

ANEXO N.º 2, MAPAS, PLANOS DE INFRAESTRUCTURA Y DISEÑOS CONCEPTUALES DEL PROYECTO

MAPAS DE LAS AREAS

- AREA DENTRO DE COMARCA
- AREA FUERA DE LA COMARCA
- PRIMER SEGMENTO O SECCION DE ASCESO
- SEGUNDO SEGMENTO O SECCION DE LA CARRETERA A LA PLANTA
- TERCER SEGMENTO O SECCION DEL AREA DE LA PLANTA
- CUARTO SEGMENTO O SECCION DEL AREA DE LA VIA DE LA PLANTA A LA TOMA
- QUINTO SEGMENTO O SECCION DEL AREA DE LA TOMA
- PLANO TOPOGRAFICO

PLANOS DE INFRAESTRUCTURAS

DISEÑOS CONCEPTUALES DEL PROYECTO

Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II

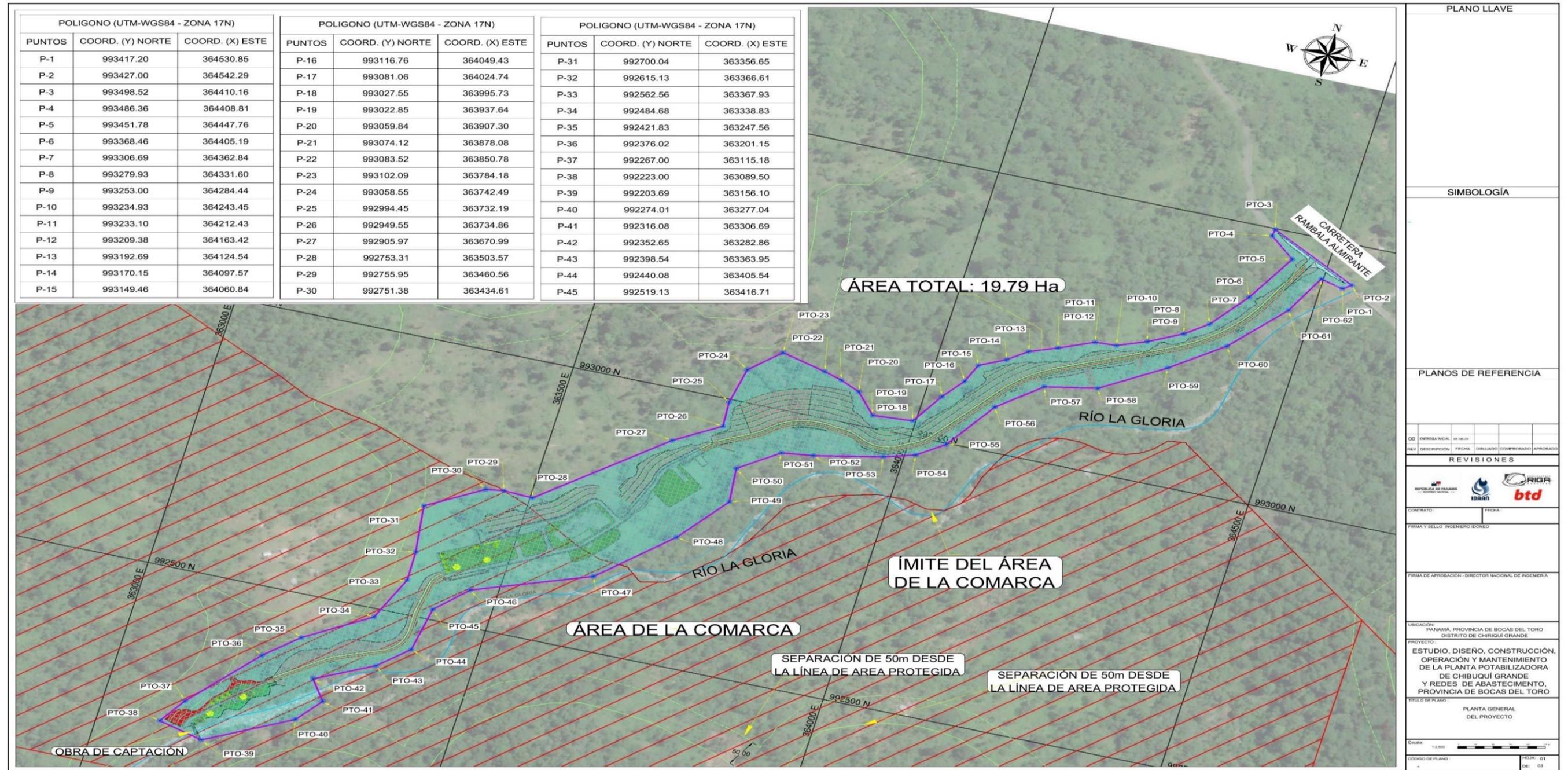
Proyecto: ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUI GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

Promotor: INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NACIONALES.

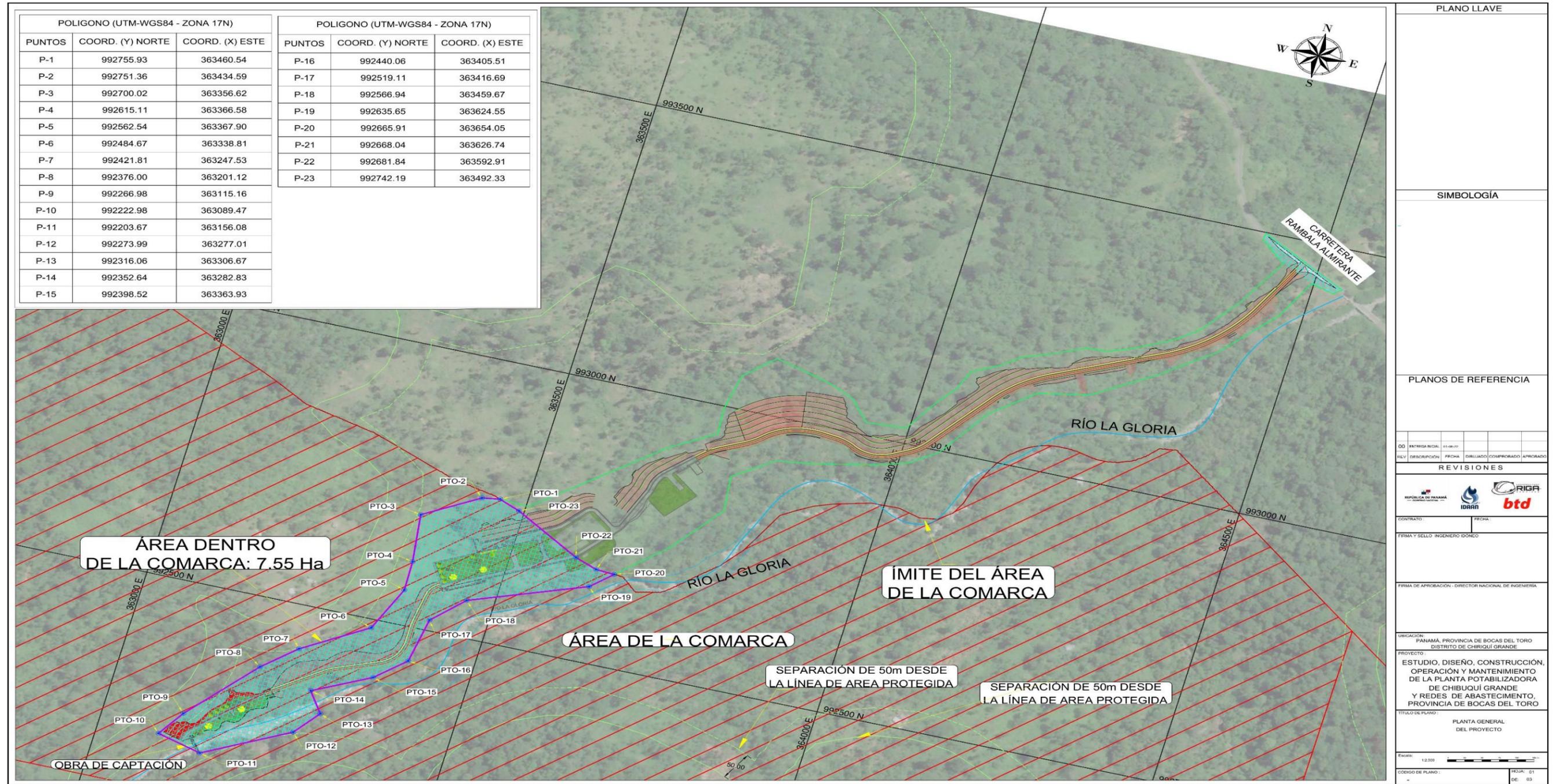
MAPAS DE LAS AREAS

Consultores: Lic., Yisel Mendieta / Registro N.º DEIA-IRC 079-2020, Celular N.º 65378184
Lic., Mgs. Isabel Murillo / Registro: N.º IRC-008-12

