

PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CANTÓN PORTOVIEJO



RESUMEN EJECUTIVO

APAPORTOVIEJO-3-LPI-O-001

***CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE CAPTACIÓN, ADUCCIÓN DE
AGUA CRUDA, PTAP, LINEA DE IMPULSION A TANQUE DE
CARGA DEL SITIO MANCHA GRANDE.***

APAPORTOVIEJO-3-LPI-O-001

PORTOVIEJO, ABRIL DE 2022

CONTENIDO

1 ANTECEDENTES	3
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE SERVICIO DE AGUA POTABLE...	4
2.1 Captación en Mancha Grande	4
2.2 Aducción de agua cruda	6
2.3 PLANTA DE TRATAMIENTO	7
2.3.2 CALIDAD DEL AGUA CRUDA Y DEFINICIÓN DE LA LÍNEA DE TRATAMIENTO	9
2.3.2.1 Fase 1: Oxidación química de la materia orgánica, control de olores y sabores en el agua cruda.	10
2.3.2.2 Fase 2: Proceso de clarificación de ciclo completo.....	10
2.3.2.3 Fase 3: Desinfección.	12
Primera Fase: Espesamiento de lodos	13
Segunda Fase: deshidratación de lodos.....	13
2.4 ESTACIÓN DE BOMBEO Y LÍNEA DE IMPULSIÓN.....	14
2.4.1 Estación de bombeo	14
2.4.2 Línea de impulsión.....	15
2.4.3 Equipo Eléctrico, Electrónico, Comunicaciones y Sistema SCADA	

DISEÑOS DEFINITIVOS DE LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN, ADUCCIÓN DE AGUA CRUDA, PTAP, LINEA DE IMPULSION A TANQUE DE CARGA DEL SITIO MANCHA GRANDE DEL CANTÓN PORTOVIEJO, PROVINCIA DE MANABÍ

RESUMEN EJECUTIVO

1 ANTECEDENTES

El cantón Portoviejo perteneciente a la Provincia de Manabí, limita al Norte con los cantones Rocafuerte, Sucre, Junín y Bolívar, al Sur con el cantón Santa Ana, al Oeste con el cantón Montecristi y el Océano Pacífico y al Este con los cantones Pichincha y Santa Ana.

El cantón Portoviejo está conformado por 9 parroquias urbanas y 7 parroquias rurales, según el siguiente detalle:

Tabla 1-1: Cantón Portoviejo distribución en parroquias

Parroquias Urbanas	Parroquias Rurales
12 de marzo	Abdón Calderón (San Francisco de Asís)
18 de octubre	Alhajuela (Bajo Grande)
Andrés de Vera	Chirijos
Colón	Crucita
Francisco Pacheco	Pueblo Nuevo
San Pablo	San Plácido
Simón Bolívar	Río chico
Picoazá	
Portoviejo	

Con la finalidad de ampliar y mejorar las coberturas de estos servicios, el GAD Municipal de Portoviejo, lleva adelante el PROGRAMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL CANTON PORTOVIEJO, el cual contempla entre sus objetivos financiar obras para ampliar los sistemas de abastecimiento de agua

potable, sistemas de saneamiento y alcantarillado pluvial en las parroquias rurales de Portoviejo.

Iniciando el proyecto con una obra de captación y sistema de aducción que conducirá agua cruda hasta una nueva planta de tratamiento de agua potable ubicada en el sitio Mancha Grande.

El proyecto tiene un horizonte de diseño al año 2050 y prevé dotar de los servicios de agua potable y saneamiento a una población total de **170.988 habitantes**.

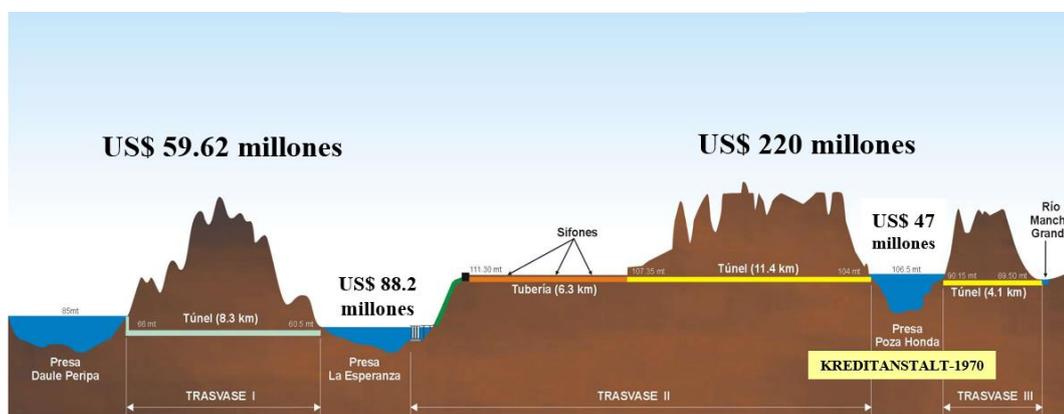
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE SERVICIO DE AGUA POTABLE

2.1 Captación en Mancha Grande

La Presa Poza Honda, que almacena las aguas de los afluentes del Río Grande, comenzó a funcionar en el año 1971; abastece de agua para consumo humano y riego a los cantones de Santa Ana, 24 de Mayo, Jipijapa, Portoviejo, Montecristi, Manta y Rocafuerte.

