

Acueducto Norte - Planta Potabilizadora-Primera Etapa

Memoria Técnica

1. Introducción:

La planta de producción de agua potable estará ubicada en la localidad de Desvío Arijón -Departamento San Jerónimo- a 25 km al sur de la ciudad de Santa Fe, y se abastecerá de agua cruda proveniente del Río Coronda. Estará ubicada sobre un terreno ubicado sobre la Ruta Provincial N° 36 a 2300 metros del río, tendrá una superficie total de 6 ha, con cota natural 15.20 m IGM, que se rellenará hasta una cota 15.60 m IGM adoptado como cota del terreno de la planta.

La planta entregará al acueducto, en la etapa final a 30 años, un caudal máximo de agua tratada de 2.1 m³/s, para lo cual será alimentada con un caudal medio de agua cruda de 2.2 m³/s considerando un 5 % de pérdidas durante la potabilización. En esta primera etapa, la planta estará apta para producir un caudal máximo de 0.5 m³/s para abastecer los departamentos La Capital y San Jerónimo y tratará un caudal de agua cruda de 0.525 m³/s. Para ello se modulará la planta en un cuarto de lo que se previó en su diseño final.

La modulación para brindar agua potable al acueducto se realizó según los planos que se incluyen en el legajo, si bien en esta etapa se construyeron la cantidad de módulos indicados sobre los totales, se deberá prever los aspectos constructivos para la incorporación de los nuevos módulos en las siguientes etapas.

2. Descripción de la Solución de Tratamiento:

Este proyecto contempla los criterios de diseño y dimensionamiento del ENOHSA (Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento Ambiental). Conceptualmente el diseño propuesto para el tratamiento ha sido probado con aguas equivalentes de la cuenca del Río Paraná y se han incorporado las características operativas propias de este caso particular.

Por otra parte, el diseño se orienta a facilitar la operación, y efectuarla con una dotación de personal razonable.

A la luz de los antecedentes analizados, se hace recomendable el empleo de un tratamiento tradicional completo en base a floculación, decantación y filtración en lecho único de arena.

La calidad de agua potable producida deberá satisfacer la norma provincial N°11220.

2.2 Obra de Toma:

La obra de toma estará ubicada a unos 480 metros aproximadamente de la planta potabilizadora, captando el agua cruda del río Coronda. La captación será del tipo muelle, con un franco ingreso en el cauce principal. Sobre dicho muelle se instalarán las bombas de impulsión y el equipamiento electromecánico complementario. Una tubería de hierro de 1200 mm vinculará la captación con el ingreso a la planta potabilizadora.

Para evitar el ingreso de contaminantes flotantes como ser manchas de hidrocarburos, solventes, diesel, aceites, etc. se dispondrá de una barrera deflectora flotante de 25 metros de longitud aguas arriba del ingreso de la toma. Como complemento, la toma contará de un detector/analizador de hidrocarburos en agua "on line" de funcionamiento basado por el principio de la fluorescencia que evitará el ingreso de agua contaminada a la planta. El mismo tendrá señal de salida 4-20 ma y 2 alarmas programables.

Para la determinación de la altura del muelle y la profundidad de la boca de la cañería de aspiración de las bombas, se ha realizado un estudio hidrológico de caudales máximos y mínimos. Se diseñó con una recurrencia de 100 años y se verificó para una recurrencia de 200 años, dando los siguientes valores de altura de río Coronda a la altura de la toma de agua:

Recurrencia 100 años:

Altura Máxima del río: 15.60 m IGM

Altura Mínima del río: 7.34 m IGM

Recurrencia 200 años:

Altura Máxima del río: 15.92 m IGM

Altura Mínima del río: 6.65 m IGM

Al agua cruda se la dosificará con hipoclorito de sodio líquido para prevenir el desarrollo y las incrustaciones producidas por el molusco *Limnosporna Fortunei* y así evitar posibles obstrucciones.

Se considerará para ello instalar un tanque de depósito de PRFV de 4 m³ de capacidad donde se almacenará hipoclorito de sodio con una concentración de 100 g/l, con escalas graduadas para controlar su contenido, rodeado con una pileta antiderrame para evitar pérdidas al exterior. Se utilizará dos bombas dosificadoras, a diafragmas de acople electromagnético (una en operación y otra en stand-by), con capacidad de dosificar entre 3 l/h y 32 l/h de hipoclorito líquido, a una presión de 10 kg/cm². Toda esta instalación deberá estar protegida de la acción directa del sol y de la lluvia.

2.3. Descripción de los Productos Químicos y Equipos:

A continuación se describe los procesos a aplicar y una descripción básica a cada uno de ellos, considerando una planta con un caudal máximo de agua tratada de 0.5 m³/s y un caudal mínimo de 0.25 m³/s.

2.3.1. Agregado de los Productos Químicos:

Además del agregado del hipoclorito de sodio en el agua cruda en una concentración entre 0.5 y 1.5 ppm se ha previsto la colocación de media sombra en los sedimentadores para evitar el desarrollo de algas en las etapas del proceso.

En el ingreso las cámaras de dispersión, si fuese necesario según el pH óptimo para la coagulación, se agregará agua de cal como prealcalinizante y el sulfato de aluminio como coagulante.

En el canal de ingreso a los floculadores se agregará un polímero para mejorar el desempeño del coagulante, como coadyugante de la coagulación.

También se tendrá en cuenta el agregado de un polielectrolito como coadyugante de la floculación. **De ser necesario y para alcanzar valores de turbiedad fijado en la Ley Provincial N°11220 (menores o igual a 0.5 NTU), además se considerará la posibilidad de utilizar PAC y poliacrilamidas en el tratamiento de potabilización.**

Asimismo se realizará una poscloración antes del ingreso a la cisterna, considerada también cámara de contacto, para mantener un tenor de cloro activo de 0.2 a 0.5 mg/l a la salida de la cisterna luego de un tiempo de almacenamiento mínimo de 2 hs.

En la cisterna, se ha previsto el agregado del postalcalinizante para alcanzar el valor del pH de saturación del agua tratada y precipitar el aluminio residual que pudiese contener.

Se utilizará saturadores de cal para producir el agua de cal que alcalinizará el agua producida.

La fluorización se realizará en las cámaras de mezclas para aprovechar la turbulencia producida por los mezcladores, y es obligatoria por ley nacional. El fluosilicato es suministrado por la Dirección Nacional de Odontología sin costo alguno.

El carbón activado es aplicado en ocasiones puntuales por el desarrollo de algas que confieren gusto y sabor al agua final y se aplicará en las cámaras de mezcla rápida.