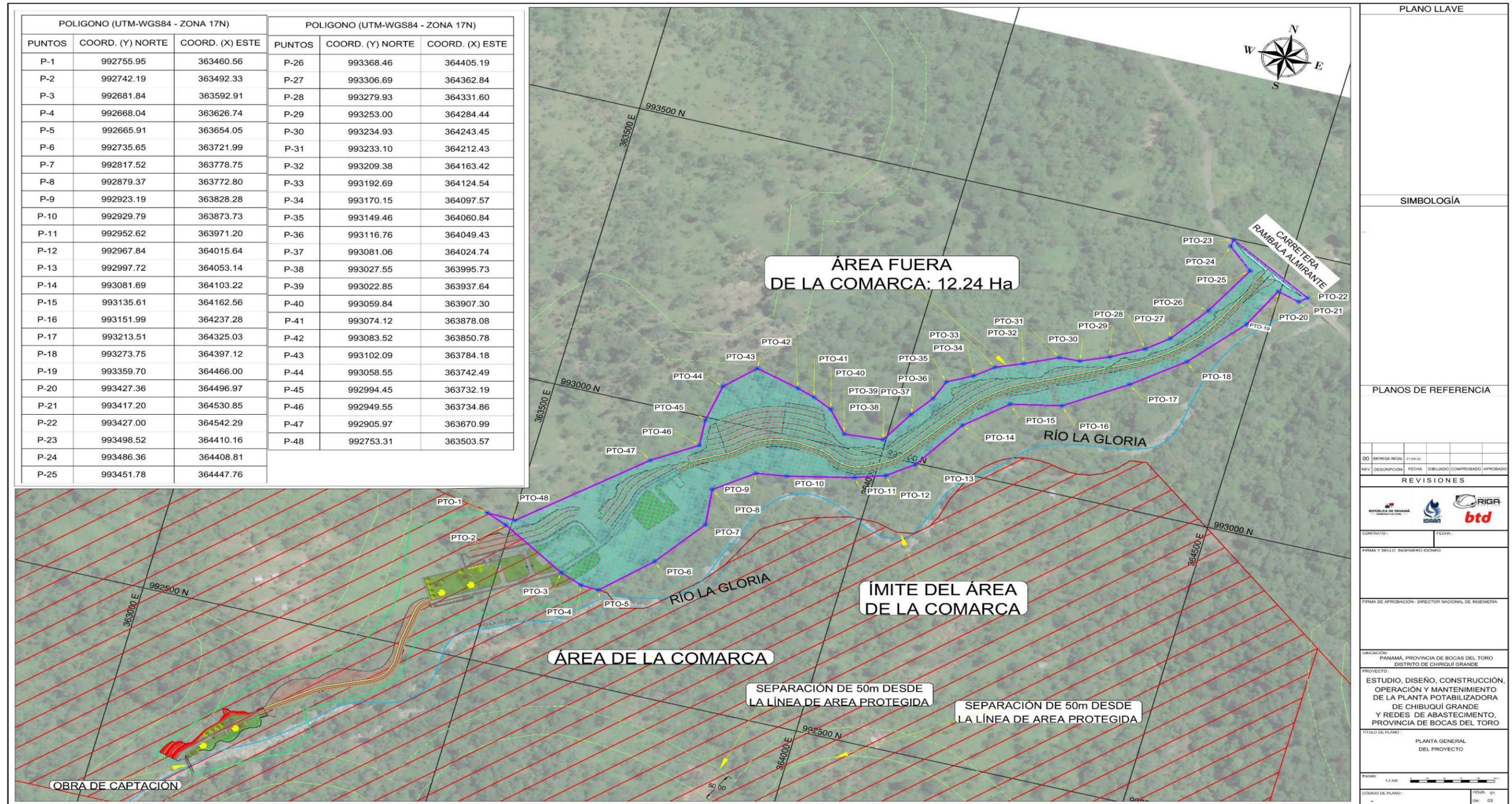
➤ AREA TOTAL DEL PROYECTO



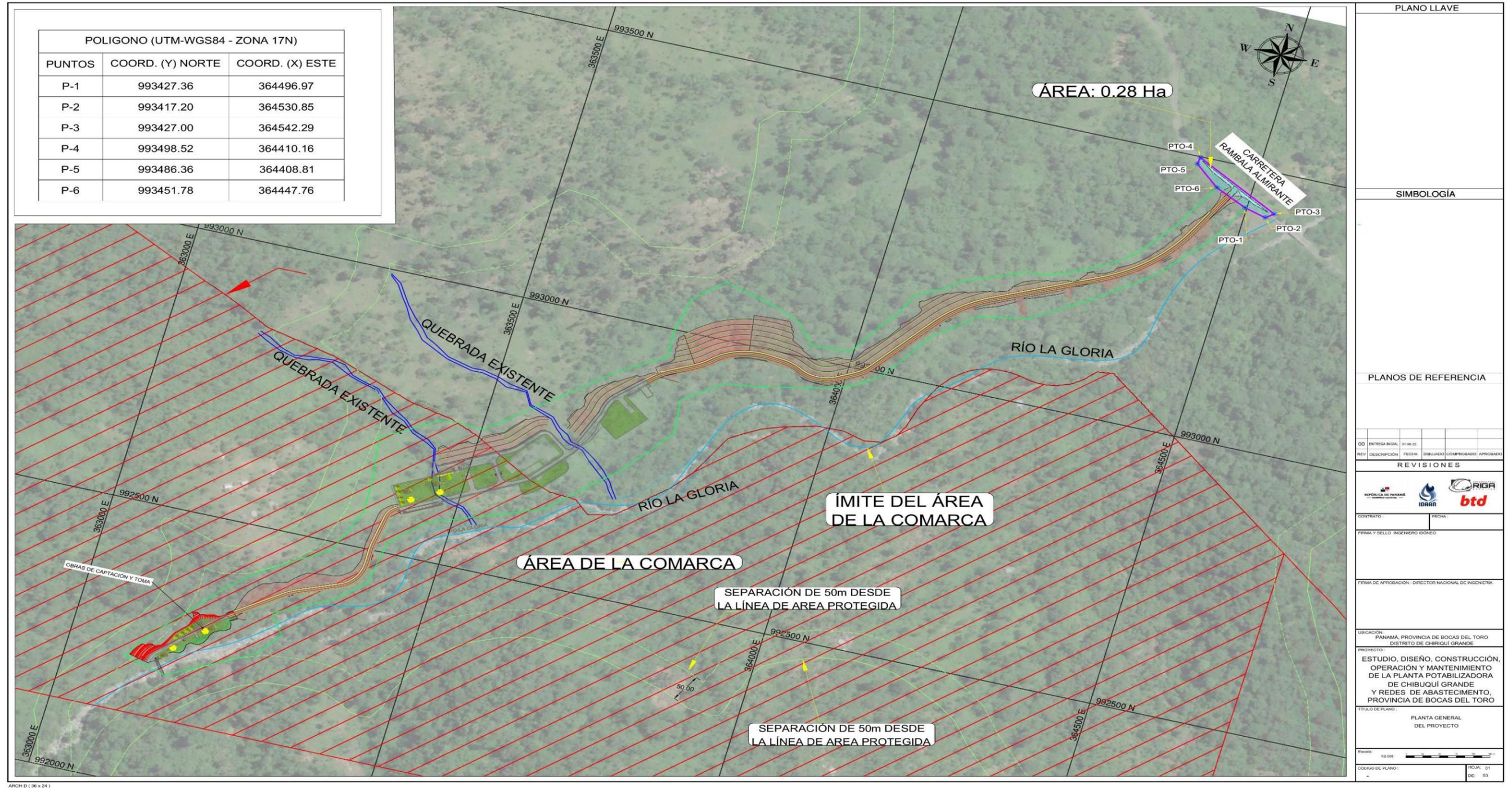
➤ AREA DENTRO DE LA COMARCA



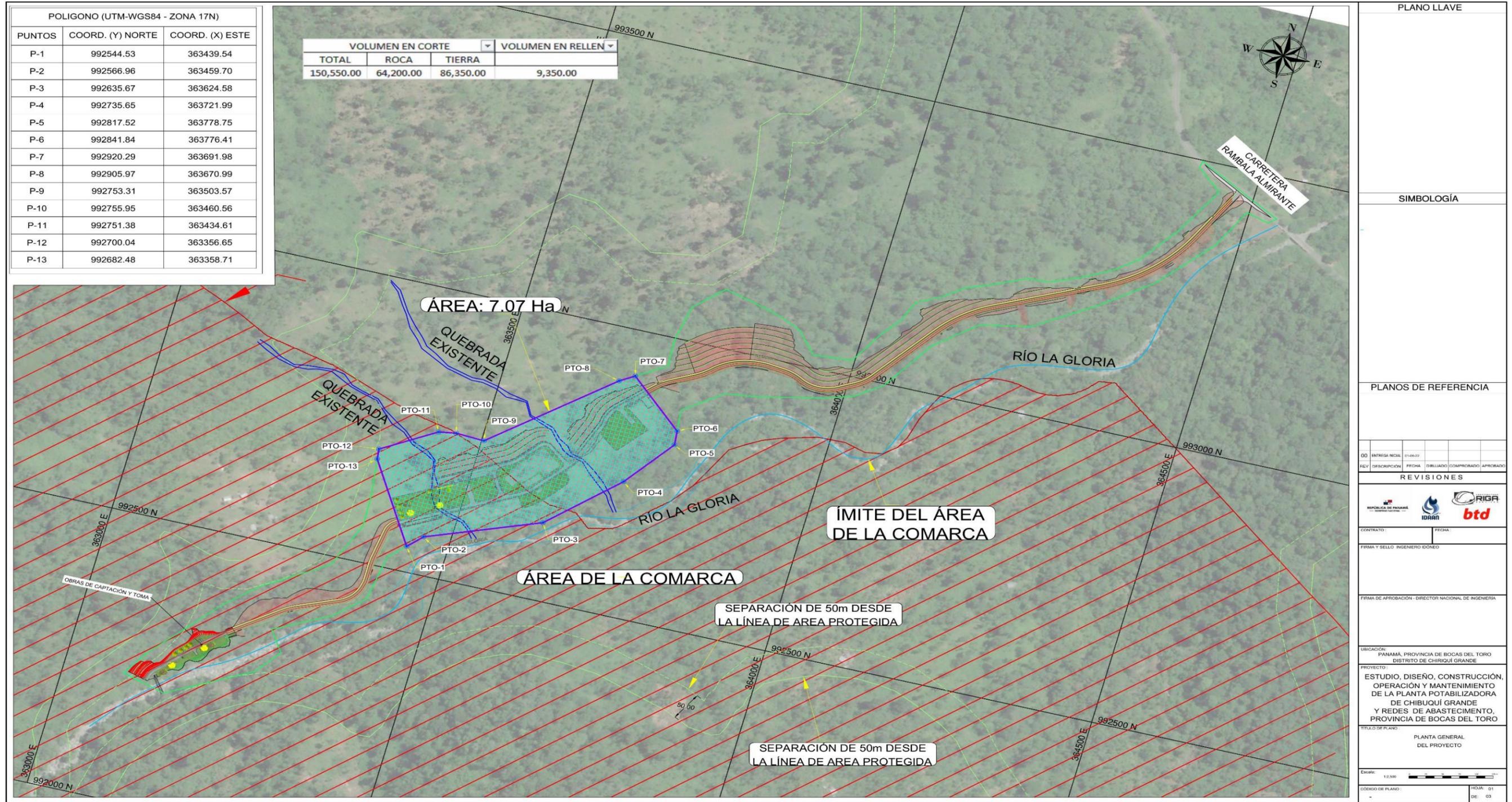
➤ AREA FUERA DE LA COMARCA



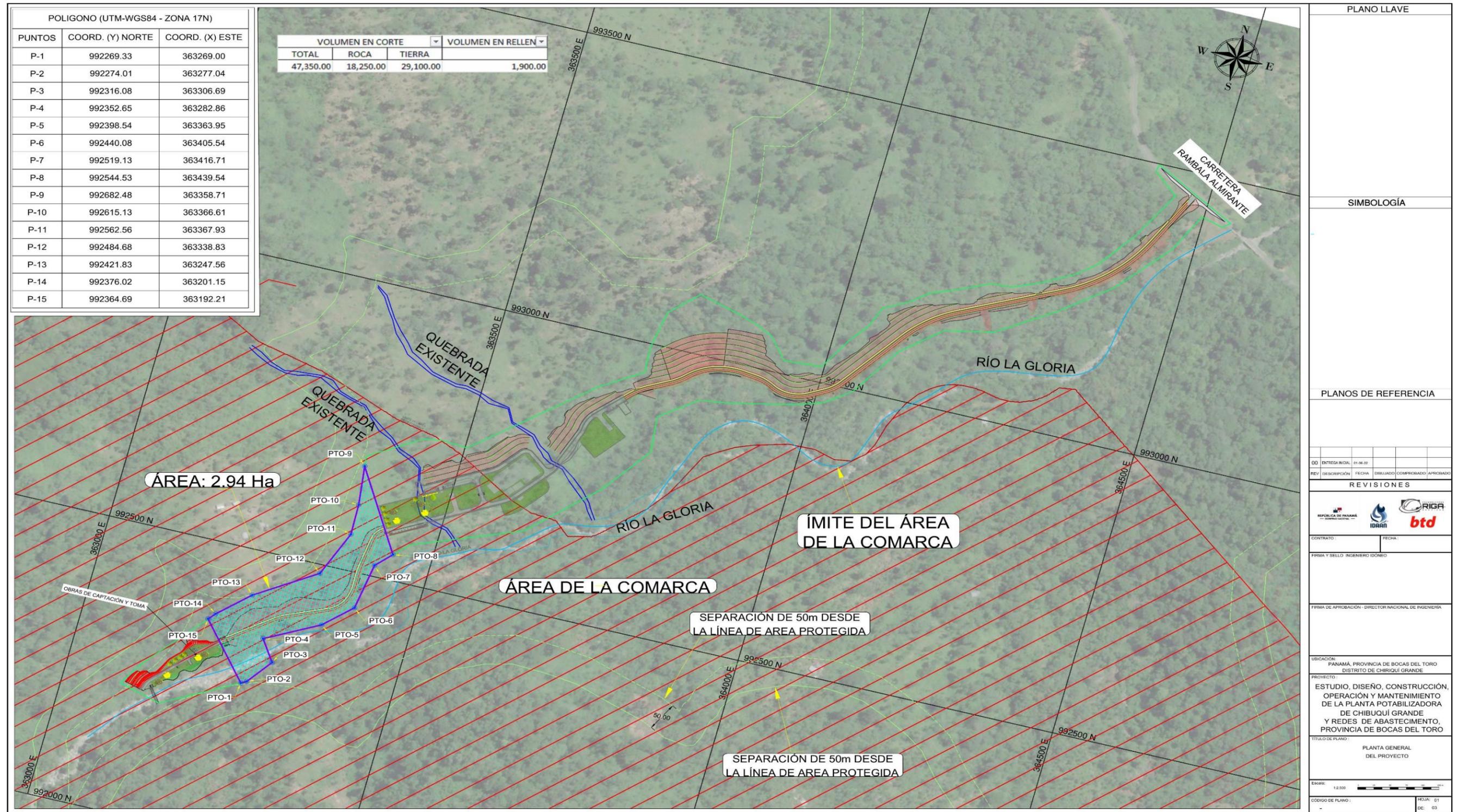
➤ PRIMER SEGMENTO O SECCION DE ASCESO



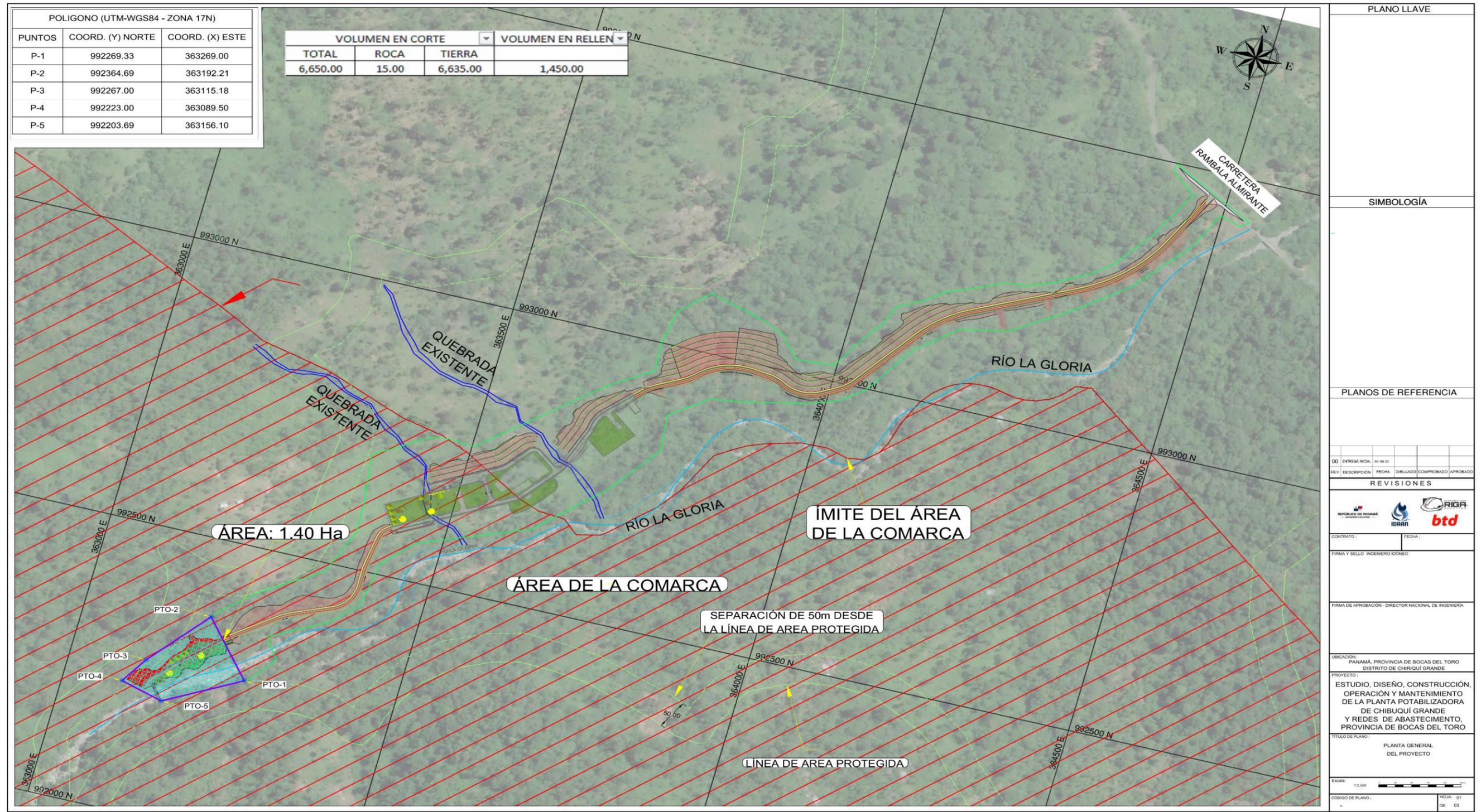
➤ TERCER SEGMENTO O SECCION DEL AREA DE LA PLANTA



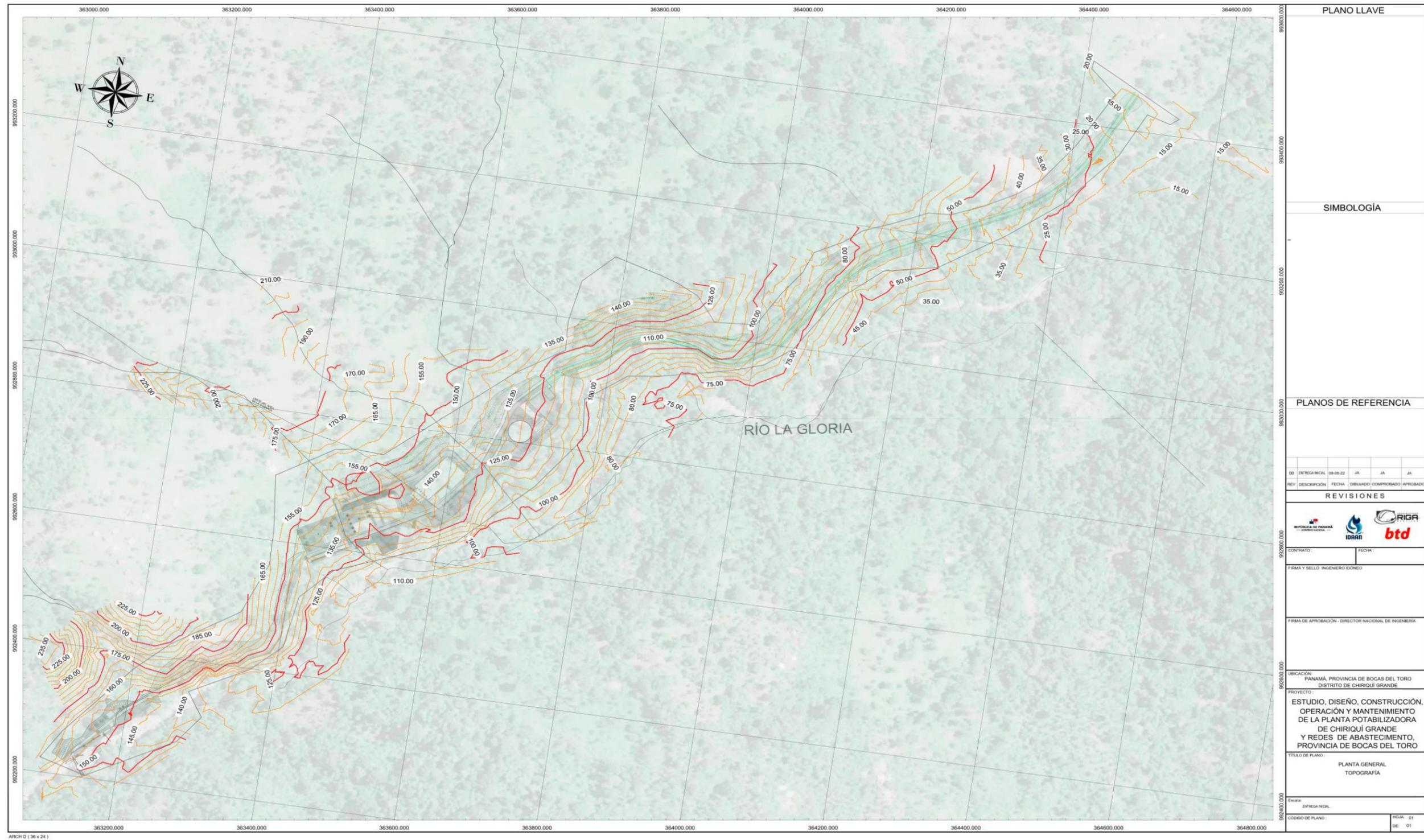
➤ CUARTO SEGMENTO O SECCION DEL AREA DE LA VIA DE LA PLANTA A LA TOMA



➤ QUINTO SEGMENTO O SECCION DEL AREA DE LA TOMA



➤ PLANO TOPOGRAFICO



Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II

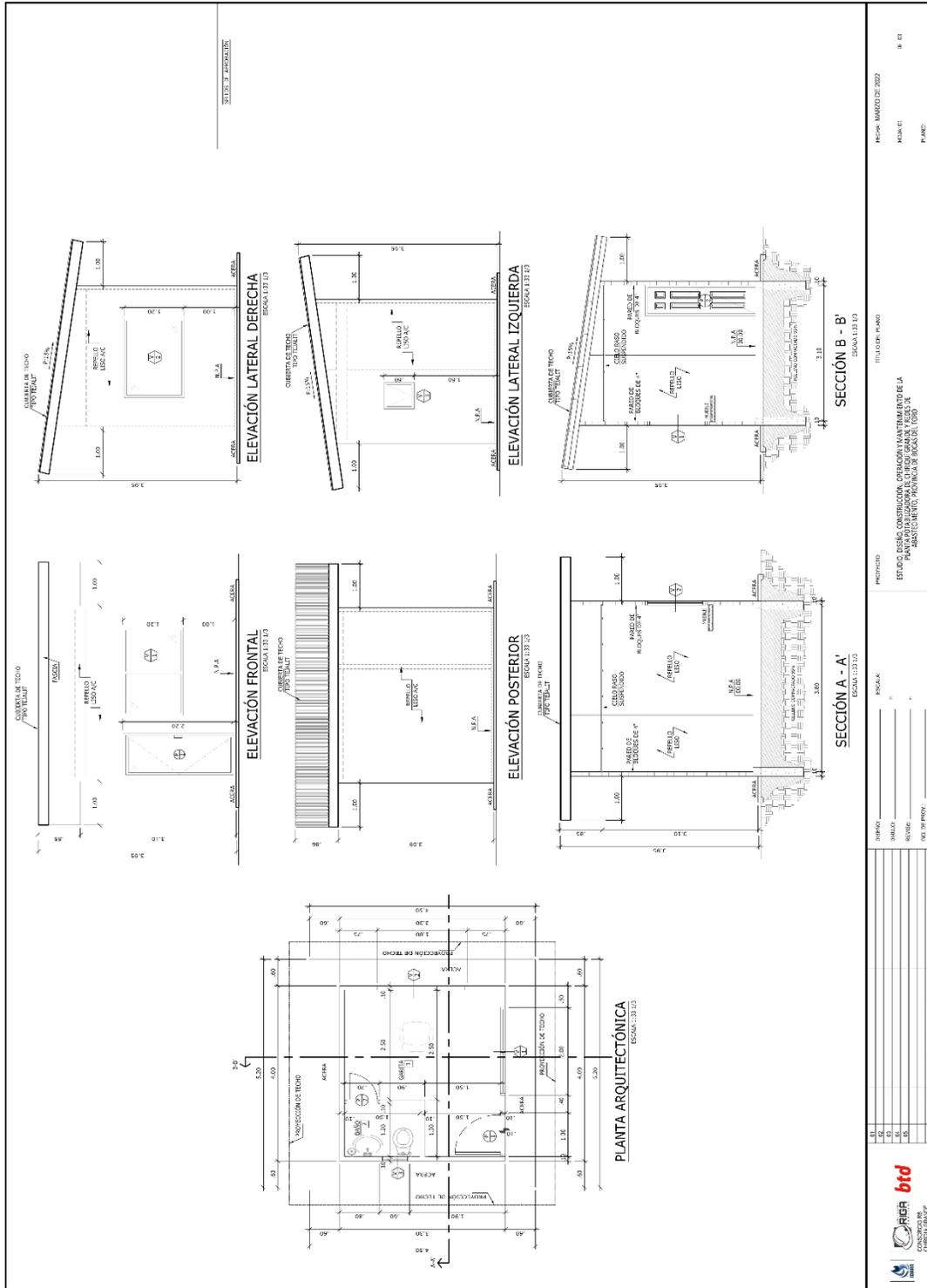
Proyecto: ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUI GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

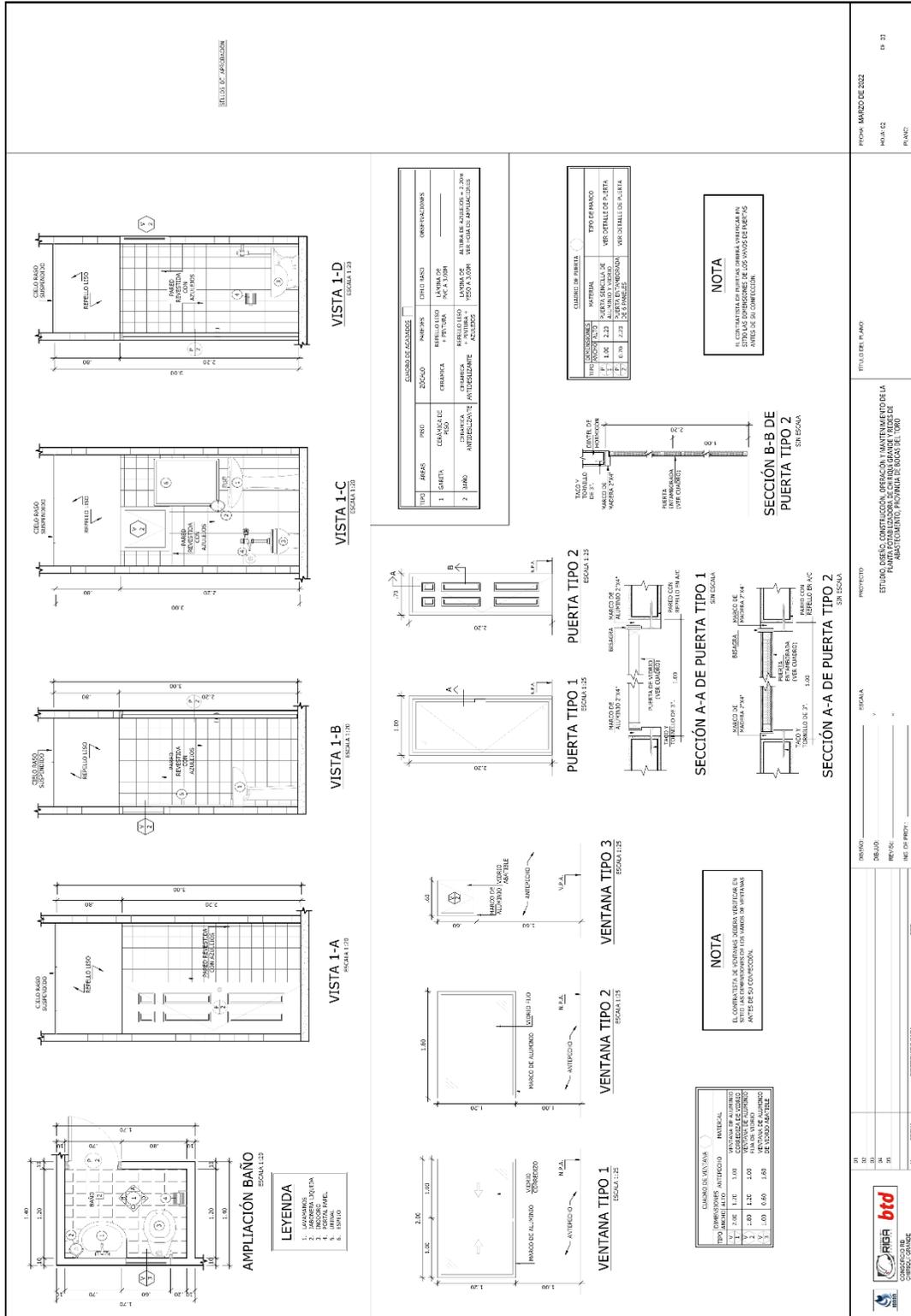
Promotor: INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NACIONALES.