Es necesario mencionar que adicional al agua proveniente de los ríos y esteros de la cuenca del río Portoviejo, el embalse de Poza Honda también es abastecido por caudales provenientes de los trasvases realizados desde los reservorios Daule Peripa y La Esperanza, conforme al esquema que se presenta en la siguiente ilustración:

Ilustración 3-1: Traslase del agua hacia Poza Honda- Mancha Grande



Fuente: *Plan Integral de Desarrollo de los Recursos Hídricos de Manabí*

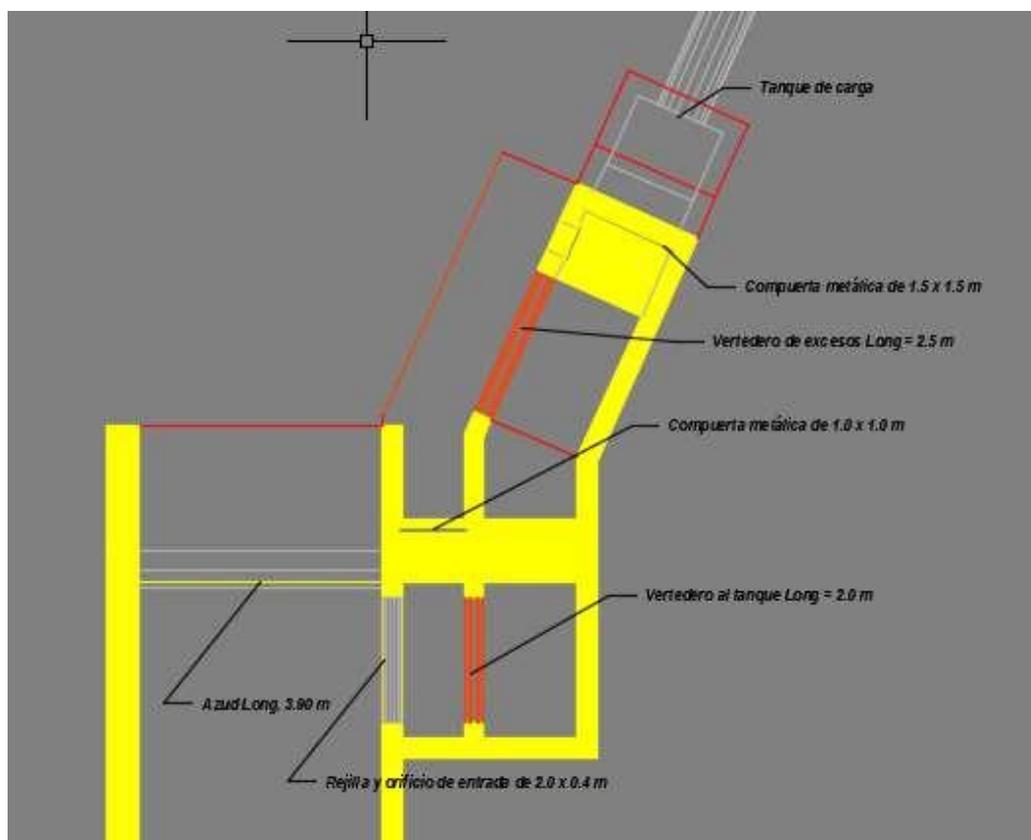
Elaboración: U Cuenca EP

La fuente de agua que alimentará el sistema proyectado es el Embalse de Poza Honda, aprovechando el agua del trasvase existente Poza Honda-Río Chico con una capacidad total de 4 m³/s, el requerimiento de la demanda de 0.55 m³/s, para lo cual se ubicará una estructura de captación de hormigón armado de f'c= 280 Kg/cm² a la altura de la salida del túnel de Mancha Grande, y descarga de agua al estero Seco. La captación contará con un azud tipo cimacio Creaguer, disponiéndose frontal a la dirección del flujo, permite elevar el calado asegurando el ingreso a la toma lateral de agua en el margen derecho del canal de descarga del túnel.

Para no causar remanso aguas arriba del azud planteado, este será cimentado en el actual cuenco de descarga del canal del túnel de trasvase, utilizando las paredes laterales existentes de la estructura de entrega de agua al estero, como se puede observar en el plano estructural de detalle.

La captación cuenta con una toma lateral ubicada sobre la solera del canal y por debajo del azud, de modo que permite captar el caudal requerido cuando se tiene el caudal más bajo del trasvase, cuenta además con un canal de 1.0 m de ancho por 3.5 m de largo que permitirá desalojar el material atrapado en el denominado desripador, con una pendiente del 3 %; cuenta con una compuerta de 1m de ancho por 1m de alto para limpieza, tiene un canal lateral que permite controlar el caudal de ingreso a la cámara de carga de la aducción de agua cruda al contar con un vertedero lateral correctamente ubicado en la cota 89.9msnm; para limpieza de este canal se ha dispuesto en el mismo una compuerta de 0.5m por 0.5m en el fondo, y en la parte final de este canal al ingreso al tanque de carga de la conducción contará con una compuerta de 1.5m por 1.5m que cierra el paso del agua a la conducción.

Contiguo al canal de lavado se implanta la transición al tanque de carga a través de un canal de 1.5 m de ancho por 9.0 m de largo, en cuyo desarrollo se ubica el vertedero lateral de excesos de 2.50 m de largo, compuerta de control de 1.5 x 1.5 m y tanque de carga. La siguiente imagen ilustra lo anteriormente comentado.