Los productos químicos aplicados en los procesos de potabilización de agua deben cumplir con los requisitos exigidos por Normas I.R.A.M o contar con la aprobación del A.N.M.A.T. (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica).

Componentes de la Planta Potabilizadora:

La planta de potabilización estará compuesta por las siguientes unidades construidas de hormigón armado. En todos los sedimentadores, la superficie del agua deberá estar resguardada de la luz solar con una "media sombra" para evitar el desarrollo de algas, apta para ser resistente al granizo y contar con filtros UV:

- Cámara del Caudalímetro
- Cámara Amortiguadora de la energía hidráulica de la aducción de agua cruda a tratar
- Cámara de Carga del líquido crudo
- Cámaras de Mezcla Rápida
- Cámaras de Floculación
- Sedimentadores de seditubos con escurrimiento inclinado y ascendente.
- Filtros convencionales de arena
- Cisterna de Agua tratada también como cámara de contacto del cloro.
- Planta de tratamiento de las descargas residuales de la planta

2.3.2. Cámara del Caudalímetro:

El caudal de ingreso a la planta se medirá con un caudalímetro de diámetro $\Phi=600$ mm, de inserción electromagnético de bajo error (menor a 0.5%) alojado adecuadamente en una cámara de hormigón armado con tapa de hierro, conectado a la tubería de ingreso con válvulas, juntas y reducciones con bridas en su interior.

Las señales del indicador de caudal instantáneo y totalizador se enviarán al sistema PLC, donde posteriormente se retransmitirán a la sala de control y al laboratorio.

2.3.3 Cámara Amortiguadora:

Es el punto de ingreso del agua cruda a la planta. Por su parte inferior se producirá la llegada de la tubería de agua cruda. Su función será:

- Recepar el caudal de agua cruda a tratar
- Amortiguar la energía hidráulica del caudal descargado

- Evitar las oscilaciones pronunciadas. Se adopta $\delta_{\text{máx}} = 0,30$ m la oscilación máxima admitida en la cámara. Para el diseño se ha adoptado el modelo de D. Cotta y A. Barbero presentado en el III Congreso Latinoamericano de Hidráulica
- Descargar el caudal amortiguado a la cámara de carga general de la planta a través de un vertedero

2.3.4. Cámara de Carga:

Desde la cámara anterior, se recibirá el agua para darle una altura suficiente y realizar todos los procesos posteriores por gravedad. Contará con un vertedero de desborde dimensionado para evacuar el total del caudal ingresante a la cañería de desagüe de $\Phi = 1200$ mm en situaciones de emergencia. En esta cámara se agregará el prealcalinizante si fuese necesario acondicionar el pH para una óptima coagulación.

El fondo de la estructura contará con una pendiente hacia el sector de drenaje, lo que facilitará la limpieza de las cámaras y el conducto de alimentación, y una válvula de fondo para un eventual desagote y vaciado.

Para la caracterización físico-química del agua cruda se deberá instalar medidores electrónicos de temperatura, oxígeno disuelto, turbiedad y pH con salidas analógicas (4-20 mA) y pantallas ubicadas en la sala del laboratorio, y la disponibilidad de ubicar un muestrador.

2.3.4. Cámaras de Dispersión:

Consiste en 6 cámaras en el diseño final y 2 en la primera etapa, donde se encontrará en cada una, un agitador mecánico y variador de frecuencia, con una turbina de 6 paletas para realizar una mezcla completa con los productos químicos agregados. En estas cámaras se agregará el sulfato de aluminio por debajo de las turbinas del agitador y contará con compuertas accionadas eléctricamente en su ingreso.

Las unidades de mezcla rápida se diseñan de forma tal de lograr la uniformidad e instantaneidad en la reacción del coagulante con las partículas a separar.

2.3.5. Floculadores:

Una vez agregados los productos químicos, el agua ingresará a la cámara colectora de agua coagulada donde se agregará el polielectrolito, y posteriormente a la unidad de floculación, que tiene como objeto la formación de partículas denominadas flocs, mediante una lenta agitación del agua que permite el crecimiento de dichas partículas, aglomeradas posteriormente y auxiliadas por el agregado del polímero. Este crecimiento es inducido por el contacto entre partículas de mayor diámetro, creado por el gradiente de velocidades de la masa líquida.

La planta proyectada tendrá 20 unidades de floculación mecánica en la etapa final y 6 unidades en la primera etapa, con 4 etapas de gradientes decrecientes en sentido del escurrimiento, de flujo horizontal.

Cada floculador dispondrá de una válvula de fondo, comandada eléctricamente para su eventual limpieza o vaciado.

Se preverá instalar un punto de muestreo para enviar por bobeo agua hacia el laboratorio (canilla toma muestra) para su análisis.

2.3.6. Decantadores o Sedimentadores:

Una vez floculada el agua, el proceso de tratamiento continuará en la etapa de decantación, cuya función es separar las partículas sólidas de la masa líquida, o sea, separar las partículas coaguladas del medio en el cual están suspendidas. Este proceso será complementado con la filtración.

En este presente diseño, se ha previsto la construcción de 10 unidades de decantación laminar de alta tasa en la etapa final y 3 unidades en esta primera etapa; cada uno con un sistema automático de extracción de lodos, que permitirá operarlos dentro del rango de turbiedad esperado.

Un sedimentado está compuesto por cuatro zonas:

- Zona de ingreso del líquido floculado, constituido por los canales sumergidos de sección rectangular variable y decreciente en su distribución longitudinal.
- Zona de sedimentación constituida por los canales formados entre los packs de tubos inclinados
- Zona de salida del líquido clarificado, constituido por cañerías de PVC de recolección con orificios en su generatriz superior o un canal abierto con aberturas rectangulares o triangulares para su ingreso.
- Zona de almacenamiento de barros constituida por las tolvas, con su respectivo sistema de evacuación periódica de los lodos depositados. Se deberá asegurar el ingreso de un operario desde el exterior a través de una compuerta para la limpieza manual y periódica de las tolvas a fin de evitar el desarrollo de olores y sabores extraños en el agua.

Se preverá instalar un medidor continuo de turbiedad con transmisor incorporado, la lectura se realizará con un display y tendrá la opción de ser enviado hacia el sistema SCADA para su visualización.

2.3.7. Filtros:

El objetivo básico de la filtración es separar las partículas y microorganismos objetables que no han sido retenidos en los procesos previos y constituye la última etapa del proceso de clarificación.

Se han diseñados 48 filtros en la etapa final y 12 en esta primera etapa, de lecho único de arena gruesa apoyado sobre una capa de grava sobre un falso fondo. Este estará formado por losetas planas premoldeadas apoyadas sobre muretes laterales, con toberas especialmente diseñadas para el pasaje de agua y aire, a tal efecto cada tobera poseerá una prolongación o cola alargada con una ranura para permitir el pasaje del aire.