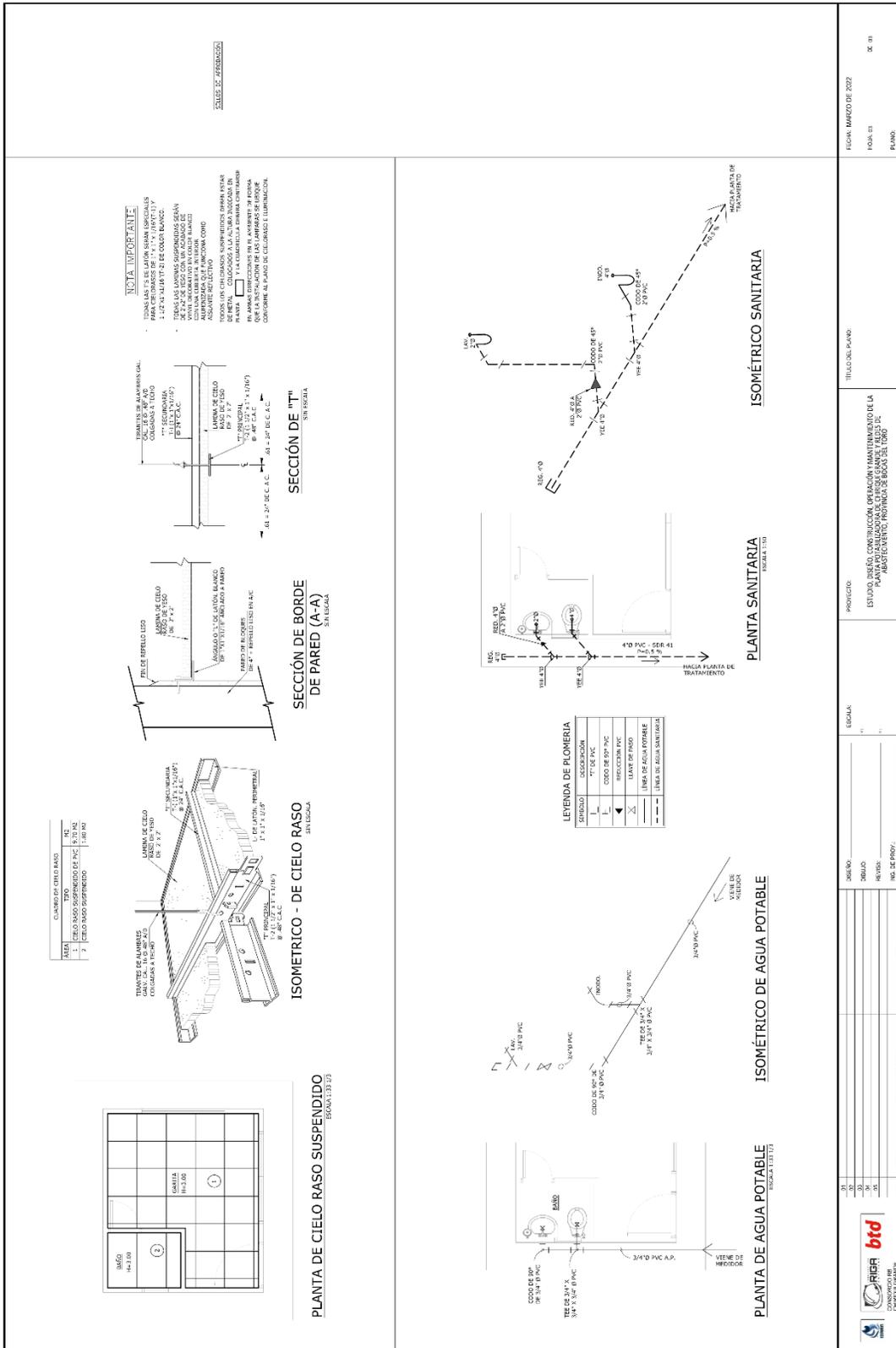
PLANOS DE INFRAESTRUCTURAS

Consultores: Lic., Yisel Mendieta / Registro N.º DEIA-IRC 079-2020, Celular N.º 65378184
Lic., Mgs. Isabel Murillo / Registro: N.º IRC-008-12

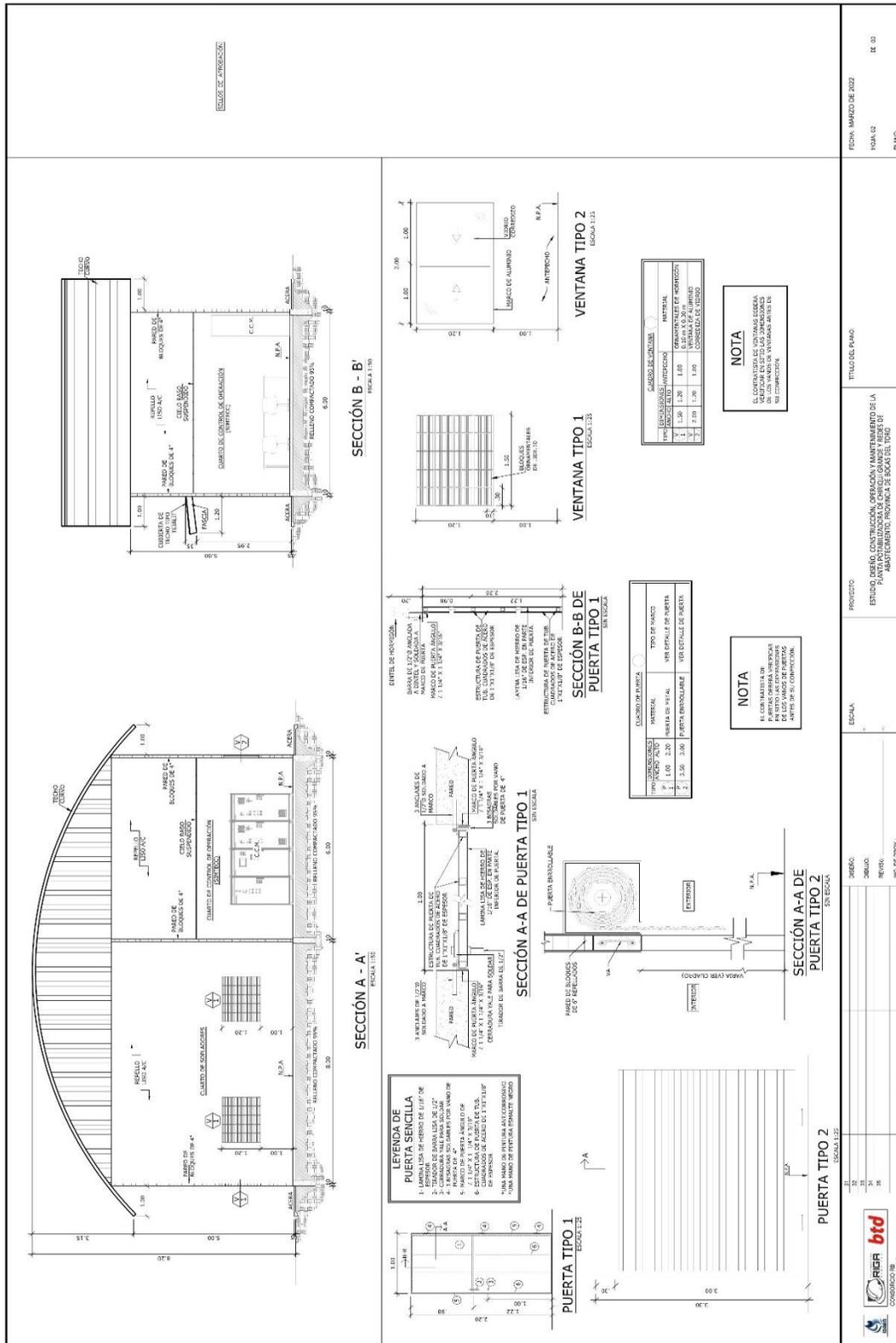
➤ CASETA DE SEGURIDAD



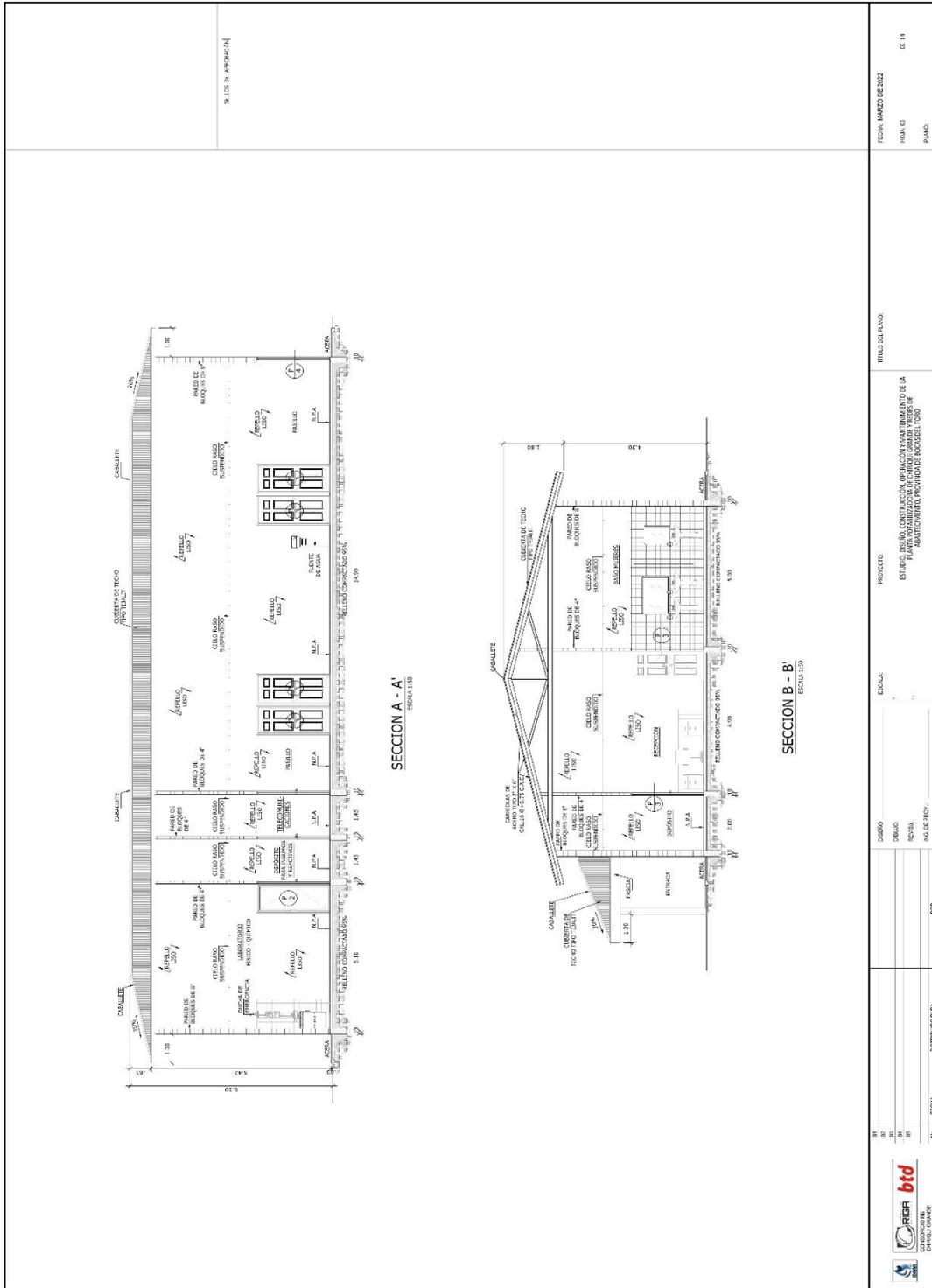




FECHA: MARZO DE 2022	FOJA: 03	DE: 01
TITULO DEL PLANO		
PROYECTO: ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO		
ESCALA:	SEÑAL:	INSTRUMENTO:
DISEÑO:	DIBUJO:	REVISOR:
ING. DE PROJ.:	ING. DE PROJ.:	ING. DE PROJ.:
PROYECTISTA:	ING. DE PROJ.:	ING. DE PROJ.:



➤ EDIFICIO DE ADMINISTRACION

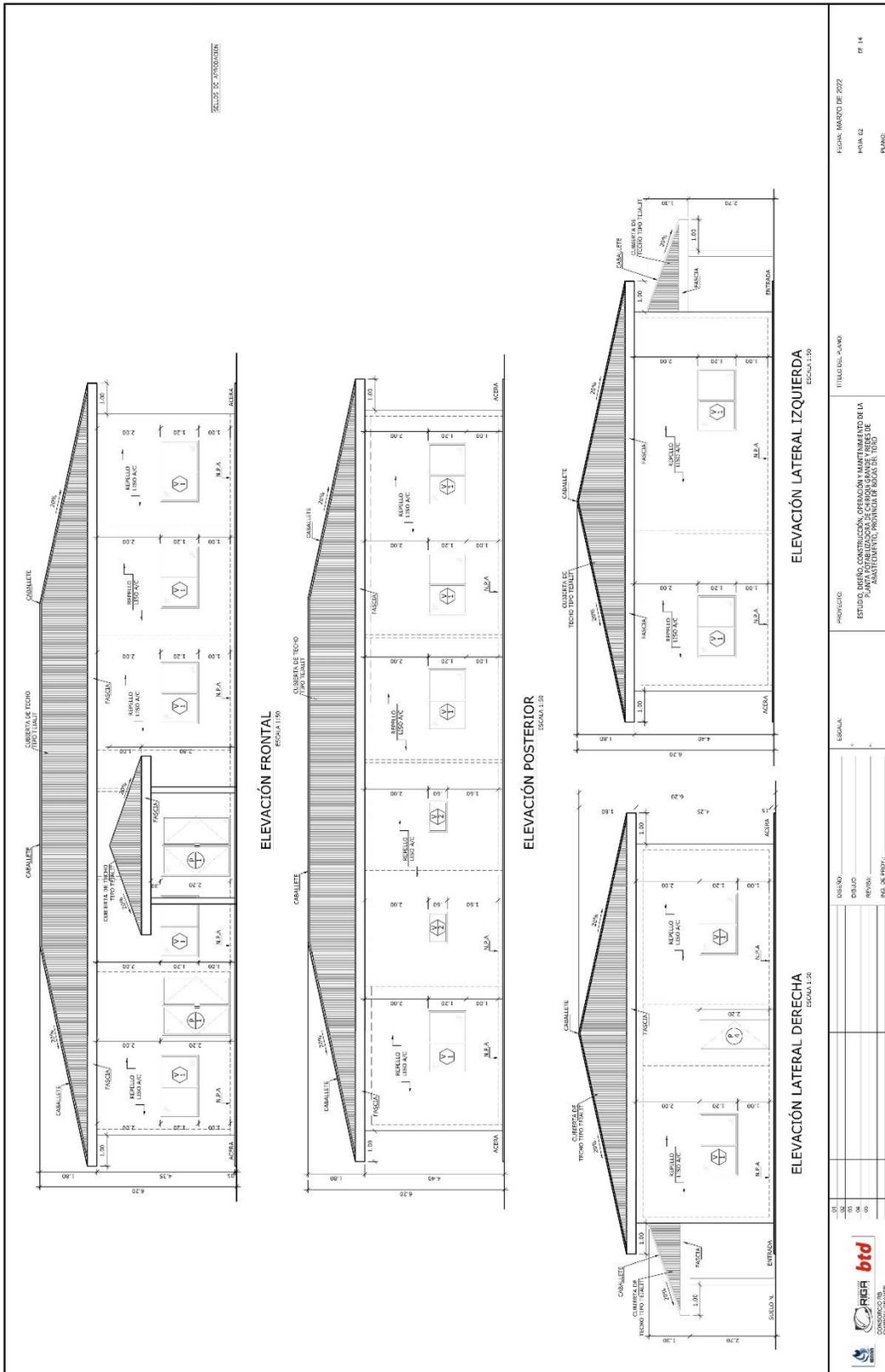


Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II

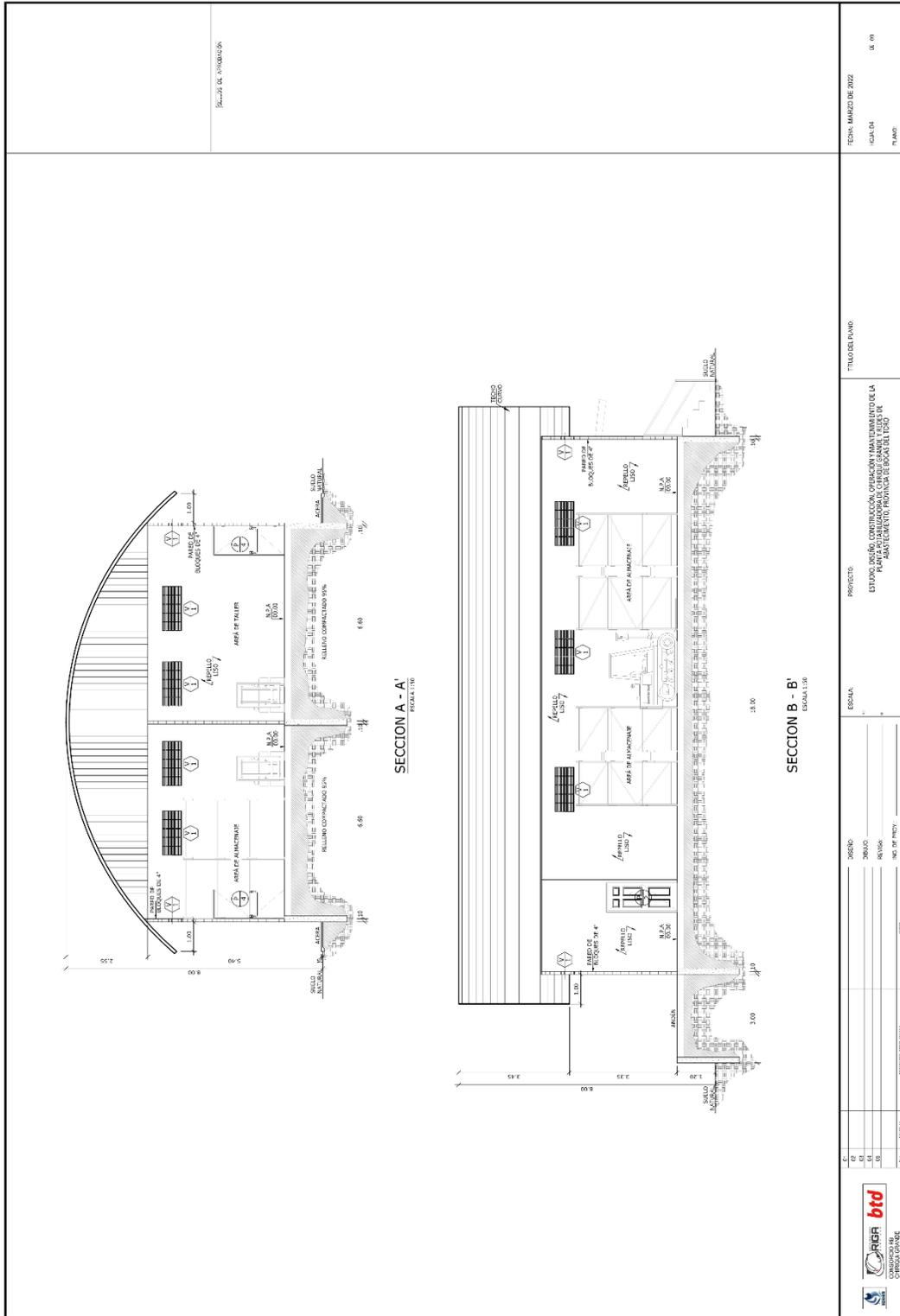
Proyecto: ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUI GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

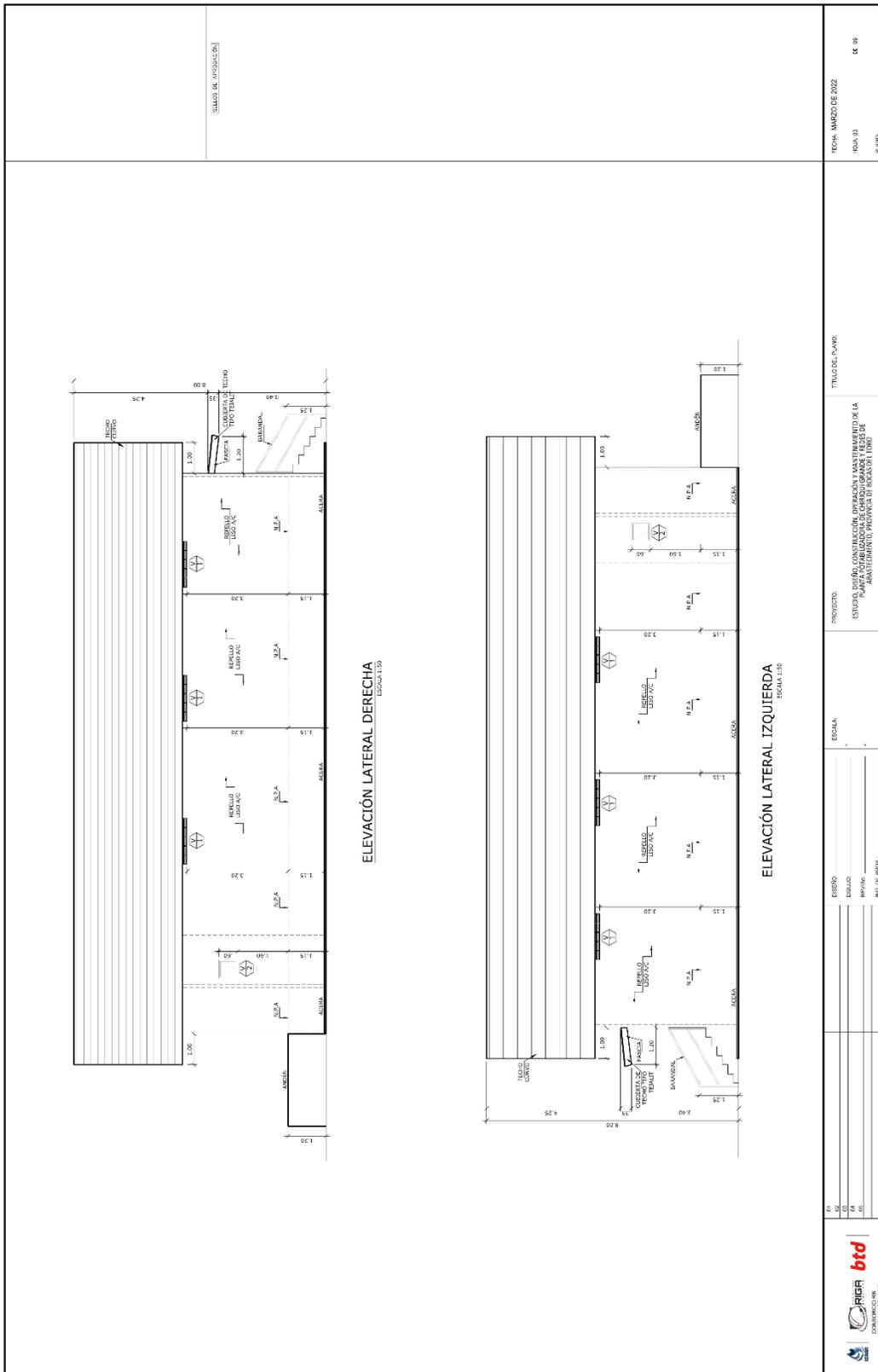
Promotor: INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NACIONALES.