2.2 Aducción de agua cruda

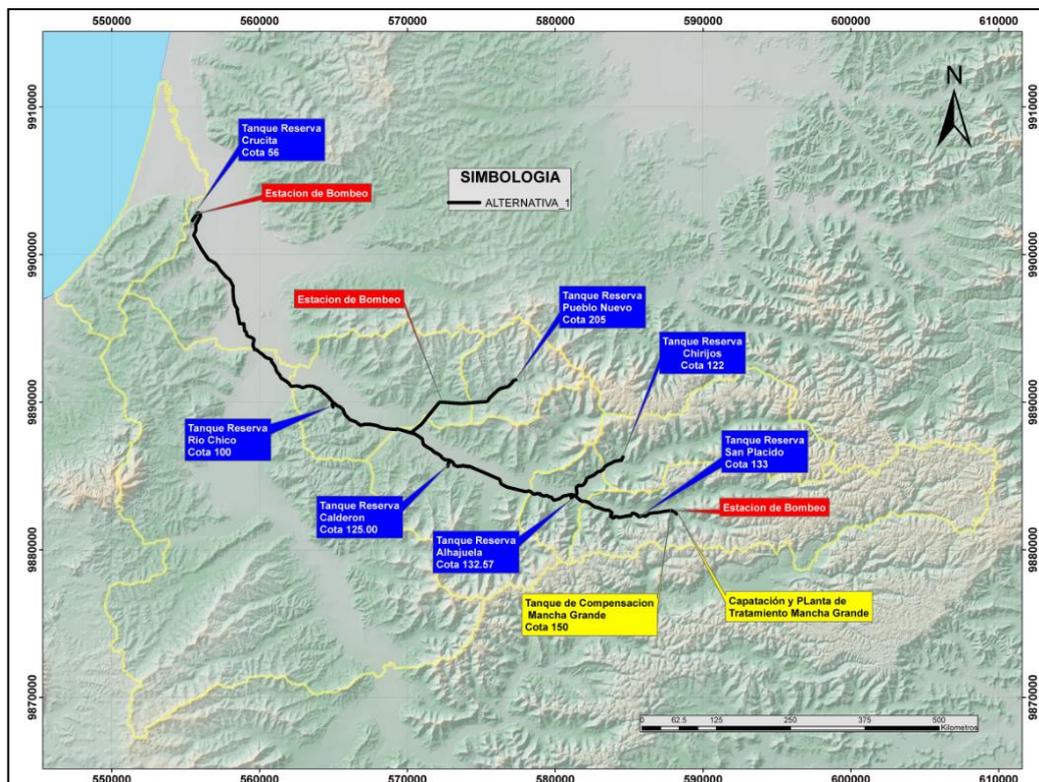
El sistema de aducción estará conformado de tubería de hierro dúctil clase C25 de diámetro de 800mm, que arranca desde el tanque de carga de la captación con una cota de 87.50 msnm, hasta la cámara de llegada de la PTAP Mancha Grande cota 84.18 msnm, tiene una longitud de aproximadamente 455m, la cual mantiene una

pendiente descendiente gradual. Dicha tubería se asienta sobre anclajes de hormigón armado y considera la ubicación de tres ventosas y un desagüe.

Para su cruce por el lecho del río entre las abscisas 0+140 a 0+170 se contempla ataguía de desvío.

El agua cruda es conducida e inmediatamente ingresaría a la planta de tratamiento; una vez potabilizados los caudales son bombeados a un tanque de compensación y de este, los caudales tratados son conducidos hasta su entrega en los tanques de almacenamiento ubicados en las diferentes cabeceras parroquiales hasta llegar a Crucita.

El proyecto pretende abastecer de agua potable a las parroquias rurales del cantón Portoviejo como se indica en el siguiente esquema,



Fuente: Base Cartográfica IGM

Elaboración: U Cuenca EP

El sistema requerirá de una primera estación de bombeo ubicada aguas abajo de la planta de tratamiento de Mancha Grande; posteriormente se requerirá bombes

complementarios para trasegar los caudales a Pueblo Nuevo y para las zonas altas de Crucita.

2.3 PLANTA DE TRATAMIENTO

2.3.1 DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Según la clasificación de las fuentes de agua, que se realiza en la Norma Nacional, CPE INEN 5 Parte 9-1; así como, de los resultados de la caracterización y pruebas de tratabilidad realizados a las aguas del embalse, esta fuente está dentro del Tipo D, definido como: aguas superficiales provenientes de cuencas no protegidas, cuyas características exigen coagulación química.

Con base en el estudio de tratabilidad de las aguas del embalse de Poza Honda, se estableció que el proceso más adecuado de tratamiento está compuesto por una primera etapa de oxidación química de la materia orgánica presente en el agua cruda, en forma de algas y sustancias húmicas; a este proceso seguirá un proceso de clarificación constituido por las fases de coagulación química, floculación, sedimentación y filtración; y, finalmente el proceso de desinfección mediante cloro. De esta manera se cumplirá ampliamente con los criterios y parámetros de calidad para el agua potable señalados en la Norma Ecuatoriana NTE INEN 1108; así como, con normativa internacional y Guías de calidad de la OMS.

Las etapas de la línea de tratamiento para de la planta potabilizadora fueron definidas con base en las características del agua cruda de la fuente de abastecimiento que constituye el embalse de Poza Honda; en una amplia serie de pruebas de tratabilidad realizadas en laboratorio y, adicionalmente, con base en criterios técnicos recientes, a su vez respaldados por una amplia experiencia a nivel mundial de los métodos y técnicas empleadas, en el ámbito del tratamiento del agua para consumo humano.