Por su construcción son considerados rápidos, a gravedad, de velocidad de filtración constante. El regulador de velocidad de filtración estará integrado por un medidor de caudal del agua filtrada que gobierna a una válvula mariposa reguladora de ese flujo.

El agua tratada para el lavado de la batería de filtros y servicios de la planta de potabilización, se derivará desde un tanque elevado ubicado a unos 10 m sobre la cota sobre el terreno que permitirá la alimentación por gravedad a todo el sistema. Se alimentará de agua potable de la cisterna por una bomba centrífuga.

El caudal de lavado a los filtros se regulará antes del ingreso a las unidades. Para el lavado del filtro sucio se adoptó un lavado por etapas. En una primera etapa se inyectará agua y aire en forma simultánea en un período estimado en 3 minutos y en una segunda etapa con agua solamente durante 5 minutos aproximadamente, con velocidades ascendentes de 0,3 y 0,8 m/min respectivamente.

El sistema adoptado significará además de producir una mejor fluidificación del manto único de arena gruesa, un ahorro en el consumo de agua para el lavado.

La turbiedad será monitoreada en la salida de cada filtro con medidores de turbidez conectados a un display de lectura y al sistema SCADA, y se instalará un punto de muestro por cada módulo de filtración.

2.4. Disposición de Desagües:

Se ha considerado una cañería de desagüe con cámaras que se conectarán a un sistema de tratamiento y con posterior disposición final de los lodos sólidos.

2.5. Tratamientos de Barros:

La planta dispondrá de un sistema de tratamiento de barros para cumplir con las normas provinciales (leyes 1089/82 y 11220) y nacionales de protección ambiental.

Tendrá dos efluentes claramente diferenciados en cuanto a sus características. El proveniente de las descargas de fondo de los decantadores o sedimentadores caracterizado por un mayor contenido de sólidos disueltos y donde estará alojado el aluminio, y otro más clarificado, proveniente del agua de lavado de los filtros.

3. Descripción de las Operaciones y Procesos:

3.1. Mezcla Rápida:

Este proceso se realizará en las cámaras de dispersión y su objetivo es lograr una mezcla homogénea e instantánea en la reacción del coagulante con las partículas a separar.

Los parámetros que definen la mezcla rápida son el gradiente de velocidad G y el tiempo de mezcla t . Los valores adoptados de gradiente G fueron de 300 s^{-1} y el tiempo de permanencia de 5 segundos. Se incorporará un variador de frecuencia para poder variar el gradiente de velocidades.

Importante: Todos los parámetros de diseño y concentraciones de productos que se encuentran en este proyecto deberán ser determinados en ensayos de laboratorio y de ser necesario, la empresa contratista deberá realizar los cambios necesarios en los diseños de los equipos para ajustarse a los valores obtenidos.

3.2 Floculación:

En este proceso se tiene por objeto la aglomeración y crecimiento en peso de partículas denominadas flocs, previamente formadas en la etapa anterior, mediante una lenta agitación del agua y en forma decreciente en distintos compartimientos en serie, que permite el crecimiento de dichas partículas.

Para que una unidad de floculación funcione adecuadamente debe realizarse un diseño hidráulico que elimine posibles cortocircuitos y sedimentaciones en su interior.

El tiempo de retención y los gradientes a ser aplicados en las cámaras de floculación **deberán ser determinadas en laboratorio con el agua a ser tratada.**

Se han adoptado en el presente proyecto 20 floculadores mecánicos en la etapa final y 6 en esta primera etapa, con 4 cámaras de floculación intercomunicadas con un tiempo de permanencia total de 20 minutos con gradientes de velocidad decrecientes en sentido del flujo.

Cada compartimento tiene un equipo floculador compuesto por motor eléctrico y reductor a correa sostenidos por una pasarela apoyada en el coronamiento de los muros laterales de la cámara correspondiente.

Cada reductor de velocidad puede producir tres valores de la velocidad rotacional (rpm o rps) del conjunto eje-paletas. Como consecuencia en cada cámara se tienen tres valores del gradiente de velocidad,

decrecientes en el sentido del flujo. El gradiente de velocidad varia entre un máximo de 70 s⁻¹ y un mínimo de 17 s⁻¹. Esa gama de gradientes de velocidad G (s⁻¹) permite mantener el número de Camp y será:

1. Primera Cámara: 70-48-35 1/ segundo
2. Segunda Cámara: 56-38-28 1/ segundo
3. Tercera Cámara: 44-30-22 1/ segundo
4. Cuarta Cámara: 33-22-17 1/ segundo

con un valor G.t máximo de 61540

3.3. Decantación

Una vez floculada el agua, el problema radica en separar los sólidos de los líquidos, o sea, separar las partículas coaguladas y separadas del medio en el cual están suspendidas.

La sedimentación y coagulación deben considerarse como procesos complementarios. La sedimentación realiza la separación de los sólidos decantables en el agua, y que tienen una velocidad de decantación tal que pueden ser separadas en el sedimentador en un tiempo económicamente aceptable. La filtración, en cambio, separa aquellos sólidos más pequeños que por tanto, no son removidos en el proceso anterior.

Los equipos adoptados son de alta tasa que consisten esencialmente en una serie de tubos hexagonales colocados en packs, inclinados 60°, de modo que el agua ascienda por las celdas con flujo laminar. Esto permite cargas superficiales mayores que las usadas en los sedimentadores horizontales. Los períodos de sedimentación son usualmente menores de 10 minutos.

Los packs de tubos deberán estar contruidos en un material virgen y sanitario, que no le confiera sabores extraños al agua potable. En general, este material deberá ser apto para uso resistente al agua y la luz solar.

La configuración de los packs adoptados consiste en tubos hexagonales, de 600mm x 600mm x 1200 mm de alto, con un diámetro de la circunferencia inscrita de 50 mm.

Se ha previsto la construcción de 10 sedimentadores en total subdivididos en 2 módulos cada uno de 2.4 m de ancho y con un canal de pasaje de 1.5 m de altura variable.

La longitud de cada sedimentador es 18.72 m y tendrá 240 packs por sedimentador.

La carga superficial adoptada es de 35 m³/m².día y ajustada por un coeficiente de minoración de 1.5, **valores que deberán ser verificados en laboratorio** para este tipo de agua.

Al final del período de decantación debe obtenerse un agua decantada con un bajo contenido de materia en suspensión para tener carreras de filtración largas.