Consultores: Lic., Yisel Mendieta / Registro N.º DEIA-IRC 079-2020, Celular N.º 65378184
Lic., Mgs. Isabel Murillo / Registro: N.º IRC-008-12

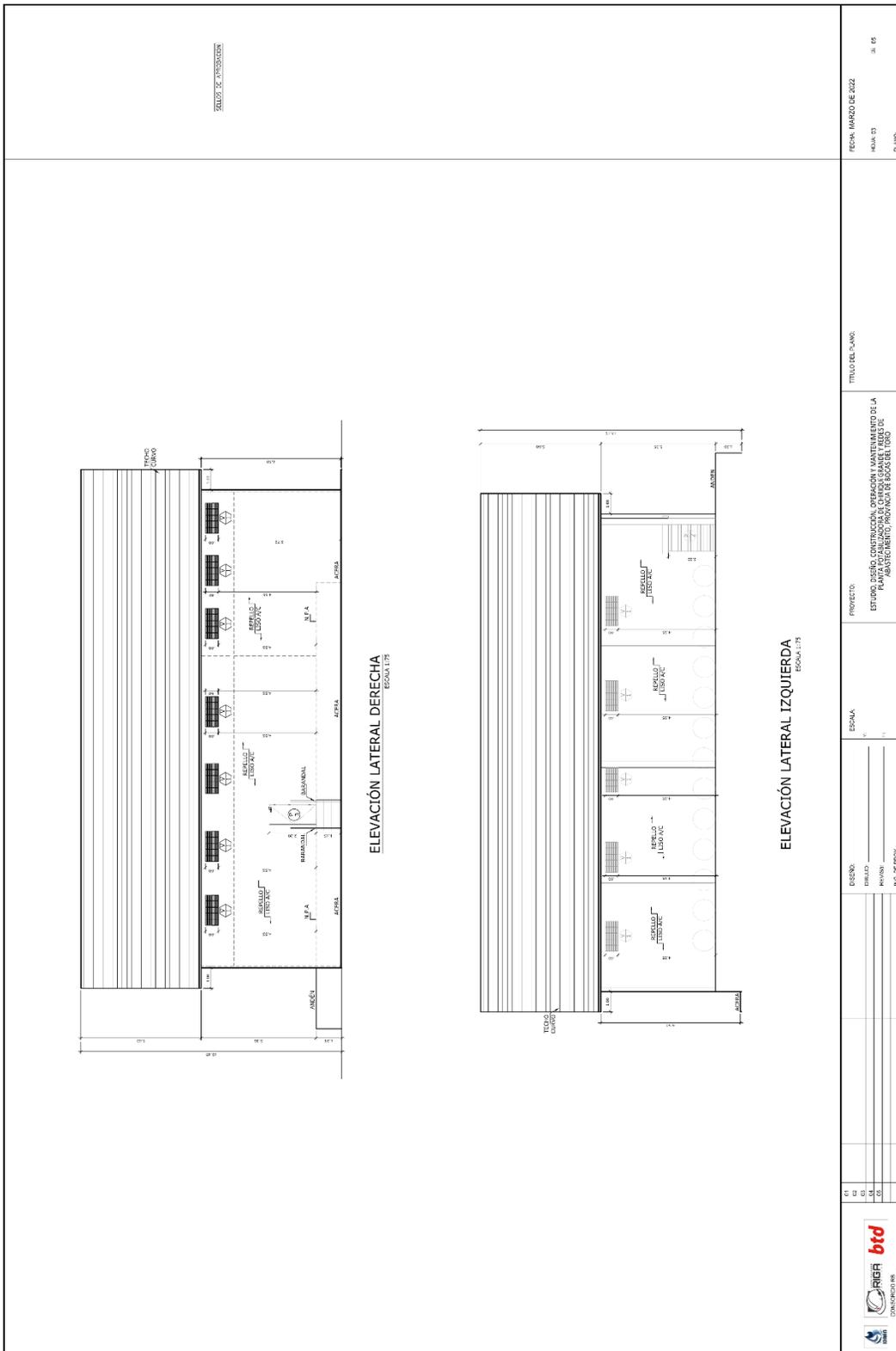


➤ EDIFICIO DE ALMACEN Y TALLER





Consultores: Lic., Yisel Mendieta / Registro N.º DEIA-IRC 079-2020, Celular N.º 65378184
 Lic., Mgs. Isabel Murillo / Registro: N.º IRC-008-12

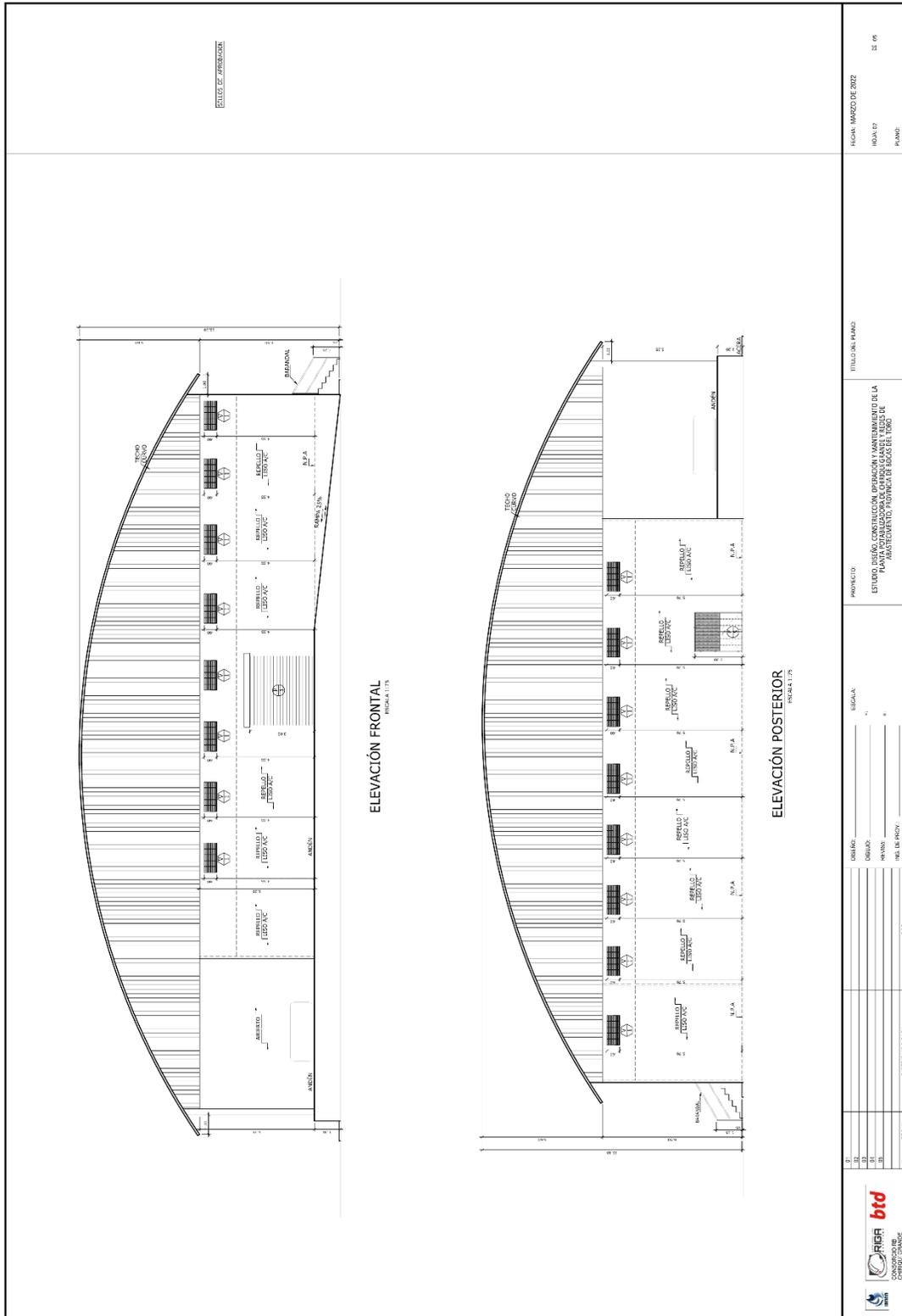


	DISEÑO: DIBUJO: REVISOR: NO. DE PROJ.:	ESCALA: 1/75	PROYECTO: ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUI GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO	TÍTULO DEL PLANO:	FECHA: MARZO DE 2022 HOJA 03 PLANO
--	---	-----------------	---	-------------------	--

Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II

Proyecto: ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUI GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

Promotor: INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NACIONALES.



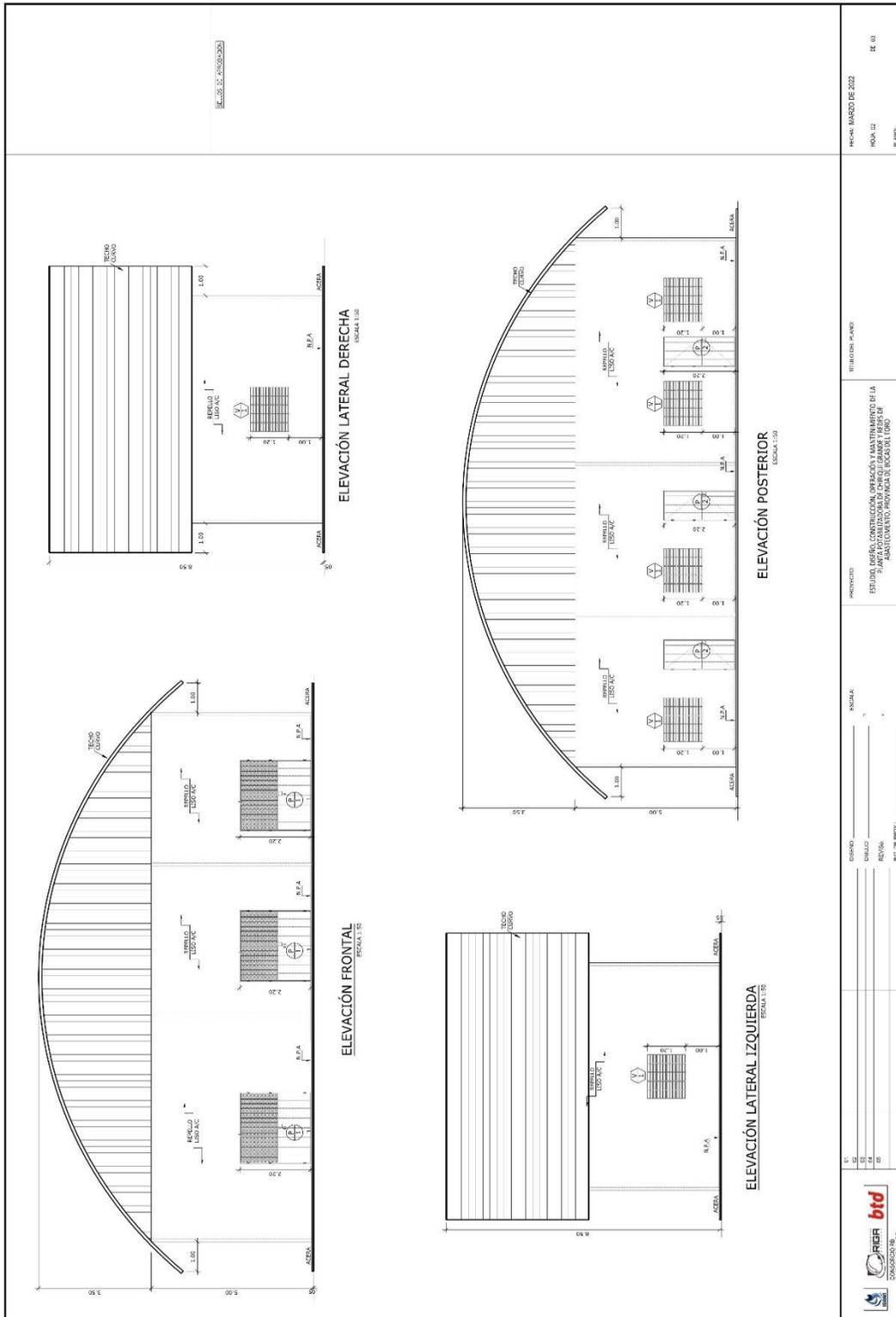
		FECHA: _____ ESCALA: _____ PROYECTO: _____	TÍTULO DEL PLANO: _____ PROYECTO: ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUI GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO	FECHA: MARZO DE 2022 HOJA: 02 PLANO:
N.º: _____ DISEÑO: _____ DIBUJO: _____ IMPRIMO: _____ HOJ. DE PROY.: _____	ESCALA: _____ N.º: _____ N.º: _____ N.º: _____			

Consultores: Lic., Yisel Mendieta / Registro N.º DEIA-IRC 079-2020, Celular N.º 65378184
 Lic., Mgs. Isabel Murillo / Registro: N.º IRC-008-12

Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II

Proyecto: ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUI GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

Promotor: INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NACIONALES.



	PROYECTO: ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUI GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO	FECHA: MARZO DE 2022 HOJA: 12 PLANO:
ESCALA: DISEÑO: REVISIÓN: ING. DR. PRIMO:	INGENIERO PLANO:	DE: 03 PLANO:

Consultores: Lic., Yisel Mendieta / Registro N.º DEIA-IRC 079-2020, Celular N.º 65378184
 Lic., Mgs. Isabel Murillo / Registro: N.º IRC-008-12

Estudio de Impacto Ambiental, Categoría II

Proyecto: ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUI GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

Promotor: INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NACIONALES.

DISEÑOS CONCEPTUALES DEL PROYECTO

Consultores: Lic., Yisel Mendieta / Registro N.º DEIA-IRC 079-2020, Celular N.º 65378184

Lic., Mgs. Isabel Murillo / Registro: N.º IRC-008-12



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE

Doc. N°: 20220301

Revisión: 01 Fecha: 23/03/2022

Realizado	Comprobado	Aprobado
Ing. PLADES	Ing. PLADES	Ing. PLADES



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE





INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE



REGISTRO DE CAMBIOS

REV.	FECHA	SECCIÓN / PARRAFO AFECTADO	INICIO DEL DOCUMENTO / RAZONES DEL CAMBIO
01	029/03/2022	TODO EL DOCUMENTO	Entrega Inicial, Conceptual



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO



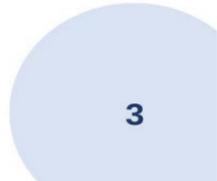
DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE

ÍNDICE

Índice	3	8.3.2 Vialidad	16
1 Introducción	5	8.3.3 Emplazamiento de Edificios.....	16
2 Descripción General del Proyecto	5	8.3.4 Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP).....	17
3 Localización General del Proyecto	5	8.3.5 Sistema de Agua Potable	21
4 Estudios Previos	6	8.3.6 Sistema de Alcantarillado Sanitario	22
5 Condiciones Geotécnicas	6	8.3.7 Sistema Contra Incendio.....	22
6 Condiciones Topográficas	7	8.3.8 Electricidad y Telecomunicaciones	23
7 Condiciones hidrológicas e Hidráulicas	7	8.3.9 Telemetría	25
7.1 Cuencas de drenaje.....	7	8.3.10 Tanque de reserva	25
7.2 Análisis Estadístico de Caudales del Río la Gloria	8	8.3.11 SCADA	25
8 Componentes del proyecto	9	8.3.12 Selección de Válvulas	25
8.1 Área de Captación y Toma de Agua Cruda.....	9	8.3.13 Drenaje	26
8.1.1 Galería y Toma de Manantial	11	8.4 Área entre la PTAP y la vía principal	26
8.1.2 Drenaje Superficial	11	8.4.1 Descripción de la Vía	26
8.1.3 Vía.....	11	8.4.2 Sección Típica	27
8.1.4 Estabilidad de Taludes.....	11	8.4.3 Estabilidad de Taludes	27
8.1.5 Urbanismo	11	8.4.4 Pavimento	27
8.1.6 Electricidad y Telecom.....	12	8.4.5 Drenaje	27
8.1.7 Agua potable	12	8.4.6 Postes e Iluminación	27
8.1.8 Alcantarillado Sanitario.....	12	9 Resoluciones Aplicables y Reglamentos	27
8.2 Área de la Vía entre la toma y Planta	12	9.1 Compendio de Normas Técnicas utilizadas en el IDAAN	27
8.2.1 Descripción de la Vía	13	9.2 Normas sobre Agua Potable	28
8.2.2 Sección Típica.....	13	9.3 Normas sobre Aguas Servidas	28
8.2.3 Estabilidad de Taludes.....	13	9.4 Normas sobre Protección y Control Ambiental	28
8.2.4 Pavimento	13	9.5 Normas sobre tuberías para sistemas de Agua Potable y Alcantarillados Sanitarios	28
8.2.5 Drenaje.....	13	9.6 Normas para construcción de Elementos Estructurales Metálicos, Torres de Metal, Tuberías y Tanques de Acero	28
8.2.6 Tubería de Aducción	14	9.7 Normas para Obras Civiles e incluyendo las reparaciones de Pavimento de Hormigón y Asfalto	28
8.2.7 Postes e Iluminación.....	15	9.8 Normas para fundiciones de Hierro	29
8.3 Área de la Planta de tratamiento de agua potable	15	9.9 Normas para Sistema contra Incendio	29
8.3.1 Condiciones geotécnicas.....	16		



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE





INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE



10 Anexos.....	29
10.1 Informe Descriptivo del Sistema Electrico y Telecomunicaciones	29
10.2 Informe de Evaluación de Estabilidad de Taludes	29
10.3 Memoria de Cálculo Procesos	29
10.4 Informe Técnico de Selección de Válvulas	29
10.5 Informe de Red de Distribución de Agua Potable	29
10.6 Informe de Red de Alcantarillado Sanitario	29
10.7 Informe del Drenaje Pluvial	29
10.8 Informe de Vialidad.....	29
10.9 Informe de la Red Exterior de Agua de Sistema Contraincendios.....	29
10.10 Informe de Zanja Para Instalación de Tubería	29
10.11 Memoria del Sistema SCADA.....	29
10.12 Memoria de Cálculos de las Soluciones, Reacciones Químicas y Cantidades de Uso - Manual Operativo para Uso de los Operadores de la Planta	29
10.13 Informe de Procesos y Operaciones Unitarias	29
10.14 Informe de Selección del Proceso de Evacuación y Disposición de Lodos	29
10.15 Informe descriptivo de Redes de Químicos	29
10.16 Estudio de Sedimentabilidad	29



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

CAPÍTULO

1 INTRODUCCIÓN

El Consorcio BTD-Riga Services ha sido contratado para desarrollar el “Estudio, Diseño, Construcción, Operación y Mantenimiento de la Planta Potabilizadora de Chiriquí Grande y Redes de Abastecimiento, Provincia de Bocas de Toro”. Como parte de estos servicios, se está definiendo el proceso de potabilización de la planta. Este proceso se analiza en conjunto con el diseño conceptual de las obras de toma y captación, línea de aducción, vía de acceso de la toma a la planta y de la planta a la vía principal. También se presenta el desarrollo de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) que incluye la terracería, urbanismo, unidades de tratamiento, sistema de agua potable, alcantarillado sanitario (incluyendo su PTAR), alcantarillado pluvial, electricidad, telecomunicaciones, SCADA para la planta, iluminación, vialidad, tanque de almacenamiento y sistema contra incendio. El presente informe define el concepto hasta la entrada de los edificios, pero no incluye los mismos (que se presentan de manera separada en otro documento).