La Planta potabilizadora estará integrada por las siguientes etapas:

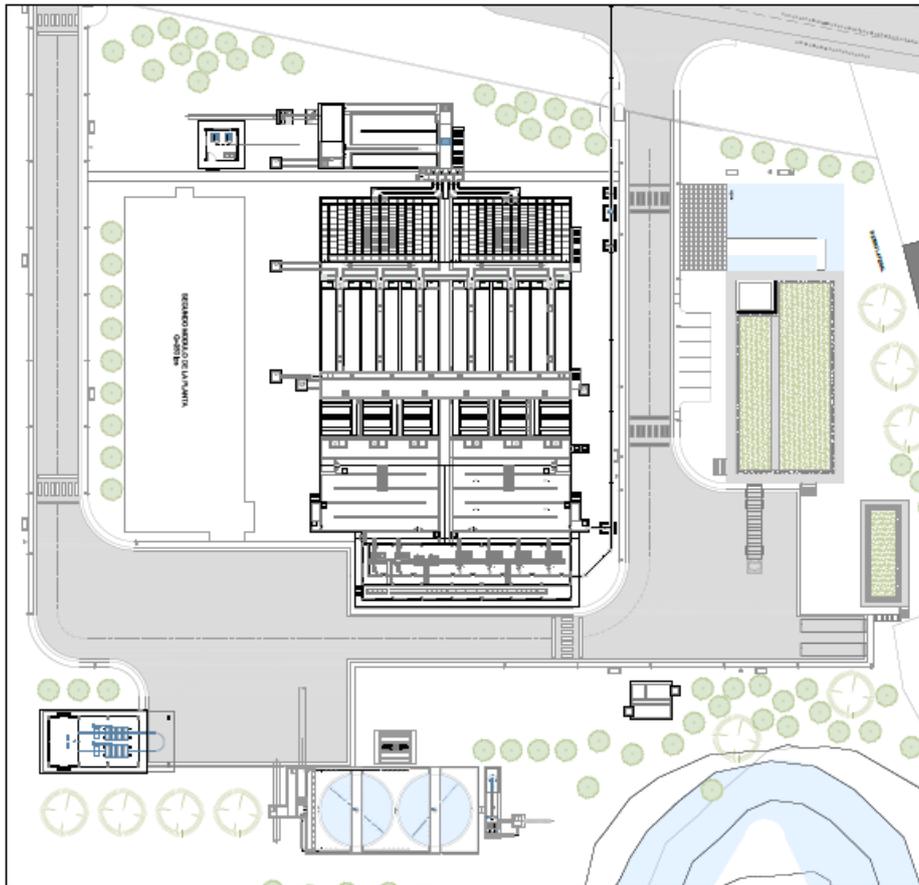
1. Oxidación química de materia orgánica, cuyos objetivos básicos fueron: (a) prevenir problemas operacionales debido a concentraciones remanentes de algas en los efluentes a las etapas de sedimentación y filtración; y, (b) proporcionar una barrera efectiva frente a una eventual presencia de cianotoxinas, en el embalse de Poza Honda.
2. Proceso de clarificación de ciclo completo, formado por las etapas de: coagulación química, floculación, sedimentación, filtración, cuyos objetivos fueron: remover los parámetros físicos objetables del agua cruda como color y turbiedad, junto con la materia orgánica oxidada.
3. Proceso de desinfección, mediante la cloración del agua tratada

Adicionalmente la PTAP contará con un sistema de tratamiento de los efluentes líquidos (lodos) provenientes de la limpieza de unidades del proceso de potabilización,

que consistirá en unidades de espesamiento a gravedad de lodos y deshidratación mecánica, mediante centrifugación.

En la siguiente imagen se indica la disposición de estas unidades de tratamiento que constituyen la PTAP diseñada:

Disposición de las unidades de la PTAP de Mancha Grande



Fuente: UCUENCA EP (2018)

En el edificio administrativo, con objeto de brindar confort a sus usuarios se ha previsto la instalación de sistemas de aire acondicionado tipo Split, cuya disposición y capacidad responde a un análisis de su ocupación, locación y características constructivas de paredes y ventanas. En la planta baja de este edificio, en donde se disponen bodegas estarán dispuestos equipos de suministro y extracción de aire.

En el Edificio de Cloración van instalados equipos de aire acondicionado y un equipo para la extracción de eventuales escapes de cloro. En este mismo edificio de ha diseñado una Viga Riel en U con su respectivo polipasto para la extracción y acomodo de los cilindros de cloro.

En la Planta de lodos se ha diseñado una banda transportadora que recoge el material desde los deshidratadores y lo conduce hacia a las bombas que descargan el material en los cajones de volteo también seleccionados para su operación.



2.3.2 CALIDAD DEL AGUA CRUDA Y DEFINICIÓN DE LA LÍNEA DE TRATAMIENTO

La caracterización de la fuente confirmó el estado avanzado de eutrofización del embalse de Poza Honda, a partir de las concentraciones importantes de nutrientes, materia orgánica, algas, déficit oxígeno disuelto; así como, la necesidad de corregir sus características físicas, como el color y la turbiedad; y, bacteriológicas mediante la desinfección del agua.

Los registros de DBO₅ y DQO en el agua cruda, indican claramente su polución por materia orgánica biodegradable. El máximo valor de DBO₅, fue de 10 mg/L; mientras que la DQO presentó un valor máximo de 17 mg/L. Su presencia constituye un factor de riesgo sanitario. Relacionado con estos resultados, el oxígeno disuelto se encuentra en promedio con un déficit de 1,60 mg/L, con respecto al oxígeno de saturación del agua cruda.

Representó una preocupación la calidad biológica de esta fuente, debido a la elevada concentración de algas; la falta de un estudio biológico detallado no permitió pasar por alto, los problemas sanitarios que podrían generarse durante las floraciones de algas, si estuvieran involucradas cianobacterias, debido a sus toxinas (cianotoxinas), las cuales son nocivas a la salud humana. Los procesos contemplados en plantas potabilizadoras de agua (PTAPs), de tecnologías como: ciclo completo o filtración directa, no son capaces de remover estas toxinas; sin embargo, presentan una importante remoción de algas en sus etapas de decantación y filtración. Entre los problemas operacionales atribuidos a la presencia de algas, se pueden tener: en el agua decantada representa un problema operacional para la etapa de filtración, debido a la colmatación de los medios filtrantes y, reducción de las carreras de

filtración. La presencia de algas en el efluente de la filtración constituye precursores para la formación de subproductos durante la desinfección con cloro (SPD), como la formación de Trihalometanos, conllevando su riesgo para la salud humana. Algunas especies de algas pueden presentar resistencia a la cloración y, pasar la barrera de la desinfección, pudiendo acumularse en reservas y, redes de distribución presentando problemas como la formación de biofilms en la superficie interna de tuberías, consumiendo el cloro libre residual, deteriorando la calidad del agua distribuida por un incremento de la turbiedad; o, por el surgimiento de olores y sabores.