La remoción de los barros depositados en estos equipos será en forma hidráulica y automática con opción en caso de dificultades, de hacerla en forma manual.

Los barros se almacenarán en tolvas tronco piramidales dispuestas en el fondo. La limpieza se ha previsto realizarla a través de drenajes periódicos y frecuentes de tal manera de evitar la compactación del barro y permitir la remoción de los sólidos por la velocidad del agua, sin necesidad de realizarlos manualmente. Además se ha previsto la construcción de una compuerta para asegurar el ingreso desde el exterior de un operario y realizar la limpieza interior manualmente.

Para evitar la rotura del floc al ingreso, se ha diseñado un canal de repartición de agua floculada que se extiende longitudinalmente por el centro del decantador y lo distribuye en forma proporcional. Esta geometría del canal permite mantener el gradiente de velocidades de la última parte del floculador.

El agua decantada es recolectada por una serie de tuberías de 140 mm de diámetro de PVC C6 perforadas en sentido de su generatriz que descargan en un canal.

El desagüe de las unidades se hará a través de válvulas, que para este fin, tienen los decantadores.

3.4. Filtración:

El objetivo básico de la filtración es separar las partículas y microorganismos residuales que no han sido retenidos en los procesos previos de tratamiento. En consecuencia, el trabajo que desempeñan los filtros depende directamente de la mayor o menor eficiencia de los procesos precedentes.

La tasa promedio de filtración a adoptar reviste suma importancia, pues guarda estrecha relación con el número de unidades necesarias para llevar a cabo el proceso.

Por otra parte, la tasa promedio dependerá del tipo de lecho filtrante que se utilice. En este caso, esta compuesta por un lecho de arena de 0.90 m de altura apoyado sobre un lecho de gravas de 0.10 m y un falso fondo compuesto de boquillas para el lavado de agua y aire. La velocidad de filtración adoptada como valor seguro es 240 m³/m².día.

Los filtros rápidos, cualquiera sea la tasa de filtración o medio que utilicen requieren un sistema de control para regular el funcionamiento de la unidad.

El sistema de lavado adoptado se realizará en dos etapas; la primera con agua y aire, y segunda con agua. El aire será suministrado por cuatro sopladores y el agua provendrá de un tanque sobreelevado. Este método adoptado permitirá tiempos de lavados menores y menor pérdida de agua durante la operación.

Se han adoptado 8 baterías de filtración compuesta de 6 filtros cada uno, y en la primera etapa será 2 baterías con 6 filtros cada uno. Cada filtro compuesto por una caja de hormigón de 6 metros de largo por 2.8 m de ancho por lo que la superficie de filtración es de 16.8 m² por filtro.

La arena y grava del lecho filtrante deben ser las correctas para el adecuado funcionamiento del sistema de filtración, y además deberá cumplir con las normativas para este tipo de material.

Características de la Arena:

- La arena será predominantemente silicica del tipo monogranular gruesa. Deberá ser limpia, dura y resistente, de solubilidad en ácido no superior al 5% de su peso. Solo es aceptable la arena que venga de la desintegración natural de las rocas y sus granos sean de forma redondeadas.
- La arena no deberá contener elementos orgánicos, analizados según la norma DIN 19623
- C_u : Coeficiente de uniformidad menor a 1,5
- Espesor adoptado del manto de arena 0,90 m
- T_e : tamaño efectivo adoptado 1,10 mm
- T₉₀ : tamaño del grano que pasa el 90% por el tamiz 1,9 mm
- T_{máx} : tamaño máximo adoptado 2,2 mm
- Peso específico del grano de arena 2,65 Kg/l, determinada según la norma DIN 19623
- C_e : coeficiente de esfericidad del grano de arena 0,75
- p_o : porosidad adoptada del manto de arena 0,50

Característica del Manto Sostén de Grava

- Espesor del manto soporte 0,10 m
- Tamaño adoptado de la única capa 2 a 3 mm
- El material suministrado deberá cumplir con la norma AWWA B100-96 para material filtrante y la norma NSF 61- Componentes de sistemas de agua potable- Efectos en la salud

El objeto del manto soporte, fundamentalmente es evitar que la arena del lecho filtrante pase hacia el sistema de drenaje y su peso específico no debe ser menor a 2.65 g/cm³

El sistema de drenaje deberá recoger el agua filtrada y distribuir el aire y agua de lavado en forma totalmente uniforme

El lavado es la operación por la cual se suspende el proceso de filtración y se inyecta aire y agua por la parte de abajo del filtro (boquillas) con presión adecuada, con el objeto que el lecho filtrante se expanda y se desprenda todo el material que ha quedado retenido en las operaciones de filtrado. Este proceso debe hacerse cada vez que se alcanzó la máxima pérdida de carga en el lecho o la calidad del efluente desmejore. La mayoría de los problemas del filtro se originan en un lavado deficiente, incapaz de desprender la película que recubre los granos del lecho y romper las grietas o cavidades en donde se acumula el material que trae el agua

En ambos casos al expandir el lecho durante el lavado y luego dejarlo asentar e iniciar la operación de filtrado, el material no removido queda atrapado entre los granos del medio y al progresar la carrera de filtración se compacta con lo que la superficie desciende bruscamente y las áreas mas obstruidas y generalmente alrededor de las paredes se desprendan dejando una grieta que pueden llegar hasta la grava, y todo el medio granular llenarse de bolas de barro que disminuyen el área de paso del flujo.

La Ley Provincial N° 11220 establece los límites para la provisión de agua potable, en consecuencia, la turbidez del agua resultante del proceso de potabilización no debe superar el límite recomendado de 0.5 UNT según el Anexo A de la citada norma. Los otros parámetros organolépticos y físicoquímicos deberán encontrarse por debajo de los límites establecidos también en la misma legislación.

4. Dosificación de Productos Químicos

4.1. Introducción:

Los sistemas serán automáticos en función del caudal tratado medido al inicio del proceso por el caudalímetro. Se ha previsto los siguientes sistemas de dosificación de los reactivos:

- Precloración con solución de hipoclorito de sodio líquido para combatir el molusco Limnosporna Fortunei
- Prealcalinización con agua de cal en la cámara de carga si fuese necesario
- Coagulación con sulfato de aluminio líquido en los dispersores mecánicos
- Agregado del coadyugante de la floculación; polielectrolito en el canal de acceso a los floculadores
- Postalcalinización con agua de cal a la salida de la cisterna
- Postcloración con solución de gas cloro (proveniente de la sala de cloración) en el ingreso de la cámara de contacto o cisterna

- La fluorización y el agregado de carbón activado se realizará en las cámaras de los mezcladores rápidos para aprovechar la turbulencia de la agitación.