2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La PTAP Chiriquí Grande será construida para producir 5 MGD (0.22 m3/s) de agua potable. Para lograr este caudal de suministro, se ha estimado el requerimiento de 5.5 MGD (0.24 m3/s) de agua cruda a la entrada de la planta. Según las proyecciones de población suministradas, los requerimientos de agua cruda y agua tratada son las siguientes:

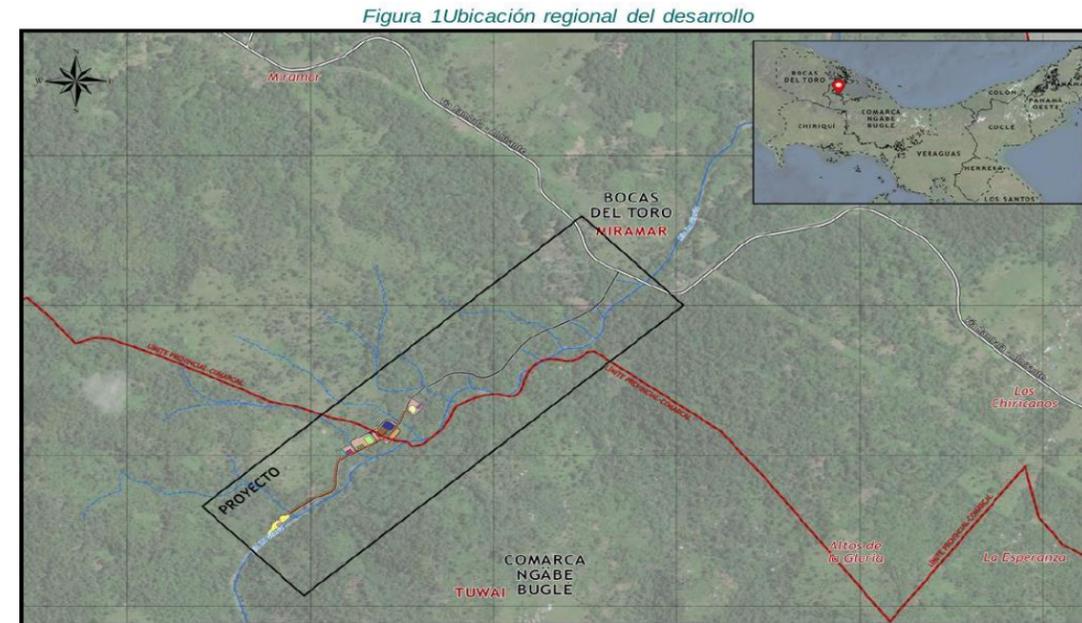
Tabla 1 Caudal de agua cruda y agua tratada

CAUDAL DE DISEÑO			
Sitio	gal/día	m3/d	m3/h
Caudal de la PTAP	5.000.000	18.927	789
Caudal de Diseño de la toma	5.500.000	20.82	867

De acuerdo con el Estudio Hidrológico presentado y aprobado por IDAAN, el caudal mínimo del río (para una serie de 37 años) es de 7.76 MGD (0.34 m3/s). El caudal ecológico estimado por el estudio es de 3 MGD (0.131 m3/s). Aunque el caudal del río siempre superará los 5.5 MGD requeridos por la planta, los requerimientos del caudal ecológico podrían condicionar el caudal de suministro después del año 27 de operación. Se prevé, que después de ese año se tenga disponibilidad del caudal un 99.1% del tiempo Verificar con 0.38 m3/s.

3 LOCALIZACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Este desarrollo está ubicado una parte en la Provincia de Bocas del Toro, distrito de Chiriquí Grande, Corregimiento de Miramar En la siguiente figura se presenta la ubicación regional del proyecto y otra parte ocupará el área de la Comarca Ngöbe Buglé.



Dentro del proyecto se han hecho divisiones para el desarrollo de los distintos componentes de manera conceptual, estos componentes se describen más adelante en este documento. Las áreas son las siguientes:

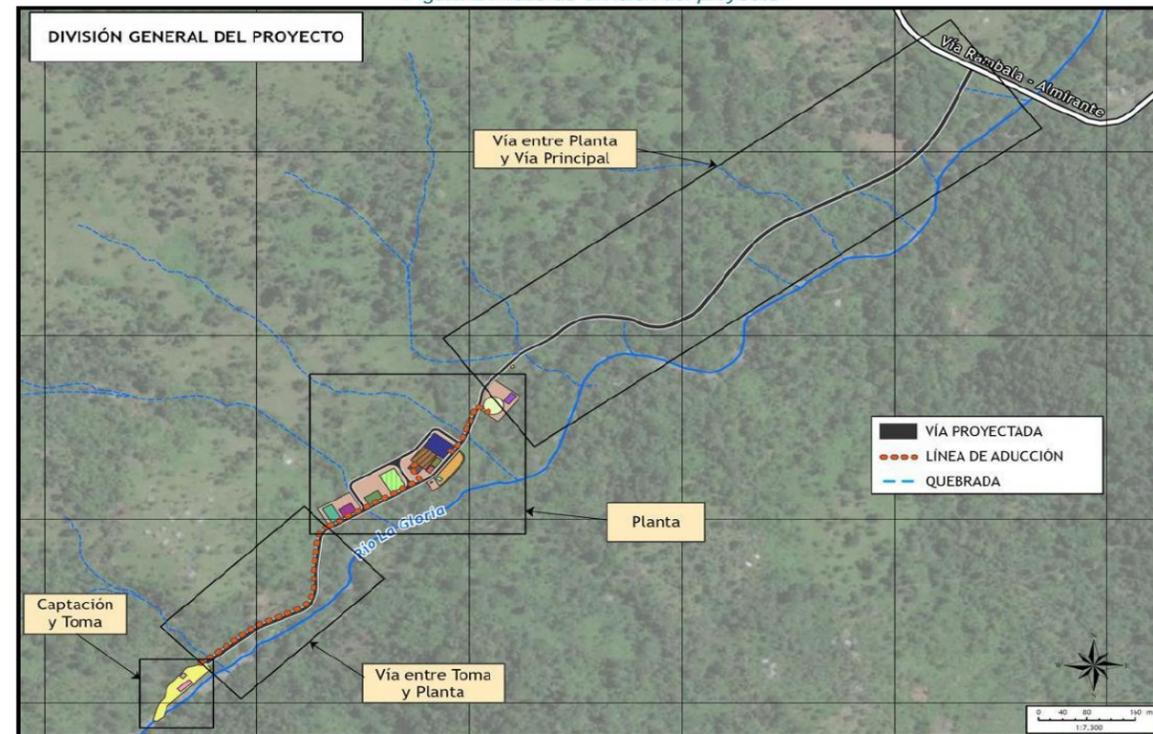
- Área captación y toma
- Área de la Vía entre la toma y Planta
- Área de la Planta de tratamiento de agua potable
- Área entre la PTAP y la vía principal

En la siguiente figura se presentan las áreas en las que se divide el proyecto:



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

Figura 2 Áreas de división del proyecto



4 ESTUDIOS PREVIOS

Se ha realizado diferentes estudios que se han tomado como base para el diseño conceptual y que están utilizados en las siguientes etapas. Estos se han revisado a detalle y se han solicitado algunos análisis extras para complementarlos. Los estudios suministrados son:

- Proyecciones de Población, Demanda y Consumo.
- Estudio Hidrológico
- Estudio Hidrogeológico
- Estudio de Factibilidad

- Estudio de Sedimentabilidad
- Calidad de Agua
- Estudios Topográficos
- Estudios Geotécnicos

El Consorcio ha realizado tres estudios de calidad de agua en el río cercanos al área de la toma. Estos estudios han sido realizados el 16/09/2020, el 31/03/2021 y 02/03/2022. Los resultados muestran valores de turbiedad entre 0.6 y 2.1 NTU. El río tiene características fisicoquímicas y biológicas que permiten que el agua sea tratada mediante una planta de filtración rápida completa y la debida desinfección.

El estudio de sedimentabilidad para el agua cruda (que se anexa a este documento) ha permitido identificar el tamaño de las partículas que pueden ser transportadas por el río durante las crecidas. Mediante el hec-ras se ha hecho la modelación del transporte de sedimentos. Este modelo permite establecer el material grueso que quedará en el área del punto de captación y aguas arriba (previéndose requerimientos de mantenimiento en la captación) además de los materiales que quedarán en el desarenador y finalmente aquel que pasará a la planta para ser floculado, coagulado y filtrado como parte del tratamiento en la planta de filtración completa.

Para el diseño de la planta se tomarán los límites de turbiedad establecidos por el documento OPS/CEPIS/PUB/04.109 Tratamiento de Agua para Consumo Humano. Plantas de Filtración Rápida, Manual I: Teoría Tomo I, Capítulo 3 Procesos Unitarios y Plantas de Tratamiento, Cuadro 3-1 página 112.

5 CONDICIONES GEOTÉCNICAS

Tomando en cuenta el mapa geológico de Panamá, se destaca dentro del marco litológico, en el área de estudio que se muestra en la siguiente figura se pueden encontrar rocas pertenecientes a los siguientes grupos y formaciones:

- Grupo Cañazas, Formación Virigua (TM-CAvi), compuesta por Andesitas, basaltos. Brechas, tobas, bloques, sub-intrusivos, diques-swarns, sedimentos volcánicos.
- Grupo Tabasará, Formación Guayabito (TMPL-TAgy), compuesta por granodiorita y Monzonitas.

Estos materiales descritos anteriormente se basan en el Mapa Geológico de Panamá que se muestra en la siguiente figura:



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

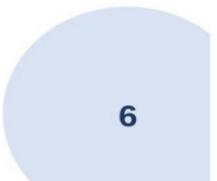
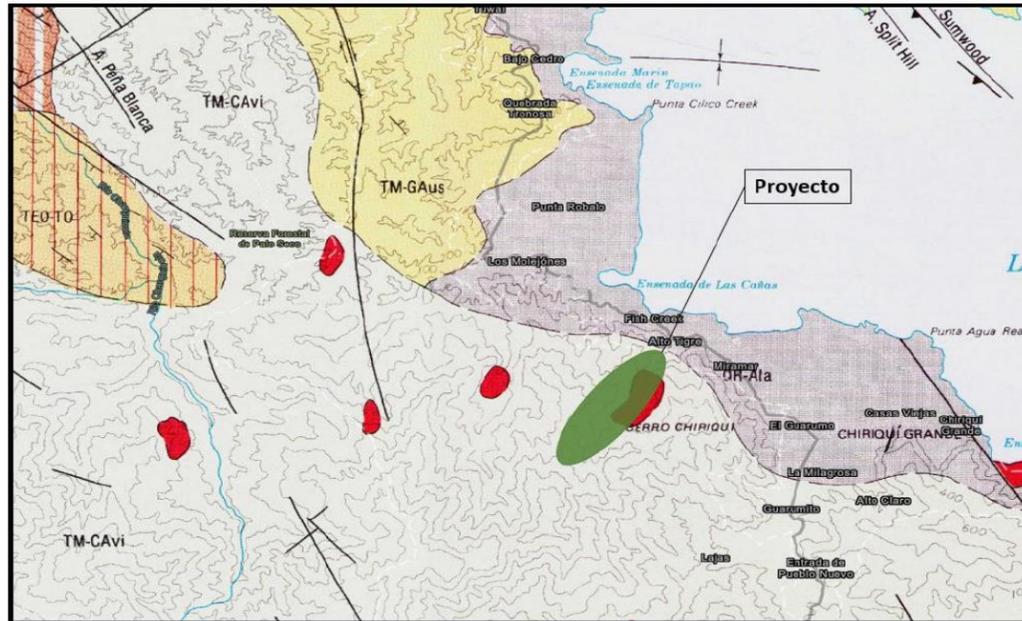


Figura 3. Mapa Geológico de Panamá, del Ministerio de Comercio e Industrias. Escala 1:250,00. Fuente: <https://www.arcgis.com/apps/mapviewer/index.html?layers=fba7da0e34e34d97bb6c79586c1fec1a>



Los estudios geotécnicos realizados en la zona junto con la geofísica del estudio hidrogeológico muestran que, en general, el primer estrato se compone de 0.10 metros de capa vegetal, seguido por un estrato de suelo clasificado como limo arenoso con presencia de Boulder (en el área de la Toma) y limo arcilloso en el resto de las áreas del proyecto. Este estrato tiene espesores entre 1.20 a 5.45 metros de plasticidad media a baja, contenido de humedad media, consistencia de medianamente firme a dura.

En el área de la Plata de tratamiento (PTAP) sigue un estrato de aproximadamente 1 metro de espesor clasificado como arenas arcillosas y gravas limosas, de consistencia dura y humedad y plasticidad media.

Seguido de los estratos anteriormente mencionados se dieron rechazos (50 golpes en el SPT) y, aunque hay que confirmar la información con sondeos propuestos, se estima por los resultados de la geofísica que a partir de ese estrato se encuentran roca fracturada saturada y en algunas zonas como lo son en el acceso a toma y en la toma se encuentran afloramientos de roca sana.

De manera general, las consideraciones antes mencionadas son la base del pre-dimensionamiento de los componentes del proyecto.

El estudio hidrogeológico (que se anexa al documento) ha permitido prever las principales capas de material hasta la roca previéndose roca fracturada con altos componentes de humedad. Estudios geofísicos adicionales que han sido llevados adelante por el Consorcio permiten ver que esta condición se extiende a todo lo largo del proyecto considerándose que por las fracturas corre agua subterránea que deberá ser considerada para las soluciones de terracerías y para la captación y toma

6 CONDICIONES TOPOGRÁFICAS

La topografía en el emplazamiento de la vía de acceso, PTAP y toma es accidentada por estar en un área montañosa. Las elevaciones varían entre 17m y 160m. Este contorno obliga a la realización de movimiento de tierra principalmente en corte para garantizar la estabilidad de las estructuras. Se están asumiendo taludes entre 1.5H:1V en corte y 2H:1V en relleno. Se emplean banquetas de 2.00m y 3m de ancho con los respectivos canales y protección que garanticen el desalojo de las aguas y la estabilidad.

Estos valores serán ajustados en una primera etapa en base a la geofísica. Como parte del paquete del diseño conceptual se presenta un plan de geotecnia que debe ser desarrollado parcialmente antes de terminar la etapa de diseño y otra parte mientras se desarrolla la obra. Los planos finales quedarán con esa condicionante de verificación de condiciones del suelo y que, de ser necesario, serán ajustados en obra.

7 CONDICIONES HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS

Para el sistema de drenaje pluvial se ha realizado primeramente el análisis hidrológico de las cuencas de drenaje de la zona del proyecto y se han detectado los cruces de cauce que se generan desde la Toma de agua cruda hasta la conexión con la vía principal. Estos cruces que se generan fueron analizados tomando en cuenta información topográfica suministradas tanto de levantamiento topográficos en campo suministrados por el Contratista como también información suministrada en digital de las curvas de nivel de Tommy Guardia para las zonas más alejadas del proyecto.

7.1 CUENCAS DE DRENAJE

Estas fueron definidas a partir de la terracería y las vías del proyecto con la topografía suministrada. En la siguiente figura se presenta las cuencas de drenaje generadas:



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

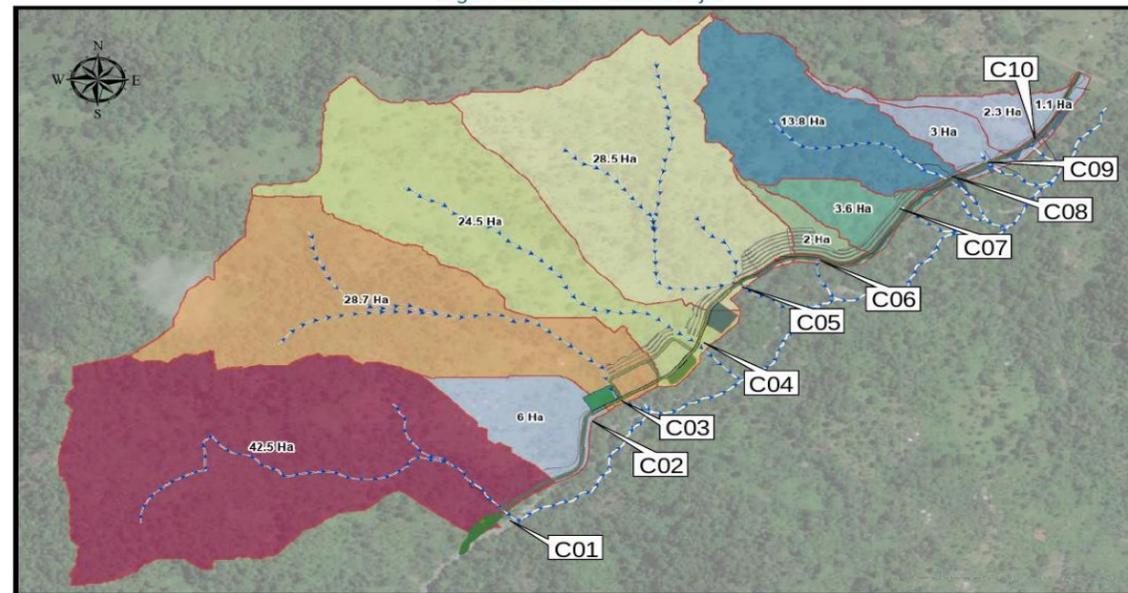


ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE



Figura 4 Cuencas de drenaje



Un total de 10 cruces ha sido identificado lo cual arroja un dimensionamiento preliminar de las tuberías y cajones pluviales según la siguiente tabla para un periodo de retorno de 50 años según especificaciones de MOP:

Tabla 2 Tamaños preliminares de cruces

Cruce	Sección	Caudal m ³ /s	Velocidad (m/s)		Depth (mm)		HGL@Hw/D = 0.935 (m)		
			Down	Up	Down	Up	Down	Up	Hw
01	CAJÓN 3X1.5*2.5	17.9	4.68	2.859	510	835	1.51	2.335	2.903
02	TUBERÍA 1x1.05	2.5	4.094	2.276	402	637	1.402	2.137	2.514
03	CAJÓN 2x1.5*2.5	12.11	4.658	2.873	520	843	1.52	2.343	2.917
04	CAJÓN 2x1.5*2.00	10.3	4.769	2.933	540	878	1.54	2.378	2.978
05	CAJÓN 2x1.5*2.5	12.02	4.714	2.866	510	839	1.51	2.339	2.91
06	TUBERÍA 1x0.90	0.84	3.876	2.092	336	543	1.336	2.043	2.363
07	TUBERÍA 1*1.20	1.5	4.145	2.292	428	574	1.428	2.174	2.556

Cruce	Sección	Caudal m ³ /s	Velocidad (m/s)		Depth (mm)		HGL@Hw/D = 0.935 (m)		
			Down	Up	Down	Up	Down	Up	Hw
08	CAJÓN 2x1.2*1.6	5.8	4.421	2.608	410	695	1.41	2.195	2.669
09	TUBERÍA 1x1.05	1.2	4.079	2.249	394	528	1.394	2.128	2.497
10	TUBERÍA 1x1.05	0.97	3.92	2.083	347	561	1.347	2.061	2.375

7.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CAUDALES DEL RÍO LA GLORIA

Como complemento al estudio hidrológico suministrado, se ha realizado un análisis estadístico de los caudales mínimos del Río La Gloria.

A partir de los caudales mínimos teóricos estimados del río La Gloria, se realizó un análisis de frecuencias de los mismos utilizando el programa CumFreq que permite calcular distribución probabilística de la frecuencia acumulativa de no excedencia mediante ajuste de la serie de datos de caudales.