Debido a lo expuesto, resultó imperioso considerar en la línea de tratamiento una primera etapa de oxidación de la materia orgánica presente en el agua cruda.

Con respecto a los parámetros físicos del agua cruda como color y turbiedad, son bajos y junto con la materia orgánica oxidada, pueden ser removidos en un siguiente proceso de clarificación de ciclo completo, formado por las etapas de coagulación química, floculación, sedimentación, filtración y desinfección, conforme se verificó mediante los resultados de los estudios de tratabilidad efectuados.

El primer módulo de la PTAP se diseñó con una capacidad de 500 litros por segundo; y se reservó un espacio en los predios de la PTAP para una ampliación futura, con una capacidad de 250 litros por segundo adicionales. La línea de tratamiento estará integrada por las siguientes Fases:

2.3.2.1 Fase 1: Oxidación química de la materia orgánica, control de olores y sabores en el agua cruda.

A partir de un análisis de las distintas posibilidades de oxidación de la materia orgánica del agua cruda, se concluyó como la más adecuada el método de oxidación química, mediante la aplicación de permanganato de Potasio (KMnO_4) al agua cruda, en un tanque con un tiempo de retención hidráulica suficiente para que se completen las reacciones químicas del oxidante.

Como complemento al proceso de oxidación química, se prevé en el proyecto un sistema de aireación, mediante difusores instalados en la solera del mismo tanque de oxidación química, el cual garantizará la capacidad oxidativa al agua cruda, mediante su saturación con oxígeno disuelto, cubriendo el déficit actual y futuro; además, mediante un proceso de desorción o barrido con aire (Stripping) permitirá eliminar olores y sabores derivados por gases disueltos en el agua cruda. La aireación se tornará una operación esencial en la eliminación de olores y sabores, cuando por alguna razón, no se realice el proceso de oxidación química.

El tanque de oxidación se diseñó con un tiempo de retención hidráulico de 18 minutos, resultando un volumen de 540m^3 . Consistirá en una estructura prismática, con un patrón hidrodinámico de flujo de tipo pistón. El efluente continuará a la siguiente fase de tratamiento.

2.3.2.2 Fase 2: Proceso de clarificación de ciclo completo

La siguiente fase, representa el proceso de clarificación de ciclo completo, comúnmente conocido como tecnología convencional. Los parámetros hidráulicos de

diseño de esta fase fueron determinados experimentalmente mediante pruebas de tratabilidad.

La etapa de clarificación del proceso de tratamiento contempla a su vez las siguientes fases:

- a) Mezcla rápida hidráulica. Consistirá en un canal de sección constante, cuya solera cambia de pendiente, desde un valor muy pronunciado a uno nulo, promoviendo un resalto hidráulico, con una elevada intensidad de agitación ($G > 2.000 \text{ s}^{-1}$; $Fr = 4,5 \text{ a } 9,0$) que será empleada para la dispersión del coagulante.
- b) Floculadores hidráulicos de flujo vertical. El módulo I de la PTAP dispondrá de cuatro líneas de floculación en paralelo, con el fin de cubrir el rango de caudal de operación de la PTAP; y, facilitar las actividades de mantenimiento. Durante el estudio de tratabilidad, se demostró la posibilidad de adicionar un polímero como ayudante de floculación, el cual permitirá la formación de flóculos con una mayor capacidad de sedimentación. Las unidades se diseñaron para un tiempo efectivo de floculación de 28 minutos; y, gradientes que disminuyen escalonadamente en un rango de 60 s^{-1} a 20 s^{-1} , en siete intervalos. Entre los muros de las unidades irán instaladas las pantallas de hormigón armado, que promoverán el flujo vertical ascendente – descendente del agua.
- c) Decantación. Será del tipo de alta tasa dotado de sistemas de placas planas paralelas e inclinadas, que permiten un flujo de tipo laminar, lo que le confiere alta eficiencia de remoción de los flóculos. Dispondrá de sistemas eficientes para distribuir uniformemente el caudal entre las unidades dispuestas en paralelo; e internamente, en cada unidad, contará con un canal de distribución por debajo de las placas. Estas últimas serán de material plástico ABS. Además, contarán con un sistema eficiente para la recolección del efluente y, para la recolección del lodo sedimentado en las tolvas de estas unidades. El módulo I de la PTAP, contará con seis unidades, con un área efectiva total de sedimentación de 402 m^2 , correspondiente a una tasa superficial de diseño de $110 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ día}$; de manera que la suspensión de una unidad por ocasión de su mantenimiento no comprometerá la eficiencia del proceso.
- d) Filtración, esta etapa del proceso estará constituida por una batería de filtros rápidos, de lecho mixto conformado por antracita y arena. La batería, del módulo I, estará integrada por seis filtros; la cual operará mediante el método de tasas declinantes variables (FTDV), que es el método de operación más avanzado, con el que se garantiza una elevada eficiencia de remoción, mayor duración de las carreras de filtración y economía en el lavado. El sistema de lavado de los filtros será mediante un sistema de bombeo directo del agua tratada. Los fondos falsos de los filtros consistirán en Bloques de polietileno de alta densidad, fabricados por firmas especializadas, con una amplia experiencia a nivel mundial, los cuales garantizan durante el lavado, una distribución secuencial y uniforme de aire y agua, con una mínima pérdida de carga hidráulica. Los principales parámetros de diseño fueron: tasa media de filtración de $239 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ día}$; y, carga hidráulica de filtración de $1,60 \text{ mca}$.