La eficiencia del proceso de tratamiento depende básicamente de la relación entre los mecanismos de coagulación predominantes, los parámetros de mezcla rápida y las condiciones químicas de dosificación.

Se ha demostrado que los parámetros de mezcla como el gradiente de velocidad y el tiempo de retención son importantes para optimizar el proceso de coagulación. De ser necesario y para alcanzar los valores exigidos por la legislación se podrá incorporar otros productos químicos.

4.2.Dosis a Emplear:

<u>Producto</u>	<u>Concentración(Mín-Media-Máx)</u>
Precloración	0.5-1-1.5 mlg/l
Prealcalinización	Según Antecedentes en la planta de Monje no se realizará. Realizar ensayos de laboratorio para justificar su uso
Coagulante	40-80-150 mlg/l
Coadyuvante	0.5-1-2 mlg/l
Postalcalinización	8-16-30 mlg/l
Poscloración	1-2-3 mlg/l
Flúor	1-1.2-1.5 g/m3
Carbón activado	6-8-12 g/m3

El control de la dosis de reactivos se hará en función del caudal instantáneo ingresado en la cámara de carga. La dosis será fijada por el operador y se basará en estadísticas de operación con que cuenta la planta y la información de las variables de entrada y salida medidas en los instrumentos en línea proyectados

5. Obras Complementarias:

5.1. Desagües

El proyecto contempla descargar los desagües de las unidades de decantación y filtración a un sistema de tratamiento de barros para el cumplimiento de normas provinciales y nacionales sobre el vertido de efluentes, entre ellas las leyes provinciales N° 11220 y N°1089/82.

La red general de desagües esta conformada por un emisario de descarga principal a gravedad, con una pendiente hacia el río y diámetro de 1200 mm en PRFV. La capacidad máxima de esta conducción, de acuerdo al agua de ingreso, es de 2200 l/s. Esta conducción descarga las aguas de lavado al Río Coronda.

Para la evacuación del agua de lluvia se ha contemplado la disposición de sumideros con rejillas repartido en todo el predio.

6. Casa Química:

Se considerará la construcción de una casa química que reúna el almacenamiento, los equipos, recipientes y sistemas de dosificación donde los productos químicos: sulfato de aluminio líquido, cal hidratada, carbón activado, fluosilicato de sodio y polielectrolito estén alojados previo pasaje por una báscula de camiones.

Las dosis de los productos químicos deberán ser ajustadas con ensayos de jar test y verificaciones en planta a partir de las pruebas de funcionamiento y optimización.

6.1. Sulfato de Aluminio Líquido:

El producto se descargará en la etapa final en 8 tanques cilíndricos de 50 m³ de capacidad cada uno para tener una autonomía mínima de 20 días antes una eventual emergencia en el suministro, colocados en el exterior de la casa química. En la primera etapa se considerará sólo 4 tanques (3 en operación y uno en reserva)

Para la dosificación se han proyectado dos bombas dosificadoras a tornillo helicoidal, una en funcionamiento y otra en reserva, con una capacidad entre 28 y 220 l/h, y una presión de trabajo de 3 kg/cm². La bomba dosificará en una cañería de redilución en la cual se mantiene constante el caudal de redilución para los diferentes caudales de la solución de sulfato de aluminio.

Para evitar el derrame del sulfato de aluminio se ha diseñado una pileta antiderrame con capacidad de contener un volumen de 50 m³, es decir, la capacidad de uno de los tanques.

Con el objeto de lograr una correcta homogeneización del sulfato de aluminio líquido, previo a su dosificación, se instalará una bomba centrífuga de recirculación, la cual permitirá recircularlo en el mismo tanque o trasvasarlo de un tanque a otro.

6.2. Polielectrolito:

El polielectrolito a dosificar será líquido y se utilizará como coadyuvante de coagulación. Se recibirá en la planta potabilizadora en tanques de 1 m³ y se lo dosificará en la cañería de agua de redilución, respetando las recomendaciones del proveedor en lo referente a la relación óptima de dilución.

La dosificación se realizará con bombas a diafragma de accionamiento electromagnético y regulación manual y telecomandas del caudal dosificado (como todas las bombas dosificadoras). La bomba deberá dosificar un caudal entre de 0.4 l/h a 3.3 l/h a una presión 3 kg/cm². El tiempo máximo de autonomía adoptado será de 15 días.

6.3. Cal hidratada:

La cal hidratada a dosificar será en polvo. La suspensión de cal hidratada se preparará en esta etapa, en 2 tanques (1 en funcionamiento más uno en reserva) de PRFV al 2.5 % y se rediluirá en el saturador de cal. Cada tanque contará con un agitador de 300 rpm; la longitud del eje será tal que la paleta llegue prácticamente hasta el fondo del tanque.

El agregado de la cal hidratada en los tanques se realizará por medio de un tornillo sinfín con rotor y carcasa en acero inoxidable. A tal fin se dispondrá, junto a cada tanque, una mesada de chapa de acero inoxidable con un agujero en el cual se fijará un tamiz de pasaje grueso (1 cm de abertura) sobre el cual se romperá la bolsa de cal hidratada. De esta forma el insumo caerá directamente en la tolva de alimentación del tornillo que se ha fijado en la parte inferior de la mesada de carga.

La dosificación se realizará mediante bombas a tornillo helicoidal, una en operación y la otra en stand by, rango de caudal de 604 a 2268 l/h a una presión de 3 kg/cm²

La autonomía máxima de la cal hidratada será de 15 días y ocupará 46 pallets de 1.5 m de altura al período final.

6.4. Fluosilicato de sodio:

El fluosilicato de sodio a dosificar será en polvo y se recibirá en la Planta Potabilizadora en pallets. La provisión la realiza el Ministerio de Salud de la Nación y habitualmente envían como mínimo el stock a consumir en por lo menos medio año para plantas grandes.

La solución de fluosilicato se preparará en cinco tanques de PRFV al 0.5 % en la etapa final y 2 tanques en esta primera etapa y se rediluirá en la cañería de alimentación al punto de inyección. Se han previsto un tanque cilíndrico con agitador en operación y uno en stand by, de 1.8 m de diámetro y 1.70 m de altura; en su interior tendrán cuatro estatores de 0.15 m de ancho a fin de evitar la formación de vórtices. La carga de las bolsas se realizará manualmente. La autonomía máxima será de 6 meses y ocupará 10 pallets

6.5. Carbón Activado:

Se ha previsto la instalación de carbón activado en polvo a fin de poder controlar los episodios de olor y sabor en el agua cruda. Este insumo se recibirá en pallets de 1000 kg cada uno.