El programa analiza varias funciones probabilísticas de tipo lineal, logarítmica, exponencial y doble exponencial y selecciona automáticamente la de mejor ajuste. La tabla a continuación de las frecuencias acumuladas de los valores de la serie teórica resume los resultados del análisis

Tabla 3 Frecuencias acumuladas

Valor X-	Frecuencia acumulada		Límites de confianza del 90%	
	Según serie ordenada	Calculada	Inferior	Superior
0.34	2.63	3.37	3.03	13.11
0.34	5.26	3.37	3.03	13.11
0.37	7.89	7.69	6.55	21.44
0.41	10.53	14.92	11.95	31.86
0.41	13.16	14.92	11.95	31.86
0.42	15.79	16.91	13.37	34.32
0.46	18.42	25.29	19.15	43.44
0.47	21.05	27.45	20.61	45.55
0.48	23.68	29.63	22.07	47.59
0.48	26.32	29.63	22.07	47.59
0.48	28.95	29.63	22.07	47.59
0.49	31.58	31.81	23.53	49.56
0.49	34.21	31.81	23.53	49.56
0.49	36.84	31.81	23.53	49.56
0.5	39.47	33.99	24.99	51.47
0.51	42.11	36.17	26.45	53.31



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

Valor X-	Frecuencia acumulada		Límites de confianza del 90%	
	Según serie ordenada	Calculada	Inferior	Superior
0.52	44.74	38.33	27.91	55.09
0.52	47.37	38.33	27.91	55.09
0.52	50.00	38.33	27.91	55.09
0.6	52.63	54.75	39.51	67.34
0.62	55.26	58.48	42.38	69.92
0.62	57.89	58.48	42.38	69.92
0.64	60.53	62.04	45.21	72.34
0.65	63.16	63.75	46.62	73.49
0.67	65.79	67.01	49.4	75.68
0.69	68.42	70.08	52.14	77.74
0.69	71.05	70.08	52.14	77.74
0.69	73.68	70.08	52.14	77.74
0.73	76.32	75.62	57.47	81.47
0.73	78.95	75.62	57.47	81.47
0.76	81.58	79.25	61.28	83.95
0.77	84.21	80.36	62.52	84.72
0.8	86.84	83.43	66.09	86.88
0.83	89.47	86.11	69.47	88.8
0.9	92.11	91.02	76.47	92.45
1.09	94.74	97.65	89.39	97.85
1.21	97.37	99.1	93.87	99.15

Según análisis anteriores, el caudal mínimo necesario es $(0.24+0.131) = 0.371$ m³/s. Según la tabla anterior, la probabilidad del caudal mínimo necesario es del 8% aproximadamente. De acuerdo con la serie de caudales medios mensuales del Río Changuinola, la variación del caudal mínimo en Peña Blanca es de 36.10m³/s en marzo, a 86.51m³/s en abril, equivalente a 1.68 m³/s-día. Con el coeficiente de correlación de cuencas obtenido de $F = 0.718$, y la relación entre las áreas de $0.0132 = 18.36/1390$, aplicados a la variación diaria, la misma resulta:

$$0.0132 \times 0.0718 \times 1.68 = 0.016 \text{ m}^3/\text{s}$$

con lo cual, considerando el mínimo registrado de 0.340 m³/s, harían falta

$$(0.371 - 0.340) / 0.016 = 1.94 \text{ días,}$$

aproximadamente dos días para alcanzar el mínimo necesario.

En resumen, existe un 8% de probabilidad que se produzca, en el año 30, un caudal menor que el necesario, con una permanencia de dos días como máximo, durante los cuales habrá que racionar el suministro al 92%.



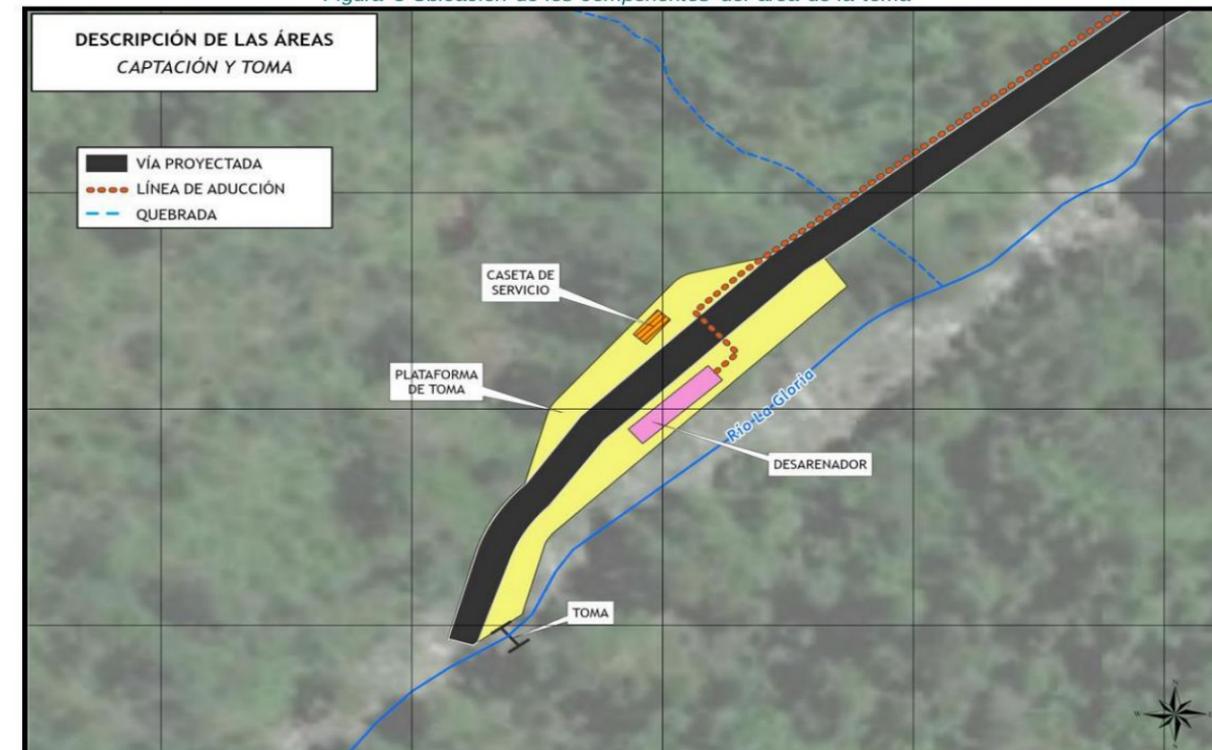
CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

8 COMPONENTES DEL PROYECTO

8.1 ÁREA DE CAPTACIÓN Y TOMA DE AGUA CRUDA

La ubicación de la captación esta sobre el Río La Gloria en un punto en que se estrecha el río para garantizar la captación en la temporada seca. También el emplazamiento de la toma está definido de manera que el agua llegue a gravedad al punto de entrada de agua cruda de la planta de tratamiento y que el resto de los procesos se puedan hacer siguiendo los lineamientos de CEPIS para una planta de filtración completa. La derivación de la toma de agua cruda estará aproximadamente en las coordenadas (UTMA 17N): E:363137.500 N:992226.232

Figura 5 Ubicación de los componentes del área de la toma



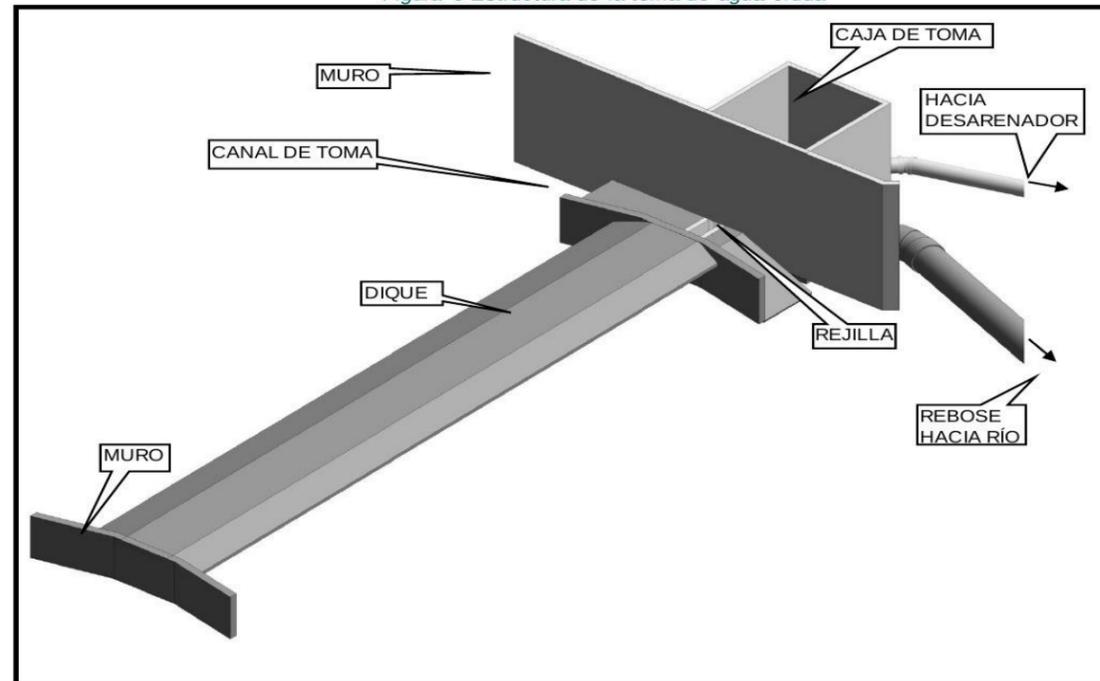
ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE

El punto seleccionado tiene una elevación aproximada de 151.6 metros sobre el dique. El resto de la estructura requerida estará emplazada a lo ancho del río en una longitud aproximada de 30 metros. Esta estructura de concreto y sus elementos están diseñados para dejar pasar el agua en las crecidas del Río y hacer que el agua pase por la rejilla en épocas de caudal mínimo. El diseño contempla dejar pasar siempre el caudal ecológico que corresponde a 2.99 MGD (0.131 m³/s). El caudal máximo que utilizará la planta es de 5.5 MGD (0.24 m³/s) para producir 5.0 MGD (0.22 m³/s). De acuerdo con las proyecciones de población y el estudio hidrológico hasta el año 27 se podrá suplir (manteniendo el caudal ecológico) el 100% del tiempo el agua requerida para la planta. Después se podrá suministrar el 99.1% del tiempo. Es importante resaltar que esta condición es para mantener el caudal ecológico ya que el río tiene un caudal mínimo de 7.76 MGD (0.34 m³/s) según el estudio hidrológico suministrado.

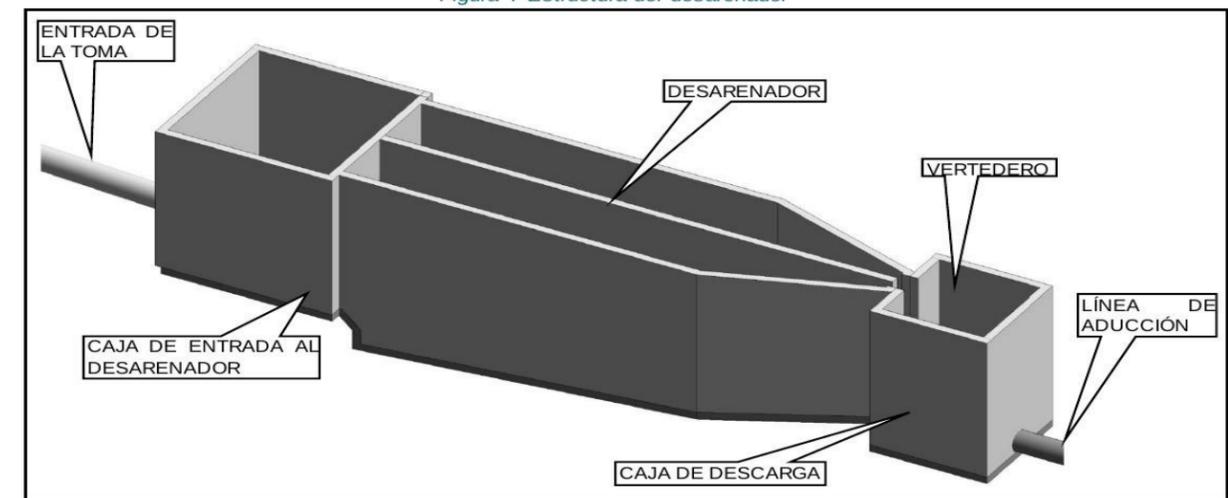
La captación tendrá estructuras de transición en el cauce para la entrada y salida del agua al punto de captación. Se incluyen también muro de contención.

Figura 6 Estructura de la toma de agua cruda



Una vez el agua pasa la rejilla en la captación la misma se conduce a través de un canal de aducción hasta una cámara. El canal está en elevación aproximada de 150.0m. En la cámara inicia una tubería de 600mm de hierro dúctil que va hasta el desarenador que estará ubicado aproximadamente a 50 metros de la cámara. La pendiente de esta tubería será aproximadamente 0.5% hasta llegar a la caja de entrada al desarenador con una elevación aproximada de 149.21 metros. El desarenador tendrá una dimensión de 12.80 m de largo y 3.80m de ancho. Este ancho incluye dos canales cada uno con la capacidad de manejar el caudal de 5.5 MGD (0.24 m³/s). El desarenador tendrá la capacidad de retener partículas de más de 0.1mm. El mismo cuenta con un canal de limpieza y un desagüe en caso de exceso de caudal.

Figura 7 Estructura del desarenador



La estructura del desarenador es de concreto armado y tiene la capacidad de retro lavado. El agua después de pasar por el desarenador entrará a la cámara a la tubería de aducción. La elevación en esta entrada se estima será 149.21m. Es importante mencionar que las estructuras de captación y toma no requieren de controles especiales tomando en cuenta que el caudal de diseño máximo de entrada de agua cruda no se dará, de acuerdo con las proyecciones de población y demanda, hasta después de 30 años de operación de la planta. Estos controles se realizarán en la entrada de la PTAR

El emplazamiento de la toma tendrá aproximadamente 300 m², acceso a la captación aproximadamente 750m² con las dimensiones suficientes para que lleguen equipos que servirán para el mantenimiento. El área que ocupará el desarenador incluyendo un área adecuada de operación de 100 m² incluyendo la cámara de entrada a la línea de aducción. Se dejarán 80 m² para el edificio de la toma y estacionamientos. Se estiman

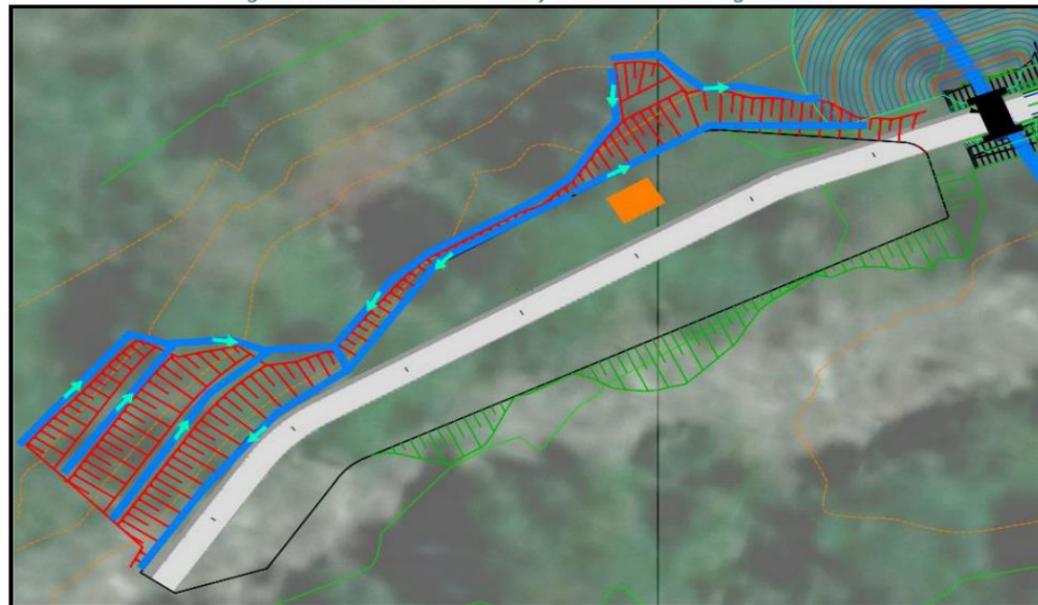
aproximadamente 1400 m² con estructuras de protección y estabilización de la terracería. Se dejarán 1900 m² aproximadamente para futuros usos del IDAAN.

8.1.1 GALERÍA Y TOMA DE MANANTIAL

8.1.2 DRENAJE SUPERFICIAL

En el área de la toma se ha considerado que el drenaje se realice a través de cunetas en la vía la cual drenará una parte hacia el río y la otra parte hacia el cruce 01. En la zona de los taludes se realizará el drenaje de estos a través de cunetas colocadas en las banquetas como también los drenajes de coronación a lo largo del talud. En la siguiente figura se presenta un esquema de la zona de drenaje de la toma:

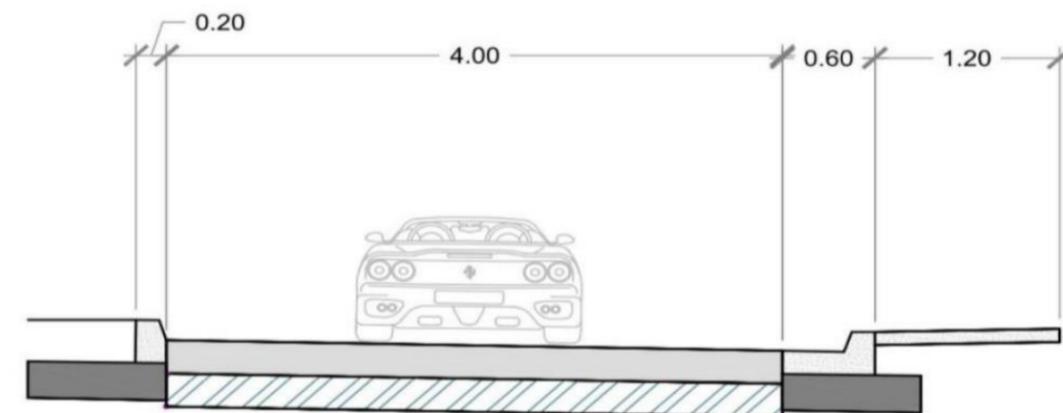
Figura 8 Ubicación de los drenajes en la toma de agua cruda



8.1.3 VÍA

La vía de toma está considerada para que tenga acceso al río de manera que se pueda realizar cualquier tipo de mantenimiento necesario en este. La rodadura será de asfalto y tendrá una sección como la que se muestra a continuación:

Figura 9 Sección típica de la vía en la toma de agua



8.1.4 ESTABILIDAD DE TALUDES

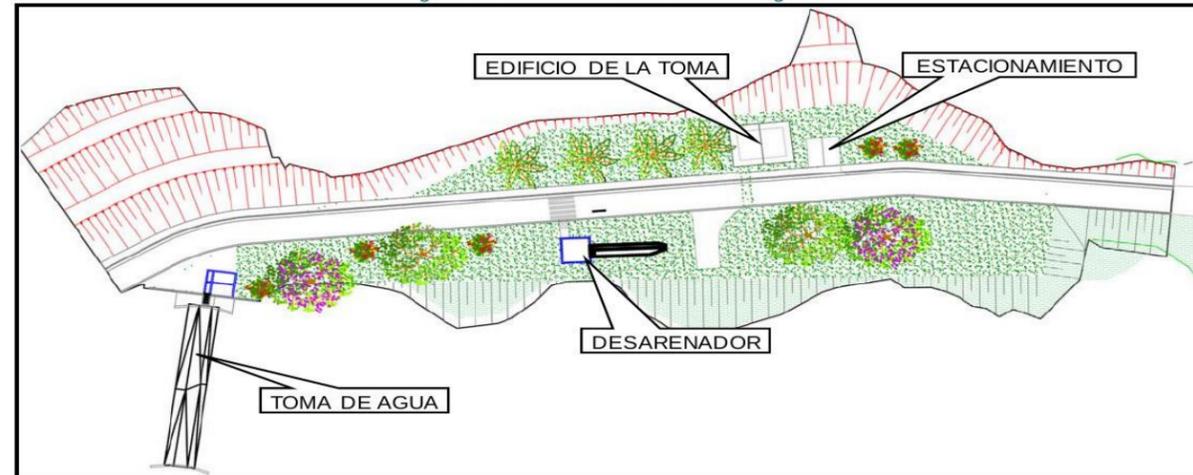
Tomando de referencia el estudio de suelo suministrado y el estudio geofísico, se considera un estrato de suelo limo arenoso con Boulder de aproximadamente 2.45 metros, de consistencia medianamente firme a dura, plasticidad media a baja y humedad media. Seguido de roca fracturada saturada. Esta caracterización estará sujeta a verificación con la campaña geotécnica propuesta.