2.3.2.3 Fase 3: Desinfección.

El módulo I de la PTAP contará con dos cámaras de contacto de cloro independientes, que operarán en paralelo. Estas unidades están diseñadas como un laberinto formado por tabiques, que proporcionarán un patrón de flujo de tipo pistón. El tiempo de retención hidráulica de diseño fue de 20 minutos resultando un volumen de 600 m³.

Se consideró en el diseño una dosis media de cloro de 2 mg/l, resultando un consumo de cloro gas de 86,4 Kg/día. El sistema de dosificación de cloro será del tipo que funciona al vacío, y los equipos se especificaron con una capacidad de 10 Kg/Hora.

En las mismas cámaras de contacto de cloro, se consideró volumen adicional para cumplir otros usos previstos como: lavado de filtros (400 m³) y, cárcamo de bombeo de agua tratada (450m³).

Concluido el proceso de potabilización el agua es entregada al tanque de contacto, almacenamiento que a su vez sirve como cárcamo de bombeo. El agua producida, será entonces bombeada al tanque de compensación.

2.3.3 CRITERIOS DE POST CLORACIÓN

El agua potable, después de la PTAP se conducirá por un sistema a presión, de forma que, en condiciones ordinarias de operación y mantenimiento del sistema, se desestima la posibilidad de una contaminación del agua potable en los centros de reserva y redes de distribución, particularmente con materia orgánica, el cual es el principal factor que contribuye en la demanda de cloro.

Sin embargo, es necesario considerar situaciones como las que ocurren durante las actividades de mantenimiento en las redes de distribución, como reparaciones de tuberías, ocasiones en las cuales suele ingresar pequeñas cantidades de materiales extraños a las redes (con frecuencia constituido por material inorgánico), los cuales podrían provocar un consumo inusual de cloro libre del agua potable, que puede ser advertido, mediante los monitoreos rutinarios de cloro residual en la red de distribución realizados por el personal de control. En estas circunstancias, se deberá reportar al personal de mantenimiento para que proceda a realizar una purga de sedimentos de las redes en los sectores donde se presenten estos casos.

En otro caso, en los tanques de reserva, el agua potable proviene directamente de la Planta potabilizadora (PTAP) y, por tanto, su calidad física y microbiológica se mantiene en iguales condiciones a lo largo del tiempo. Sin embargo, la concentración de cloro residual podría verse disminuida, debido a que la superficie del agua en los centros de reserva se encuentra a presión atmosférica; esta disminución de la concentración estaría en función del tiempo de retención hidráulica del agua en el tanque, el cual, en condiciones normales de diseño, este tiempo de retención sería inferior a 12 horas (50% de regulación) sin que el mismo comprometa la concentración de cloro libre en los tanques. A fin de considerar esta situación, se dosifica en la PTAP una cantidad de cloro de alrededor de 1,5 mg/l para garantizar en todo momento una concentración mínima de cloro en las redes de distribución de 0,30 mg/l, de acuerdo con los criterios de la Norma ecuatoriana NTE INEN 1108.

Debido a la extensión relativamente pequeña del sistema de distribución de agua potable, no se consideró la necesidad de puntos de post cloración en la red ni en los centros de reserva.

2.3.4 PROCESO DE TRATAMIENTO DE LODOS DE LA PTAP

El objetivo del tratamiento de lodos será la reducción de las cargas contaminantes de las aguas de desecho del lavado de sedimentadores y filtros del proceso de potabilización, a fin de cumplir con lo que señala la Norma Nacional de Calidad Ambiental, previo a su descarga en el río Chico.

El sistema diseñado para tratamiento de lodos tendrá una capacidad para depurar los lodos tanto del Módulo I de potabilización, proyectado con una capacidad de 500 L/s; así como, de su futura ampliación, el módulo II, con capacidad de 250 L/s.

El proceso de tratamiento de los efluentes de la limpieza de unidades estará constituido por las siguientes fases:

Primera Fase: Espesamiento de lodos

Mediante una unidad prismática, la cual recibirá las descargas intermitentes de los lavados de decantadores y filtros. Debido al régimen de estas descargas, los lodos permanecerán un tiempo variable durante el cual, por efecto de la gravedad, los sólidos sedimentarán en la solera del tanque y se espesarán hasta alcanzar una concentración máxima posible del 3% MS, necesaria para su posterior etapa de deshidratación mecánica. Para facilitar la recolección de los lodos en la solera del espesador e, incrementar la concentración de sólidos, se ha previsto: dos tolvas de geometría cónica invertida, una en secuencia de la otra; cada tolva contará con un sistema mecánico de rasquetas de fondo, dotada con piquetas verticales, de movimiento circular, que giran en un eje central, accionado por un moto reductor de bajísima velocidad, sin causar perturbación a la sedimentación de los sólidos, el cual irá instalado sobre un puente apoyado en las paredes laterales del tanque. El tanque de espesamiento tendrá además la función de regular el caudal de lavado de las unidades del proceso de potabilización, mediante la descarga continua y controlada del sobrenadante clarificado; para esta función, se dispondrá de un dispositivo denominado DECANter, consistente en un vertedero solidario a un flotador, sujeto a un tubo oscilante por donde descarga a gravedad el agua clarificada, hacia la descarga que conduce al Río Chico. A medida que el agua clarificada es recogida superficialmente y descargada continuamente, el nivel del agua disminuye al interior del espesador, dando lugar a una capacidad de almacenamiento para descarga siguiente.