La suspensión de carbón activado se preparará en tanques de PRFV al 2 % y se rediluirá en la cañería de alimentación al punto de inyección. Se han previsto 5 tanques cilíndricos, 4 en operación y otro en standby en la etapa final y 1 en operación y otro en standby en la primera etapa, de 1.60 m de diámetro y 1.80 m de altura; en su interior tendrán cuatro estatores de 0.15 m de ancho a fin de evitar la formación de vórtices. La carga de las bolsas se realizará manualmente. Cada tanque contará con un agitador de 300 rpm; la longitud del eje será tal que la paleta llegue prácticamente hasta el fondo del tanque. La dosificación se realizará en las cámaras de dispersión a fin de aumentar al máximo el tiempo de contacto, mediante bombas de tornillo helicoidal con un rango de dosificación de 378 a 756 l/h a una presión máxima de 3 kg/cm².

Se ha previsto un tiempo de almacenamiento máximo entre suministros sucesivos de 15 días lo cual implica, a consumo medio diario, que se deberá realizar el almacenamiento de 10 pallets con 50 bolsas de 20 kg cada una.

7. Sala de Cloración:

Se ha diseñado una sala de alta presión donde estarán alojados los contenedores de cloro de 1Tn y se deberán tener todos los recaudos de seguridad, y una sala de baja presión donde se dosificará el cloro al agua.

El sistema de dosificación estará integrado por dosadores automáticos al vacío. Se dispondrá de dos equipos de igual capacidad, uno para la poscloración y otro en stand by.

La fuerza motriz para la succión de los eyectores estará provista por bombas de presión o booster. Se proveerán 2 bombas booster, las que estarán intercomunicadas, una en funcionamiento y otra en reserva. Además, se proveerá de rotámetros para la medición y regulación del caudal de agua necesario para los eyectores. En el eyector se realizará la mezcla del cloro con el agua, generándose la solución clorada, que será transportada a los dos sitios de inyección.

8. Vialidad Interior:

Dentro del predio de tratamiento se incluirá las obras viales y se preverá un acceso vehicular y peatonal a través de un portón cercano a la garita de la portería sobre el camino de acceso desde la Ruta Provincial N°36.

Tendrá camino pavimentado el siguiente recorrido:

- Desde el ingreso de la portería hasta la descarga de productos químicos y acceso a la balanza para permitir la circulación de camiones semirremolques
- Desde el acceso sobre la Ruta Provincial N° 36 hasta la ubicación de los filtros prensa para permitir el retiro de los contenedores
- Desde la portería hasta la sala de cloración para permitir la descarga de los tambores de cloro a los camiones semirremolques
- Acceso a Oficinas para el estacionamiento de vehículos particulares.

Se incluirá veredas de hormigón de 1 m de ancho en todas las zonas de tránsito peatonal, en el contorno de la de la planta tratamiento y para el acceso a bodegas, pañol, casa química, sala de cloración, sala de comandos, laboratorios y oficinas.

9. Paisajismo:

Se considerará la colocación de un cercado perimetral rodeando el sector donde se ubica la planta a construir. El cerco será del tipo olímpico y estará formado por postes de sección cuadrada con malla de alambre galvanizado. Se ha considerado en los espacios libre la colocación de césped y parquís. Estos serán incluidos dentro del ítem de Obras Complementarias de la planta potabilizadora.

10. Servicios:

La planta de tratamiento deberá contar con los siguientes servicios interiores:

- Red de agua potable para todos los edificios en grifos de lavado e incendio formado por un tanque elevado de hormigón, con una red de cañerías, hidrantes, válvulas esclusas y válvulas mariposas en los accesos a cada dependencia.
- Lavado de alta presión a través una hidrolavadora
- Red de alcantarillado y servicios sanitarios: se contará con instalaciones completas, con una red de alcantarillado del recinto que descarga a un sistema de pozos negro. Se considerará la colocación de baños con las conducciones sanitarias correspondiente en la Sala de Oficinas y Laboratorios y Sala de Cloración
- Red de gas: Se tendrá servicios independientes de gas licuado para el uso doméstico de los edificios de Laboratorio y Oficinas y Cocina.
- Red telefónica: Se contará con teléfono en oficinas administrativas, laboratorio y sala de comandos
- Energía eléctrica: contará con alimentación y tendido eléctrico en todos los edificios de la planta
- Alumbrado exterior de la planta: Lo conformarán postes metálicos de 9 metros de altura con luminarias de sodio de alta presión de 250 w con circuito automático (con celdas fotovoltaicas) y manual para encendido.
- Redes de distribución eléctrica interna
- Portones de ingreso a la planta

11. Tratamiento de los Residuos Líquidos:

Los residuos líquidos generados en una planta de potabilización han creado problemas para su disposición y derivación, ya que contienen contaminantes como son los microorganismos, metales como el aluminio, olores y sabores.

Para poder cumplimentar las normas provinciales y nacionales en cuanto al vertido de los efluentes a curso naturales se ha previsto que los residuos líquidos sean tratados en una planta especial, ubicada en el mismo predio que la planta de potabilización, diseñada para tener un efluente seguro.

11.1. Producción de residuos líquidos generados en la planta:

Las descargas de residuos líquidos se originan en los siguientes procesos y actividades que se realizan en la planta de potabilización:

- Coagulación.
- Floculación.
- Sedimentación.
- Filtración.
- Limpieza de las instalaciones de la planta y descargas periódicas de la Casa Química y depósitos.

Para el estudio de aquellas descargas se consideran dos tipos de desagües, correspondientes a:

- Lavado de los filtros colmatados.
- Drenaje del material depositado en las tolvas de los sedimentadores.

Dado el volumen de residuos producidos con relación a las restantes instalaciones, se consideran para el cálculo de la planta especialmente los correspondientes al agua de lavado de los filtros y a los barros depositados en las tolvas de la batería de sedimentadores.

Los valores de los volúmenes producidos y sus concentraciones, fueron obtenidos de las guías del Enohsa y las memorias de cálculo de la planta potabilizadora realizada en la localidad de Monje (provincia de Santa Fe) ubicada sobre el río Coronda, cuyas características están asentadas en las memorias de cálculo.

Ambos efluentes tiene características diferentes, por lo que los procesos a los que se los someterán serán distintos.

11.2. Línea del líquido sucio del agua de lavado de la batería de filtros:

Se ha proyectado una laguna de almacenamiento para un volumen líquido correspondiente al lavado simultáneo de dos filtros. Esta trabajaría como un decantador; se le daría un tiempo de residencia de 3 horas y el líquido por encima se lo eliminaría al desagüe final mientras que el sedimento del fondo se lo volvería a tratar en el sedimentador antes de los filtros prensa.