Se proponen taludes de corte con pendientes 1.5H:1V.

8.1.5 URBANISMO

La distribución del área de la toma en cuanto a urbanismo contempla un edificio de servicios de aproximadamente 35m² el cual cuenta con su respectivo baño y zona de depósito. Contará además con 2 estacionamientos. La siguiente figura muestra la distribución de espacios en la toma:

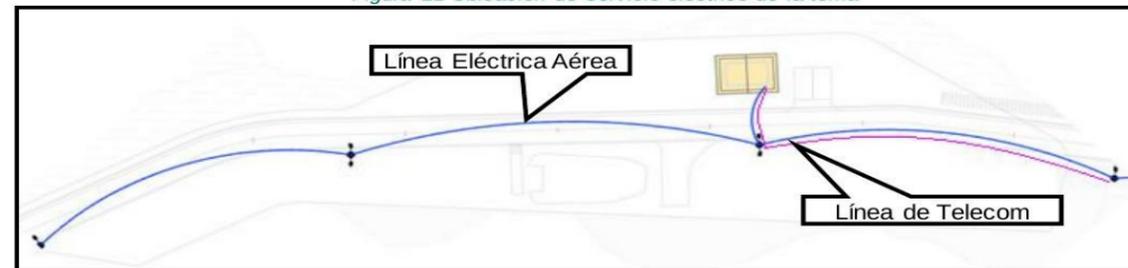
Figura 10 Urbanismo de la Toma de agua



8.1.6 ELECTRICIDAD Y TELECOM

En la zona de la toma se tiene previsto que para el edificio de servicios solo se requerirá de iluminación y tomacorrientes, así como un sistema de telecomunicación. Para el resto del área de la toma se colocarán luminarias en el exterior a través de postes como se muestra en la siguiente figura:

Figura 11 Ubicación de servicio eléctrico de la toma



8.1.7 AGUA POTABLE

Se tiene contemplado el suministro de agua potable para el edificio de servicios de la toma que contara como mínimo con un baño, grifos, sanitarios.

8.1.8 ALCANTARILLADO SANITARIO

Para el tratamiento de las aguas residuales que se generen en el del edificio de servicios de la toma se tiene previsto la colocar un tanque séptico.

8.2 ÁREA DE LA VÍA ENTRE LA TOMA Y PLANTA

Figura 12 Ubicación de los componentes de la vía de acceso a la toma



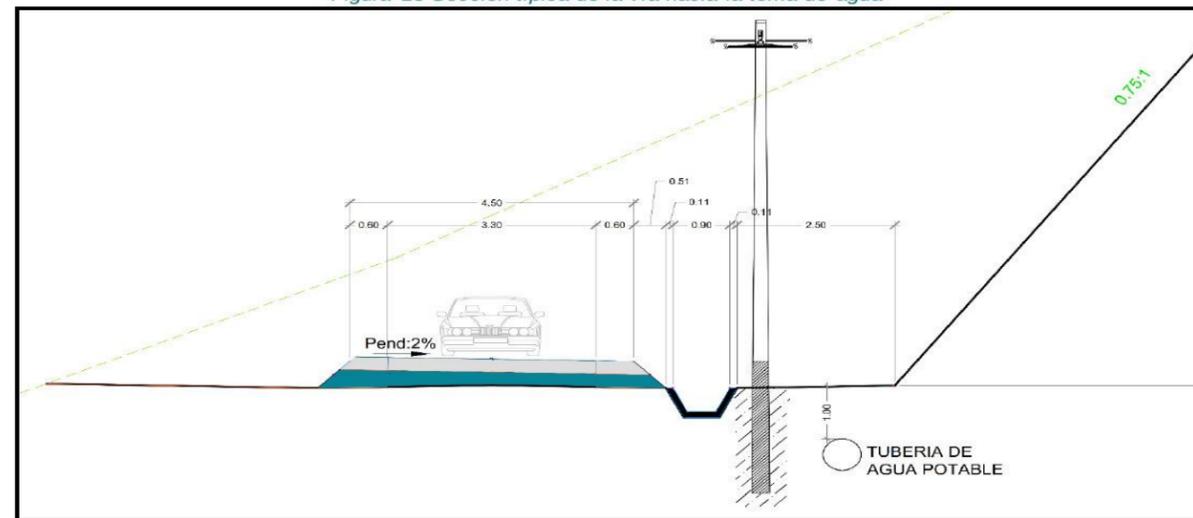
8.2.1 DESCRIPCIÓN DE LA VÍA

La vía de acceso de la toma se compone por una calzada de 4.50m según pliego con una longitud de 366 metros. La estructura de pavimento es de asfalto y contará con sus respectivas señalizaciones.

8.2.2 SECCIÓN TÍPICA

El acceso a la obra de toma se ha optado por implementar la sección típica que se muestra a continuación:

Figura 13 Sección típica de la vía hacia la toma de agua



8.2.3 ESTABILIDAD DE TALUDES

Tomando de referencia el estudio de suelo suministrado y el estudio geofísico, se considera un estrato de suelo limo arcilloso de entre 2.45 a 5.45 metros de consistencia firme, plasticidad y humedad media. Seguido de afloramientos de roca sana en algunos sitios y de roca fracturada saturada. Esta caracterización estará sujeta a verificación con la campaña geotécnica propuesta.

Se proponen taludes de corte con pendientes 0.75H:1V.

8.2.4 PAVIMENTO

Para las consideraciones de tráfico se estimó la cantidad de vehículos livianos que ingresarán a la toma dentro de los cuales se consideró los vehículos para el mantenimiento de la toma, camiones de servicio o

mantenimiento y un porcentaje de camiones que harán uso de la vía durante la construcción y los que tendrán a su cargo la instalación del equipo necesario para el funcionamiento de la toma.

Se ha considerado para la pavimentación de las vías sea pavimento rígido y no flexible tal como indica el pliego, por temas funcionales, mantenimiento, topografía, etc.

Figura 14 Estructura de pavimento de la obra de toma

8.2.5 DRENAJE

El manejo de la escorrentía en la vía de acceso se realizará a través de una cuneta la cual se encuentra del lado del talud. Esta conducirá el flujo hasta las dos alcantarillas que se encuentran en los extremos de la vía.

Figura 15 Ubicación de los drenajes en la vía de acceso a la toma



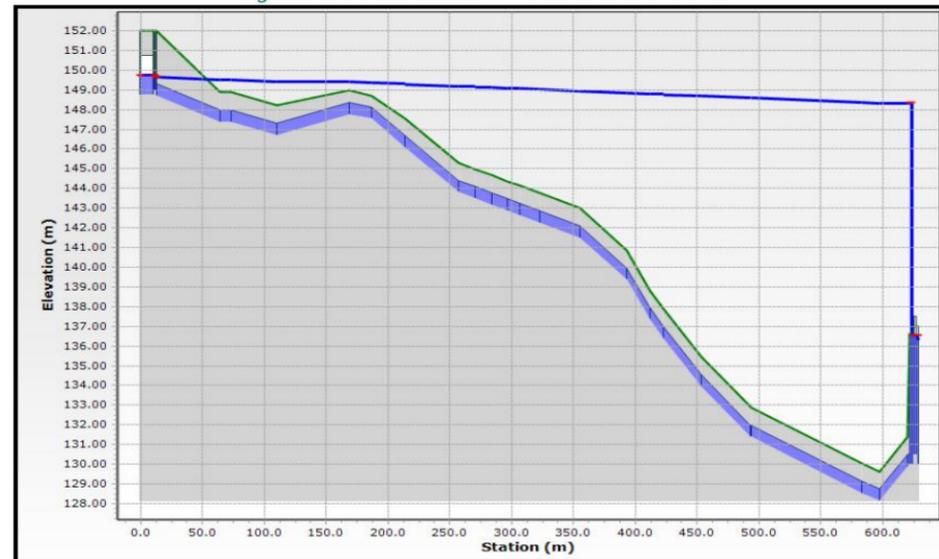
8.2.6 TUBERÍA DE ADUCCIÓN

La línea de aducción va desde la cámara de entrada a la línea de aducción después de desarenador hasta su entrada a la PTAP. La misma llevará un caudal de 5.5 MGD (0.24 m³/s). La tubería será de 600mm ISO C40. Esta tubería estará emplazada a un lado de la vía de acceso. Se han dejado provisiones en la sección transversal de la vía para dejar la tubería. El caudal requerido y el diámetro de la tubería hacen que las pérdidas en las tuberías sean de no más de 1 metros en esa longitud. Se contempla que la tubería entre a la planta por debajo del canal de entrada al floculador. Se requerirá de una estructura que permita regular la presión de entrada al proceso de tratamiento. El diseño de la zanja para la tubería se basa en la norma ISO 10803-2011. En el recorrido de la tubería de aducción se prevén 1 válvula de limpieza y una válvula de expulsión de aire. Se prevén aproximadamente 12 codos con sus respectivas restricciones en la ruta de la línea de aducción. Los codos van de 90 grados a 11.25 grados.

8.2.6.1 Hidráulica

El comportamiento hidráulico de la línea de aducción está condicionado a las diferentes etapas del proyecto. Por un lado, en la primera etapa se analizó un comportamiento de la línea de aducción trabajando a presión esto considerando un regulador de caudal el cual dejará pasar el flujo indicado para esta etapa. Esto va a requerir que se coloque un vertedero a la salida del desarenador para desviar el excedente del caudal. Se muestra a continuación el perfil hidráulico de la línea de aducción.

Figura 16 Perfil Hidráulico de la línea de aducción



Esta línea de aducción inicia en la cota 149.21 en la salida de la caja del desarenador hasta el canal de entrada a la PTAP con una pérdida de carga de 0.77m y una presión máxima de 26psi.

8.2.6.2 Instalación de Tubería

La tubería será instalada a una profundidad mínima de 1.50m. El tipo de instalación estándar a utilizar en la colocación de la tubería de hierro dúctil con un diámetro de 24". Para este cálculo se ha tomado como referencia el ISO 10803 para el cálculo de las cargas en las tuberías y su resistencia.

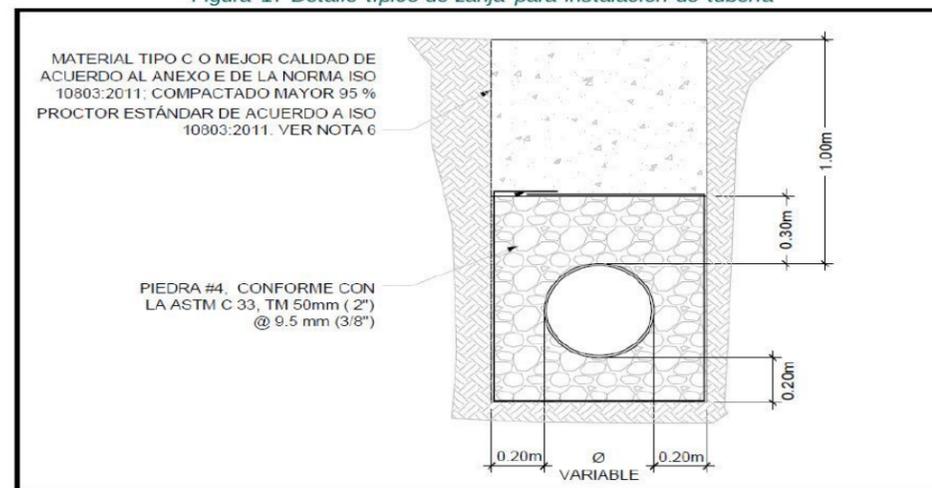
8.2.6.2.1 Materiales

Los materiales que se utilizarán en los análisis correspondientes se tomarán según las consideraciones de la norma ISO 10803 para el tipo de suelo a utilizar en la instalación de la tubería.

Los siguientes grupos se clasifican para diferentes suelos de relleno de acostillado, es decir, los suelos que se utilizan para la colocación en la zanja que rodea la tubería, compactada o sin compactar, para proporcionar soporte para la tubería. Estos grupos clasifican los suelos naturales y los materiales fabricados.

- GRUPO A: piedra graduada angular (6 mm - 40 mm), que incluye varios materiales de relleno, como piedra triturada, grava triturada.
- GRUPO B (GW, GP, SW, SP): suelos de grano grueso con poco o nada de finos, sin partículas de más de 40 mm, incluidos varios materiales de relleno que tienen granos redondeados, como la gravilla.
- GRUPO C (GM, GC, SM, SC, CL, ML, ML-CL, CL-CH, ML-MH): suelos de grano grueso con finos y suelos de grano fino con una plasticidad media o nula, con más del 25% de partículas gruesas, límite de líquido (LL) inferior al 50%.
- GRUPO D (CL, ML, ML-CL, CL-CH, ML-MH) - Suelos de grano fino con plasticidad media a nula, con menos de 25% de partículas gruesas, límite de líquido (LL) menos de 50%.
- GRUPO E (CL, MH, CH, MH) - Suelos de grano fino con plasticidad media a alta, límite de líquido (LL) superior al 50%.
- GRUPO F (PT) - Suelos orgánicos.

Figura 17 Detalle típico de zanja para instalación de tubería



8.2.6.2.2 Restricciones Horizontales y Verticales

Se diseñarán y construirán para cada caso los bloques típicos de empuje necesarios para restringir los puntos de la línea que sean afectados por desplazamientos debido a los esfuerzos que puedan producirse en la operación de la línea y las presiones de trabajo, siempre y cuando el espacio y condiciones del terreno lo permitan.

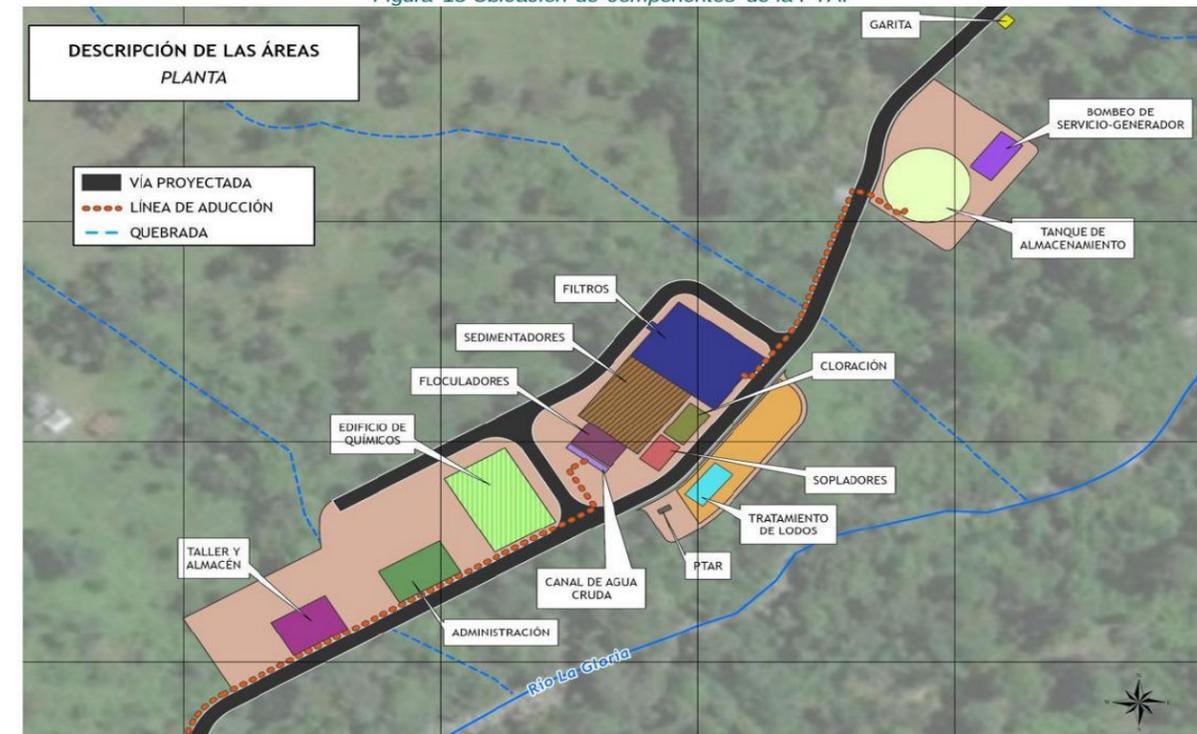
8.2.7 POSTES E ILUMINACIÓN

Se colocará postes de iluminación en el lado derecho en sentido hacia la toma de agua cruda. Como se muestra en la Figura 13.

8.3 ÁREA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE

El nuevo sistema tendrá capacidad para potabilizar de manera continua, agua cruda mediante tratamiento de filtración rápida completa, el cual incluye los siguientes procesos: mezcla rápida, floculación, sedimentación acelerada, filtración rápida, desinfección en laberinto de cloración y tratamiento químico.

Figura 18 Ubicación de componentes de la PTAP



El complejo de la PTAP ocupa aproximadamente 5.6Ha incluyendo área de corte y relleno. El mismo está compuesto por:

- Terracería que incluye estabilización y protección
- Vialidad, Estación de Buses y Estacionamientos.
- Edificio de Administración y Laboratorio
- Edificio de Almacén y Talleres
- Edificio de Químicos
- Caseta de Entrada
- Edificio de Sopladores y de Control

- Edificio de Servicios (bombeo de agua potable y sistema contra incendio y de arrastre de cloro)
- Edificio de Generador Eléctrico
- Planta de Tratamiento de Agua Potable
 - Medición de caudal de agua cruda entrada a la planta potabilizadora.
 - Pre-Cloración
 - Dosificación en Línea de coagulante, cal hidratada, carbón activo en polvo
 - Caja Disipadora de entrada
 - Floculación
 - Sedimentación de alta tasa
 - Filtración rápida con medio dual (Antracita-Arena).
 - Dosificación de cloro gas (post cloración)
 - Dosificación de silicofluoruro de sodio
 - Reservorios de agua tratada
 - Medición de caudal de agua tratada salida de la Planta Potabilizadora.
 - Tratamiento de aguas de lavado y secado de lodos
 - Sopladores
 - Tuberías del Proceso
- Línea de Agua Tratada
- Tanque de Almacenamiento de 2 MG
- Fluor
- Edificio de Servicios para bombeo de agua potable y para el sistema contra incendio
- Sistema de Agua Potable
- Sistema de Alcantarillado Sanitario incluyendo la PTAR
- Sistema Contra Incendio
- Sistema de Drenajes Pluviales tanto tuberías como canales abiertos
- Generador de energía
- Sistema de Electricidad
- Sistema de Telecomunicaciones
- Iluminación
- SCADA

8.3.1 CONDICIONES GEOTÉCNICAS

8.3.1.1 Terracería

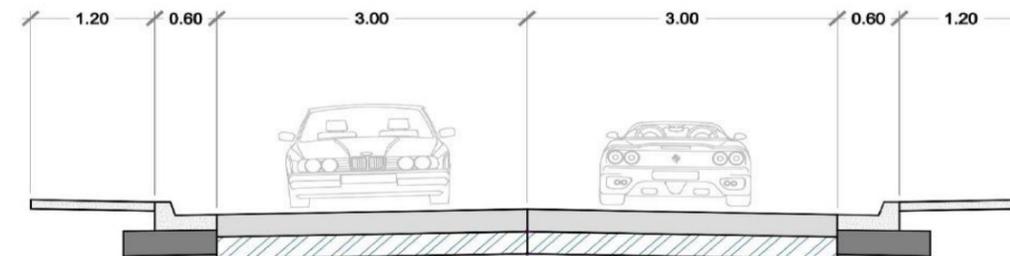
Los niveles de terracería dentro del complejo de la PTAP van desde 120.00m a 151.00m. Los cortes máximos están por el orden de los 31.00m. Hay pocas áreas de relleno definidas. Las mismas son requeridas para mejorar las curvas verticales en las vías y para colocar, al lado sur de la PTAP, áreas destinadas a la PTAR, manejo de lodos y de aguas de lavado de filtros. El desarrollo está condicionado a los resultados de los estudios de suelos. En excavaciones de más de 5.50m es posible encontrar ya roca fracturada con alto contenido de humedad por lo cual será importante el manejo de las aguas y el drenaje. La aproximación que se realiza como parte del diseño conceptual prevé taludes en corte de 1.5:1 con banquetas de 2.00m cada 5.00m. Para el relleno se asumen taludes 2:1. Los taludes serán protegidos en lo posible por grama y se incluirán cunetas en las banquetas. En algunos casos se requerirán anclajes y muros para lograr estabilizar los taludes.

El movimiento de tierra se ha realizado condicionado a 3 corrientes de agua importantes que bajan. Estas corrientes tienen caudales de hasta 12m³ en una recurrencia de 50 años. Estos valores servirán de referencia para calcular el acondicionamiento de los cauces, cajones y disipadores de energía.