Segunda Fase: deshidratación de lodos

Esta fase tendrá por objeto incrementar la concentración de lodos hasta aproximadamente un 20% MS y, reducir considerablemente su volumen, para posibilitar de manera económica su transporte al relleno sanitario de la ciudad.

Se emplearán centrífugos horizontales, la selección de estos equipos se realizó debido a su alta fiabilidad, son compactos, construidos con materiales de alta resistencia al efecto corrosivo de lodos, presenta elevada vida útil, y se dispone a nivel

nacional de servicio técnico post venta, de manera de garantizar una operación continua de estos equipos, que permitirán alcanzar el objetivo del tratamiento de los lodos, propuesto.

Los lodos deshidratados serán bombeados a dos tolvas de almacenamiento temporal, las cuales son del tipo que se acopla a cabezales de camión para su transporte hasta el relleno sanitario, sitio en el cual se prevé la disposición final de los lodos deshidratados de la PTAP.

2.4 ESTACIÓN DE BOMBEO Y LÍNEA DE IMPULSIÓN

2.4.1 Estación de bombeo

Junto al tanque de contacto se ubica el sistema de bombeo, el mismo que contará con 4 bombas, sistema electromecánico del control y su respectivo múltiple de salida, este último se conecta a la línea de impulsión.

Hidráulicamente la estación de bombeo se dimensiona para impulsar un caudal medio total de $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$, considerando como eje de las bombas 83.30 msnm y teniendo como cota de entrega los 147.00 msnm en el tanque de carga de Mancha Grande, lo que determina que se establezca una altura geométrica de bombeo de 63.70 m, desnivel que más la carga residual en la entrega, succión, pérdidas en el múltiple, tubería y succión, de una altura total de impulsión del orden de los 80.0 m.

El sistema de bombeo en Mancha Grande está compuesto por 3 bombas centrífugas de carcasa partida y eje horizontal en paralelo, cada una con una capacidad de 166lt/s y de una potencia de 250 hp; y para las cuales existe una cuarta bomba de las mismas características en stand by para suplir cualquier desperfecto de las otras. Todas estas bombas expulsan el agua potable hacia un manifold, y de ahí hacia la línea de impulsión; en las inmediaciones de la planta va dispuesta una válvula anticipadora de onda con objeto de proteger todo el sistema de bombeo de eventuales golpes de ariete.

Considerando que el bombeo responde al caudal demandado y al nivel en el tanque de compensación, se recomienda considerar un sistema que controle el bombeo en función de la señal del nivel y el caudal demandado en el tanque de compensación, a ese efecto se incorpora un sensor de nivel y un medidor de caudal a la salida del tanque.

Como parte del proceso operativo y de mantenimiento de los filtros de la planta de agua, se han dispuesto dos unidades de bombeo, las mismas que permiten realizar el proceso de retro lavado.

Con el propósito de realizar tareas de montaje y mantenimiento de todas las unidades de bombeo y sus accesorios en la estación se ha previsto un Puente Grúa con una capacidad de 1,5 Ton, y sus carros testeros con una capacidad de desplazamiento mediante rieles a lo largo de toda la instalación.

2.4.2 Línea de impulsión

El tanque de contacto, a la salida de la planta de tratamiento, tendrá como nivel mínimo de operación los 81.00 msnm, junto a este se ubica el sistema de bombeo, cuyo múltiple de salida se conecta a la línea de impulsión de 280 m de largo, de hierro dúctil y con un diámetro de 500 mm, tubería que trasiega los caudales tratados al tanque de compensación de Mancha Grande a la cota 147 msnm, para su posterior distribución.

Por seguridad, el diseño de la línea de impulsión se complementó con la inclusión de dos anclajes, el primero a la salida de la impulsión y el segundo en la abscisa 90.0, adicionalmente se incorporan apoyos sunchados y separados 9.0 m, a lo largo de los 280 m de la tubería de impulsión.

2.4.3 Equipo Eléctrico, Electrónico, Comunicaciones y Sistema SCADA

a) Equipamiento Eléctrico

El equipamiento eléctrico está constituido por

COMPONENTES	EQUIPOS
El Cuarto de Tableros. ubicado dentro del edificio de Tratamiento de Lodos	Celda de entrada, celda de medición, celdas de protección para transformadores (2), transformadores de distribución (2). Dos transformadores para servicio de los equipos de la planta; uno para la estación de bombeo de agua tratada, y, otro para los demás equipos
Dos grupos electrógenos de emergencia. Estarán instalados, junto a la sala de tableros, en el edificio de tratamiento de lodos	Nº1 respaldará al tablero de alimentación de las bombas de agua tratada, hacia el tanque de compensación Nº2 respaldará los tableros que alimentarán a los demás equipos de la planta
En los tableros de distribución y control, tc-sop, tc-sed, tc-fil, tc-lod, tc-clo, tc-qui,	Tres zonas en el tablero: Circuitos a 220-127 V: alimentación de los circuitos de control de los variadores de frecuencia; alimentación de los actuadores eléctricos y más equipos; instalaciones interiores de edificios y locales de la planta; alimentación de la iluminación y sistema anti condensación en el interior del tablero; alimentación de UPS, circuitos a 127 V, desde UPS: alimentación del mando manual del sistema de control; alimentación de los instrumentos de medición; alarma acústico luminosa; fuente de 24 V DC, circuitos a 24 V DC: alimentación HMI, PLC;

	tarjetas del PLC; módulo de comunicación; switch de comunicación.
Red de puesta a tierra	Construida, con la utilización de varillas de cobre electrolítico, de 99.9% de pureza, de 5/8" de diámetro y 8' de longitud y cable de cobre desnudo, directamente enterrado, a 0.50 m de profundidad, calibre No. 1/0 AWG

