33 y 34 del plano general H2.



En algunos intervalos de tiempo, es decir semanalmente por una hora se podrá recircular el efluente, en el momento en que se haga esta operación se deberán accionar los extremos de las cámaras de entrada al Reactor UASB 10, 11, 12 y 13.

En el momento que se deje de recircular efluente, se deberá cerrar nuevamente las válvulas que van hacia las bombas de recirculación y a su vez las que van de la bomba de recirculación hacia las cámaras de entrada al UASB.

### 4.7. SEDIMENTADOR SECUNDARIO



Es un tanque en concreto reforzado, es complementado por un brazo en acero inoxidable que opera como barre lodos y además arrastra las natas, dos bomba de natas (Extracción hacia los Lechos de Secado N°2), cuatro bomba de lodos (Extracción hacia los lechos de secado N° 2) y cuatro bombas de recirculación de efluente (al Reactor UASB).

**La sedimentación secundaria tiene como objeto la remoción de la biomasa y sólidos suspendidos de los reactores biológicos secundarios, en este caso del filtro percolador.**

#### 4.7.1. SISTEMA BARRE LODOS.

El brazo barre lodos debe operar permanentemente, facilitando una buena extracción de lodos y natas del reactor.

## 4.7.2. BOMBAS

En el sedimentador secundario se encuentran instaladas 3 Bombas a saber, con sus respectivos tableros y controles eléctricos:

- 4 Bomba de extracción de lodos.
- 2 Bomba de extracción de natas.

### 4.7.2.1. DESCRIPCION.

**Bomba de Lodos:** Los lodos producidos en el sedimentador secundario son arrastrados por el Barre lodos hacia una tolva central, y de allí son succionados y llevados hacia los lechos de secado para posteriormente ser deshidratados.

**Bomba de Natas:** Las natas son recolectadas en una bandeja en acero inoxidable colocada en la superficie a través del mecanismo instalado en el barre lodos, pasando luego a la caja de grasas, siendo la bomba de natas la encargada de impulsarlas a los lechos de secado.

### 4.7.3. ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL

Para realizar este mantenimiento es importante que el operario utilice sus E.P.P, tales como, Guantes, Tapabocas con Filtro, Overol Manga Larga y Gafas Industriales.

### 4.7.4. MANTENIMIENTO

Se van a tener en cuenta los mantenimientos de las bombas y el tanque en general. Estos mantenimientos irán anexos con los catálogos de las bombas.

- Se debe realizar constantemente la caja de la bomba de natas, por acumularse estas mismas allí, se deberá aplicar cal para evitar la presencia de moscas y malos olores.

- La bomba de natas funcionara de manera constante por lo tanto se deberá dejar abierta una válvula de los lechos de secado, para que descargue constantemente al modulo de lecho.
- Teniendo en cuenta que la bomba de lodos no es sumergible el sitio debe estar libre de humedad, ya que el motor se podría dañar(se deberá tener en cuenta los manuales de las bombas)
- Es importante verificar ruidos que no sean propios de su funcionamiento, en caso de escucharlos es necesario acudir a un técnico especialista de la empresa que suministro las bombas.
- Es importante que los vertederos y las paredes del canal se estén lavando continuamente con una escoba, ya que estos se van llenando de lama constantemente y esto podría modificar las eficiencias.
- Se debe realizar prueba para extraer lodos, esto con el fin de verificar visualmente su textura, es decir, el lodo que este próximo a ser extraido debe ser viscoso.
- No se deben dejar pasar lapsos grandes de tiempo para sacar lodo, ya que por ser un material tan viscoso puede obstruir fácilmente las tuberías y ocasionar daños en las mismas.