El líquido será bombeado desde un pozo de bombeo que recogerá el agua de las baterías de los filtros.

Se ha tenido en cuenta la construcción de otra laguna para ser utilizadas en momentos de mantenimiento o retiro de sólidos de la laguna anterior.

En un estudio posterior, se podrá analizar la conveniencia del agregado de un polielectrolito para mejorar las condiciones de decantabilidad de los sólidos suspendidos.

11.3. Línea de la descarga de las tolvas de la batería de sedimentadores:

Este tratamiento recibirá los aportes desde un pozo de bombeo donde descargará las baterías de los sedimentadores. El efluente proveniente de las tolvas de los sedimentadores tiene las características de contener la mayor cantidad de sólidos y aluminio del efluente de la planta y su tratamiento comprende las siguientes etapas:

1. Concentrador de barros compuesto por un sedimentador horizontal donde se produce un flujo horizontal y las partículas sólidas decantan al fondo
En el concentrador se separan las fases líquida y sólida del volumen diario derivado continuamente de las tolvas de los sedimentadores.
La fase líquida se derivará por bombeo al desagüe final mientras que la fase sólida será bombeada a los filtros prensa para su deshidratación.
Se ha tenido en cuenta la construcción de un segundo concentrador de barros de características similares para ser utilizado en momentos de mantenimiento de la laguna anterior.
2. La deshidratación del barro depositado en el concentrador se realizará en una batería de filtros prensa, previo dosaje y mezcla de un polielectrolito catiónico, si fuese necesario su incorporación en la etapa de la concentración.
La torta de barro deshidratado derivada de la etapa anterior se transportará a un lugar de almacenamiento final para relleno mediante un contenedor. Los filtros prensas deberán estar ubicado a una determinada altura para permitir la maniobrabilidad del camión que transporte el contenedor. Y la fase líquida de esta etapa se derivará al desagüe final de la planta.

12. Automatización Planta Potabilizadora:

Se dispondrá de un Centro de Control ubicado en el edificio principal.

En este Centro se recibirán las señales de las variables medidas y se podrán disponer las acciones de comando de la Planta y en caso de falla, se deberá tener la opción de manejo manual. En el Centro de Control se recibirán las siguientes señales de los siguientes lugares:

Toma:

- Arranque, parada y falla de las bombas de la toma de agua
- Indicación de presencia de hidrocarburos en el agua cruda
- Medición del nivel de agua del Río Coronda
- Nivel del río en el muelle.
- Presión en el conducto de salida hacia la planta.
- Posición de electro-válvula de cada bomba (abierta – cerrada).
- Estado de marcha/parada de cada bomba.
- Alarma y señalización de falta de energía eléctrica.
- Alarma y señalización de parada de alguna bomba por actuación de su protección contra sobrecargas.
- Registro de horas de funcionamiento de cada bomba.
- Inhibición de funcionamiento automática (falta de energía eléctrica, ó falla de funcionamiento).

- Alarma de ingreso personal no autorizado. Dos micro-switch de apertura puerta de entrada, que actúa como señal de alarma ante apertura del mismo por personal no autorizado, uno en puerta del T.L.B.T.(Tablero local de baja Tensión), ubicado en la punta del muelle y otro en el Local ubicado en la costa, (a los fines de evitar vandalismo ó sabotaje).
- Control Local ó remoto de apertura y cierre de electro-válvula.

Planta:

- Medición del caudal de agua a la entrada a la planta

Cámara de Carga:

- Medición de la turbiedad del agua cruda.
- Medición del pH en el agua cruda
- Medición de temperatura
- Medición del oxígeno disuelto en el agua cruda
- Medición del nivel en el vertedero de excedencias.
- Apertura, cierre y recibir la señal de falla de la válvula de limpieza de la cámara de carga
- Medición de cloro libre de la precloración

Cámara de Mezcla:

- Apertura, cierre y recibir la señal de falla de las compuertas de ingreso a los mezcladores mecánicos
- Encendido/Apagado de los motores eléctricos de Arranque e indicación de fallas de los mezcladores rápidos.
- Variación de frecuencia de cada motor de los mezcladores rápidos.

Floculadores:

- Apertura, cierre y recibir la señal de falla de las compuertas de ingreso a los floculadores
- Arranque, parada, regulación y recibir la señal de falla de los motores de los floculadores
- Variación de frecuencia de cada motor de los floculadores
- Apertura, cierre y recibir la señal de falla de las válvulas de limpieza los floculadores
- Apertura, cierre y recibir la señal de falla de las compuertas de salida de los floculadores

Sedimentadores:

- Apertura, cierre y recibir la señal de falla de las compuertas de ingreso a los sedimentadores
- Apertura, cierre y recibir la señal de falla de las compuertas de salida a los sedimentadores
- Apertura, cierre y recibir la señal de falla de las válvulas de descarga de barros de las tolvas de los sedimentadores
- Medición de turbiedad

Filtros:

- Apertura, cierre y recibir la señal de falla de las compuertas de ingreso y salida de los filtros
- Medición del caudal de agua filtrada de cada filtro y agua filtrada total
- Medición de nivel en cada filtro y galería de filtración
- Arranque, parada y recibir la señal de falla de los sopladores de aire.
- Apertura, cierre y recibir la señal de falla de válvula de lavado
- Apertura, cierre y recibir la señal de falla de válvula de agua filtrada
- Medición de turbiedad a la salida de cada filtro

Antes de la Cisterna:

- Medición del pH
- Medición del cloro libre

Salida de la Cisterna:

- Medición del pH en el agua de la cisterna
- Medición del color en el agua filtrada
- Medición de la turbiedad

Dentro de la Cisterna:

- Medición de niveles de agua
- Apertura, cierre y recibir la señal de falla de válvulas de drenaje

Casa Química:

- Medición de niveles de los tanques de sulfato de aluminio
- Arranque, parada y falla de la bomba de mezcla
- Arranque, parada, regulación y falla de la bomba dosificadora del sulfato de aluminio
- Medición de niveles de los tanques de cal hidratada
- Arranque y parada agitador de cal
- Arranque, parada, regulación y falla de la bomba dosificadora de cal
- Arranque y parada agitador del flúor
- Arranque, parada, regulación y falla de la bomba dosificadora del flúor
- Medición de niveles de los tanques del flúor
- Arranque y parada agitador del carbón activado
- Medición de niveles de los tanques del carbón activado
- Arranque, parada, regulación y falla de la bomba dosificadora del carbón activado
- Arranque, parada, regulación y falla de la bomba dosificadora del polielectrolito
- Medición de niveles de los tanques del polielectrolito
- Arranque, parada, regulación y falla de los dosadores de cal hidratada