b) Equipo Electrónico

El equipamiento electrónico está constituido por

El Tablero de Control de Soplantes, TC-SOP para el control de los sistemas: controles comunes a soplantes y actuadores, control de válvula de ingreso de agua a la planta, control de soplantes, control de actuadores.	La instrumentación instalada en TC-SOP será la siguiente: Un medidor ultrasónico de caudal, un medidor de turbiedad en línea, instalado en la tubería de entrada de agua cruda, EC-02, en unidades [NTU], un medidor de presión intrusivo, con sensor piezorresistivo instalado en la tubería de impulsión de aire de soplantes, un medidor de pH, por inmersión en tanque de oxidación, EC-04, un medidor ultrasónico de nivel, instalado en la pared del tanque de oxidación, EC-05, en unidades [%], un medidor de pH, instalado en la arqueta de reparto de agua coagulada, EC-06.
Tablero de Control de Sedimentadores, TC-SED para controles comunes a actuadores, control de actuadores	La instrumentación instalada en TC-SED será: un medidor ultrasónico de nivel, de tipo sonda capacitiva, un medidor de turbiedad en línea.
El Tablero de Control de Filtros, TC-FIL para control de los: controles comunes a soplantes, bombas de lavado y actuadores, control de soplantes, control de bombas de lavado, control de actuadores, control de filtros	La instrumentación instalada en TC-FIL será la siguiente: Seis medidores de turbiedad en línea, seis medidores ultrasónicos de nivel Un medidor electromagnético de caudal, un medidor de presión intrusivo, con sensor piezorresistivo, un medidor de flujo de aire de lavado, tipo Vortex, un medidor de presión intrusivo, con sensor piezorresistivo.
Tablero de Control de Tratamiento de Lodos, TC-LOD para el control de los sistemas: controles comunes a bombeo a: centrifugas, sobrenadantes, polímeros, lodos	La instrumentación instalada en TC-LOD será la siguiente: Dos medidores ultrasónicos de nivel, un medidor hidrostático de nivel, un detector de nivel, tipo flotador, dos medidores de presión intrusivos, con sensores piezorresistivos, dos detectores de caudal másico, dos medidores electromagnéticos de

<p>deshidratados y espesadores de lodos, control de espesadores de lodos, control de bombas de lodos espesos, control de bombas de polímeros, control de bomba de lodos deshidratados</p>	<p>caudal, un medidor de presión intrusivo, Un medidor ultrasónico de nivel, instalado en la tolva de carga de lodos deshidratados, dos medidores ultrasónicos de nivel, instalados en los depósitos estacionarios de lodos deshidratados.</p>
<p>Tablero de Control de Bombeo a Tanque de Compensación, TC-BOM para el control de los sistemas: controles comunes a bombeo, control de bombeo a tanque de compensación</p>	<p>Dos medidores ultrasónicos de nivel, instalados en los tanques de contacto de cloro un medidor de turbiedad en línea, un medidor de cloro residual, un medidor electromagnético de caudal, un medidor de presión intrusivo, con sensor piezorresistivo, un medidor electromagnético de caudal, un medidor de presión intrusivo, con sensor piezorresistivo</p>
<p>Tablero de Control de Químicos, TC-QUI Tendrá a su cargo el control de los siguientes sistemas: Controles comunes a control de: sulfato de aluminio, polímero y permanganato de potasio, Control de agitadores de sulfato de aluminio, Control de bombas de sulfato de aluminio, Control de agitadores de polímero, Control de bombas de polímero, Control de dosificadores de permanganato de potasio. Control de bombas de permanganato de potasio</p>	<p>La instrumentación instalada en TC-QUI será la siguiente: Tres medidores ultrasónicos de nivel, Dos medidores ultrasónicos de nivel, instalados en los tanques de preparación de polímero, Dos medidores ultrasónicos de nivel, instalados en las tolvas de preparación de permanganato de potasio, Un medidor de presión intrusivo, con sensor piezorresistivo, Un medidor de presión intrusivo, con sensor piezorresistivo, (con conexión de bus de campo</p>
<p>Tablero de Control del sistema de desinfección, TC-CLO</p>	<p>Los eventos que el sistema de alarmas del tablero, serán los que se enlistan a continuación Detección de fuga de cloro, Falla en el suministro de energía eléctrica.</p>

c) Comunicación de Datos

Todos los eventos registrados en el controlador y descritos en el numeral anterior, serán transmitidos al SCADA de la planta, vía sistema de comunicaciones.

- Se proyecta al interior de la planta, una red de comunicación de datos IEEE 802.3, con una característica de velocidad de 10/100/1000 Mbps, autonomía

física de hasta 10.0 km @ 100BaseFX, sobre medio físico, Fibra Óptica monomodo, 9/125 µm y una autonomía física, de hasta 100 m sobre medio físico, Cobre SFTP Categoría 6.

- Los nodos de comunicación a enlazar serán: Variadores de Frecuencia, instrumentación (Medidores de Caudal, medidores de nivel, medidores de presión), y de visualización y monitoreo (HMI Panels) y analizador de magnitudes eléctricas.

d) Sistema SCADA

El funcionamiento de la Planta de Agua Potable de Mancha Grande será monitoreado desde el Centro de Control, ubicado en el Edificio de Químicos de la planta. El Sistema incluirá las siguientes pantallas y subpantallas

- Estado de Equipos y Procesos
- Oxidación Química y Aireación
- Sedimentación
- Filtración
- Preparación de Químicos
- Desinfección
- Tratamiento de Lodos
- Monitoreo Instrumentación
- Históricos, Tendencias y Tablas
- Alarmas y Fallas