Tanque elevado de agua:

- Medición de niveles del tanque de agua
- Arranque, parada, regulación y falla de la bomba de alimentación de agua potable
- Regulación de la válvula mariposa a la salida del tanque antes del ingreso a los filtros para lavado

Sala de Cloración:

- Arranque, parada, regulación y falla de las bombas de la solución clorógena
- lectura del peso de las balanzas de cloro
- lectura de los rotámetros de la solución clorógena
- Indicador de fuga del cloro
- Arranque, parada, regulación y falla de los forzadores de aire
- Arranque, parada, regulación y falla de las bombas de soda cáustica
- Arranque, parada, regulación y falla de los dosadores de cloro

Planta de Barros:

- Arranque, parada y falla de las bombas de lodos del pozo de bombeo1
- Apertura, cierre e índice de falla de las válvulas de fondo de los decantadores
- Apertura y cierre del ingreso al decantador
- Lectura de los niveles del decantador
- Arranque, parada y falla de las bombas de lodo del decantador
- Arranque, parada y falla de las bombas de lodos del pozo de bombeo 2
- Apertura, cierre e índice de falla de las válvulas de fondo de las lagunas
- Arranque, parada, regulación y falla de las bombas de agua sucia de lavado del filtro
- Arranque, parada, regulación y falla de las bombas de lodo de las lagunas de sedimentación
- Lectura de nivel de las lagunas
- Apertura y cierre de las compuertas de los decantadores y de las lagunas al desagüe
- Arranque, parada e indicación de falla de los filtros prensa

En el Laboratorio se repetirán las siguientes señales, solamente como lectura de datos para acciones correctivas:

- Medición del caudal de agua ingresada en la línea de tratamiento
- Medición de la temperatura del agua cruda
- Medición del oxígeno disuelto del agua cruda
- Medición de la turbiedad en el agua cruda.
- Medición de la turbiedad en el agua decantada.
- Medición de la turbiedad en el agua filtrada.
- Medición del pH en el agua cruda
- Medición del oxígeno disuelto en el agua cruda
- Medición del pH en el agua decantada
- Medición del pH en el agua de la cisterna
- Medición del cloro residual en la salida de la cámara de contacto
- Medición del cloro de la precloración en la cámara de carga
- Indicación del nivel en los tanques de preparación de la solución de polielectrolito
- Indicación del nivel en los tanques de la solución de sulfato de aluminio

- Indicación del nivel en los tanques de preparación de la solución de cal
- Indicación del nivel en los tanques de preparación del carbón activado
- Indicación del nivel en los tanques de preparación de la solución del fluorsilicato
- Indicación del peso en las balanzas de cloro
- Indicación de falla de energía
- Alarma puerta de tablero- Ab. intrus.
- Reset de alarma
- Silencia alarma sonora

En la sala de cloración deberá tenerse un tablero con los siguientes comandos:

- Arranque, parada y falla de los ventiladores de neutralización
- Arranque, parada y falla de las bombas de solución N° 1 y 2
- Arranque, parada y falla del aparejo de manejo de tubos
- Indicación de la pesada de las balanzas
- Falla de energía
- Alarma puerta de tablero- Ab. intrus.
- Reset de alarma
- Silencia alarma sonora

13. Características de la obra civil:

La obra civil está compuesta por tres ítems principales:

- Relleno de suelo compactado
- Excavación mecánica y a pala manual.
- Hormigón H30 con aire incorporado (para estructuras) y Provisión y colocación de armadura de Acero tipo ADN 420 (para estructuras)

Adicionalmente, para el correcto funcionamiento de las obras se complementa con las siguientes tareas:

- Hormigón tipo H-8 (para hormigón de limpieza)
- Hormigón tipo H-13 (para rellenos y pendientes)
- Construcción de pavimentos de H⁹A⁰ (para circulación interna), ver pto. 8. Vialidad Interior.

A las que se adicionan las obras de arquitectura en:

- Casa Química.
- Planta de Cloración.
- Laboratorios.
- Galería para Filtros.
- Taller y pañol, sala comandos y porterías.

Todas éstas en todo de acuerdo con lo indicado en los pliegos de especificaciones que integran el presente legajo.

Y, finalmente, la Provisión y colocación cerco perimetral, según plano de tipo específico.

Para la correcta ejecución, medición, control y pago de todas las tareas mencionada precedentemente se deberá remitir a los pliegos de especificaciones técnicas tanto generales como particulares.

13.1 Rellenos

Los rellenos son los indicados en los planos de manera de que el terreno de la planta potabilizadora tenga una cota de 15.60 m IGM, para cumplimentar con lo explicitado en el punto 1. Introducción.

A los anteriores se les suman los rellenos necesarios para lograr los niveles de cada uno de los elementos del proceso de potabilización (desde la cámara de carga hasta la cisterna) para el correcto circular de agua a gravedad, en el que el proceso requiere pasar de una cota de pelo de agua en la cámara de carga de 20.12 en la cámara de carga hasta 14.95 en el cisterna de agua tratada.

13.2 Excavaciones

Las excavaciones de mayor importancia se manifiestan en la cisterna y en las tolvas de decantación de los sedimentadores. La cisterna se encuentra en su totalidad por debajo de la cota de terreno natural, que en promedio se encuentra en 15.25 IGM. En los módulos de sedimentación, tanto las tolvas de decantación como la galería de comandos poseen sus fondos por debajo de la cota media del terreno natural.

13.3 Hormigones

Todos los elementos de la planta de potabilización son, en general, cubas de hormigón armado colado in situ de calidad H30 según el reglamento INTI-CIRSOS, al que se le agregará 5% de aire incorporado. Para dichos hormigones la armadura será acero de dureza natural ADN 420. Se deberán prever todos los elementos necesarios a fin de garantizar la estanquidad dentro de la planta de potabilización, calidades de hormigón y aditivos, juntas constructivas, recubrimientos, armaduras, proceso constructivo, etc.

Los rellenos de hormigón y hormigones de pendiente se realizarán en calidad H13, mientras que en todos los casos, previo a la tarea de hormigonado de las losas de fondo, se dispondrá de un hormigón de limpieza de calidad H8, de 7,5 cm. Los recubrimientos serán indicados en las especificaciones técnicas y normas respectivas. Los espesores indicados en los planos deberán ser considerados como mínimos y tendrán que ser verificados previo a la construcción de las obras. Se deberá prever para el dimensionamiento final, efectos de subpresión por presencia de napa y cota máxima de crecida indicada en el pto. 1 Introducción de la presente memoria descriptiva.