8.3.2 VIALIDAD

Internamente se prevén aproximadamente 850 metros de vialidad. La misma incluye una sección de rodadura de 5 metros, cordones cunetas y aceras que permitan el acceso peatonal a diferentes puntos de la planta. Se prevé la rodadura de carpeta asfáltica. La vialidad contará con la debida señalización. Se ha contemplado también una parada de buses. En total se contemplan 24 estacionamientos en el complejo de la PTAP.

Figura 19 Sección típica de la vía en la PTAP



8.3.3 EMPLAZAMIENTO DE EDIFICIOS

En un documento adicional al presente se presentarán cada uno de los diseños conceptuales de los edificios. Todos los servicios, accesos, estacionamientos y la terracería han sido previstos para la ubicación de los

edificios. Estas ubicaciones han contemplado adicionalmente el urbanismo del complejo. Las áreas previstas para los edificios son las siguientes:

Tabla 4 Áreas de edificios

Edificio	Área (m2)	X (m)	Y (m)
Administración y Laboratorio	288	363491.0777	992641.0454
Químicos	981	363522.6599	992674.5367
Taller y Almacén	272	363447.9003	992617.0703
Sopladores	106	363583.898	992695.3597
Caseta de Entrada	14	363719.4118	992891.6311
Bombeo de Servicios	190	363714.682	992830.3712
Edificio de la Toma	35	363177.6881	992301.9533

8.3.4 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE (PTAP)

La planta de tratamiento propuesta es una planta de tratamiento de filtración rápida. La misma tiene los siguientes componentes:

- Medición de caudal de agua cruda entrada a la planta potabilizadora.
- Pre-Cloración
- Dosificación en Línea de coagulante, cal hidratada, carbón activo en polvo
- Caja Disipadora de entrada, vertedero y canal de distribución de agua
- Floculación
- Sedimentación de alta tasa
- Filtración rápida con medio dual (Antracita-Arena).
- Dosificación de cloro gas (post cloración)
- Dosificación de silicofluoruro de sodio
- Reservorios de agua tratada
- Medición de caudal de agua tratada salida de la Planta Potabilizadora.
- Tratamiento de aguas de lavado y secado de lodos

Los escenarios bajo los cuales se realizan los cálculos son los siguientes:

Actual: Caudal de agua cruda 5,5 MGD, cubre el 100% de la capacidad nominal del escenario actual con 5 sedimentadores.

Actual (-1): Caudal de agua cruda 5,0 MGD, caudal de diseño según pliegos cubre el 90% de la capacidad nominal del escenario actual con 4 sedimentadores.

Todos los cálculos que se incluyen en el desarrollo de la memoria se presentan para el escenario actual de capacidad 5,5 MGD y para el escenario actual (-1) el cual es el escenario de diseño de capacidad 5,0 MGD.



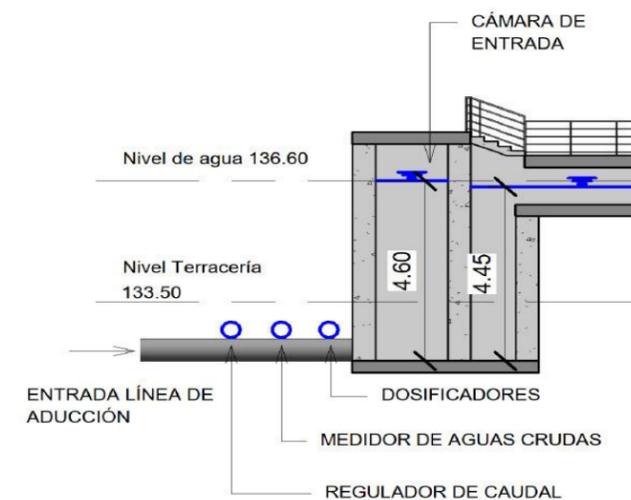
CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

En el escenario Actual (-1) se evalúan los cálculos para cubrir el 90% de la capacidad nominal del escenario Actual con 4 sedimentadores.

8.3.4.1 Tubería de Aducción

Se tiene contemplado el ingreso de la tubería de aducción debajo del canal de entrada en la parte central de manera que se distribuya de la mejor manera el flujo.

Figura 20 Entrada de tubería a la PTAP



8.3.4.2 Medición de Caudal de Agua Cruda

En el punto definido se instalará en la tubería de aducción un medidor electromagnético con su respectiva caja y las acometidas requeridas para llevar a ese punto electricidad y telecomunicaciones



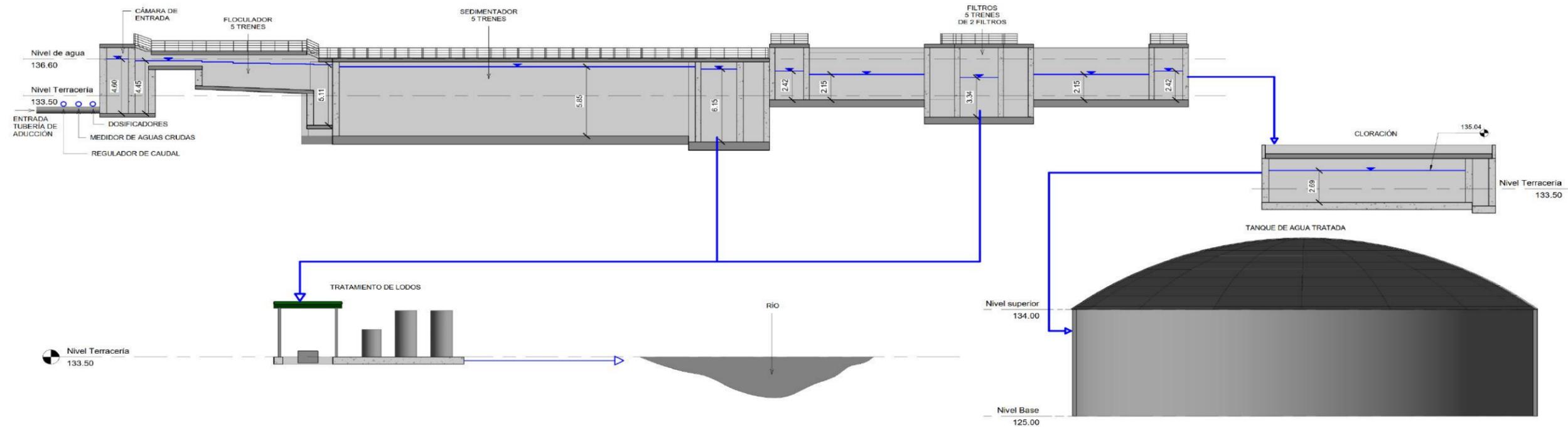
INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE



Figura 21 Esquema de tratamiento de agua



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

8.3.4.3 Precloración

En el caso del sistema de potabilización propuesto para la Planta de Tratamiento de Agua Potable Chiriquí Grande, es importante realizar la precloración o predesinfección del agua en la entrada del sistema. Esta actividad se propone para evitar la presencia de algas, organismos formadores de biopelícula y bacterias planctónicas que generan problemas de olor y sabor. También se busca eliminar condiciones que fomenten la protección de bacterias patógenas. Otro beneficio inherente es la disminución de los costos asociados con los químicos empleados en el tratamiento, debido a la alta eficiencia del Cloro para oxidar materia orgánica e inorgánica presente en el agua, siendo este el agente oxidante más común empleado en precloración o desinfección

La precloración se instalará en línea en la tubería, antes del punto de dosificación de químicos

8.3.4.4 Dosificación en Línea

La dosificación del coagulante se realizará con un mezclador estático tipo KOMAX antes de la entrada de la tubería de aducción a la caja disipadora de entrada.

El mezclador tipo proporcionará un rendimiento de mezcla alto con una longitud de mezcla corta, consiguiendo con ello una alta eficiencia gracias a la mezcla de triple acción estos sistemas se usan luego que ya se han introducido aditivos en el flujo principal (tubería de entrada) de la tubería aguas arriba del mezclador

8.3.4.5 Canal de Acometida de Agua Cruda

El canal de entrada de agua cruda permitirá absorber la energía residual de llegada de la aducción de agua cruda y garantizará una distribución uniforme a los floculadores

El canal contará con compuertas deslizantes y un vertedero lateral que evitará cargas superiores de flujo. Estas compuertas tendrán una dimensión de 600mm x 600mm

8.3.4.6 Floculación Hidráulica de Flujo Horizontal

Se construirán cinco (5) floculadores hidráulicos de flujo horizontal para tratar no menos del 90% de la capacidad nominal cuando un floculador esté fuera de servicio. Cinco líneas formadas por tres cámaras en serie.

- Número de líneas: 5 unidades
- Número de cámaras en serie por línea: 3 unidades

El flujo horizontal en cada floculador será dirigido por tabiques de bloques rellenos repellados y contará con tres etapas en serie; cada etapa diferenciada de las otras por la separación entre tabiques, cantidad de tabique, tiempo de retención, velocidad del agua en canales entre tabiques y gradiente hidráulico.

Se dejarán en el fondo del floculador unos sumideros que serán abiertos cuando la unidad entre a mantenimiento y limpieza.

El tipo de floculador que se tiene previsto es de tabiques o pantallas; los cuales son los más eficientes y económicas de todos los floculadores que se usan para las plantas de tratamiento de agua potable. Debido a

la gran cantidad de compartimientos que tienen, se confinan de una forma adecuada el tiempo de retención el tiempo real es prácticamente igual al tiempo teórico.

Debido a que no se requiere energía eléctrica para su funcionamiento, el costo de producción es muy bajo.

8.3.4.7 Sedimentador de Alta Tasa

Se ha previsto el diseño y construcción de seis (5) sedimentadores rectangulares, del tipo laminar (o acelerada) de flujo ascendente y con capacidad de tratamiento de 5,5 MGD. Los sedimentadores lamelares pueden tratar caudales mayores en un área y estructura menor de la que requieren los decantadores convencionales y su eficiencia es superior; además, no requieren de energía eléctrica para su operación.

Cada sedimentador contará con 102 m³ de volumen de lamelas, cubriendo toda el área superficial de cada sedimentador y sin dejar espacios muertos. El material de las lamelas será PVC y estarán instalados sobre una soportería en metal inoxidable. La altura vertical de cada paquete de lamelas será de 1,0 m.

Los sedimentadores han sido dimensionados hidráulicamente para producir no menos del 90% de la capacidad nominal cuando uno de ellos se encuentre fuera de servicio.

Se ha previsto que los sedimentadores cuenten con un sistema continuo de extracción de lodos, el cual permite la extracción del lodo hidráulicamente aprovechando la carga de agua que genera la cota de lámina del sedimentador.

8.3.4.8 Filtros Rápidos de Flujo Horizontal Descendente

El agua clarificada pasará a los filtros rápidos de doble capa de arena y antracita. El reparto a las baterías de filtros se realiza desde un canal general, el cual dispone de cinco vertederos de reparto (uno por batería), y un vertedero de alivio para desaguar el caudal que no pudiesen asumir estos en caso de emergencia. En total serán diez (10) filtros.

Para la filtración se ha proyectado la ejecución de cinco baterías de filtros en paralelo, cada una de ellas compuesta por:

- Canal de reparto de filtros
- Dos (2) filtros rápidos abiertos de doble capa (arena y antracita) del tipo alta velocidad de flujo descendente, diseñados para una velocidades de filtración en funcionamiento no mayores de 10 m/h en situación actual
- Galerías de agua filtrada en las que situará la valvulería para el control y limpieza de los filtros.
- La operación del lavado de los filtros, será con agua y aire. El agua para el lavado de los filtros procedo de los filtros en funcionamiento

8.3.4.9 Desinfección Cámara de Contacto

Se ha diseñado un canal de cloración en base a las tablas de diseño de la EPA, según las cuales es necesario un tiempo de retención de 15 minutos en este caso. Se ejecutarán en la primera fase 2 canales.

Se utilizará cloro gas (en situaciones de emergencia, o como sustituto del ozono) como desinfectante para garantizar la calidad de las aguas antes de los reservorios de agua tratada, para lo que se dosificará previamente en el laberinto de cloración.

El cloro gaseoso se obtiene comercialmente envasado a presión en forma líquida, en cilindros metálicos de diferentes capacidades. En esta ocasión concreta, se ha diseñado con cilindros de 1000 kg de capacidad unitaria, y se ha dispuesto una sala de almacenamiento con autonomía de hasta 6 meses a dosis media.

Las dosis a considerar serán para cloración es 3,5 mg/L como dosis máxima

8.3.4.10 Dosificación y Tuberías de Químicos

En el edificio de químicos se encontrarán los elementos químicos que se necesitaran para realizar la dosificación al agua cruda en los canales de mezcla rápida, los reactivos que se necesitan adicionar son la adición del reactivo cal hidratada para el ajuste de pH, del reactivo coagulante sulfato de aluminio, polímero catiónico, carbón activo, silicofluoruro de sodio (solamente en casos de emergencia) y del reactivo cloro gas para la desinfección (solamente en casos de emergencia).

8.3.4.11 Línea de Agua Tratada

La línea de agua tratada llevará 5MGD (0.22 m³/s). La tubería que transporta el agua será de 600mm de hierro dúctil ISO C40. Esta tubería tiene una longitud de aproximadamente 150m. Esta tubería recorrerá hasta el nivel 125.00 en el tanque de almacenamiento.

8.3.4.12 Tanque de Almacenamiento

Se ha previsto la construcción de un reservorio de acero vitrificado que será de 2.00 MGD. Se propone que el tanque tenga 34.00m de diámetro con una altura de lámina de 8.70m.

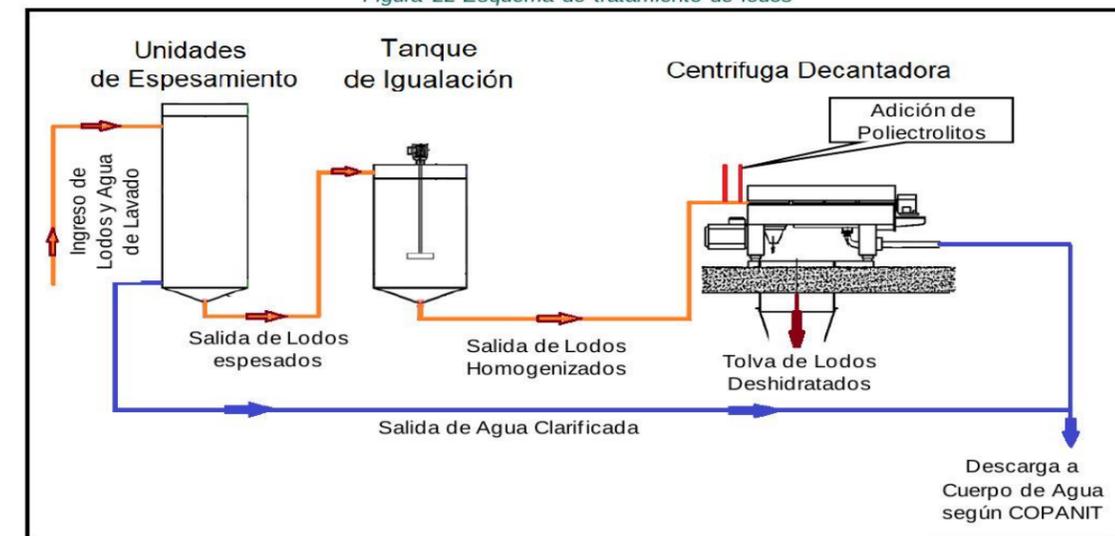
8.3.4.13 Macromedición de Agua Tratada

A la salida del tanque de almacenamiento se instalará un macromedidor electromagnético con su respectiva cámara. Se consideran las acometidas de electricidad y telecomunicaciones.

8.3.4.14 Manejo de Lodos y Tratamiento de Aguas de Lavado

El lodo acumulado de los sedimentadores será descargado a través de tuberías para ser llevados a un espesador de lodos y luego a una centrifuga. Después de su secado quedará en tolvas para llenar camiones que transportarán el lodo deshidratado a su disposición final. El agua clarificada del proceso de espesamiento y deshidratación será descargada al cuerpo de agua cumpliendo con la norma COPANIT

Figura 22 Esquema de tratamiento de lodos



8.3.4.15 Edificio de Sopladores

Para el aire de lavado de los filtros se tiene previsto la instalación de un grupo de dos sopladores (uno en reserva) de caudal unitario a verificar en la ingeniería de detalle. Los sopladores irán dispuestos en el interior de cabinas de insonorización y para los mismos se han previsto variadores de frecuencia.

Para el lavado de los filtros existen 3 fases: esponjamiento, lavado y aclarado.

La fase de esponjamiento se realiza únicamente con aire proveniente de los sopladores empleando una tasa mínima de 50 m³/m²/h durante 2 minutos.

La fase de lavado se realiza posterior a la fase de esponjamiento y se hace empleando únicamente agua con una tasa de lavado de al menos 36 m³/m²/h durante 8 minutos.

La última fase del proceso de lavado del filtro es la fase de aclarado, para este aclarado se emplea únicamente agua durante 4 minutos y a una tasa igual a la empleada en fase de lavado debido a que la carga hidráulica disponible es la misma en ambos casos.

Las canalizaciones generales de aire de lavado son de acero inoxidable. Los colectores de agua y aire están unidos a la admisión de aire y de agua de los filtros, a través de sus correspondientes válvulas de mariposa motorizadas.

Las especificaciones técnicas de los sopladores son las siguientes:

- Servicio: Lavado filtros rápidos de flujo vertical descendente
- Ubicación: Edificio de sopladores de aire
- Tipo de soplador: Émbolos rotativos
- Número de unidades instaladas: 2 Uds.
- Número de unidades en reserva: 1 Uds.
- Materiales:
- Cuerpo/ laterales y cárter: Fundición GG20.
- Pistón-eje: Acero forzado CK45.
- Engranajes: Acero 18 Cr Mo 4.
- Accionamiento:
- Protección: IP 55
- Frecuencia: 60 Hz.
- Tensión: 480 V.
- Eficiencia: IE3

8.3.5 SISTEMA DE AGUA POTABLE

El Sistema de Agua Potable de la PTAP, tiene como objetivo suplir las necesidades de agua potable del personal que se ubicará en los edificios de administración y además el requerimiento de agua para los diferentes procesos, estructuras y componentes de la PTAP, cumpliendo con las especificaciones del Pliego de Cargos.

El caudal ha sido definido como 12 m³/h como caudal de diseño. Considerando los criterios de Diseño del IDAAN, el caudal de Diseño, máximo horario, de las Tuberías del Sistema de Agua Potable es el caudal medio multiplicado por un factor de 2.

El Sistema de Agua potable contará con salidas de 2" en los floculadores, sedimentadores, filtros y tanques de agua tratada, para permitir la conexión de mangueras de 1½" según requerimiento del Pliego de Cargos.

El sistema de Agua Potable inicia en el Grupo de Presión o Edificio de Bombeos que toma el agua de una tubería que es abastecida desde el Tanque de Almacenamiento de Agua Tratada, que operaría como punto de succión e impulsará a presión constante el agua hacia el sistema de la red del Sistema de Agua Potable.

Figura 23 Planta de Red de Distribución de Agua Potable



8.3.5.1 Sistemas de bombeo

El grupo de presión, que se ubicará cerca del tanque de almacenamiento de agua tratada, dispondrá de cuatro grupos de bombeo de agua para el suministro a los diversos procesos que se requieren en la PTAP; los cuales son:

- Sistema de Agua Potable
- Sistema de Agua de Arrastre Cloro-Gas
- Sistema Contra Incendio

8.3.5.2 Asignación de caudales

Para la asignación de la demanda de agua potable, en el modelo hidráulico de la red, se tuvieron en cuenta los caudales de consumo requeridos para cada una de las edificaciones, con base en la población que ocupará



INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE



las instalaciones, el número de artefactos hidrosanitarios y los requerimientos propios de uso de agua potable en las diferentes edificaciones de la PTAP, considerando un factor de simultaneidad en cada caso.

En la tabla siguiente se muestra la valoración de los caudales de acuerdo con los requerimientos en cada componente de la PTAP.

Tabla 5 Asignación de caudal de agua potable

Cálculos de Requerimiento Agua de Servicio				
Servicio Demandado	Personas	Caudal Base requerido (m3/h)	Caudal Máximo (m3/h)	Ubicación
Agua Servicio Químicos	-	-	10.00	Edificio de Químicos
Edificios de Químicos	5	0.08	0.16	Edificio de Químicos
Edificio de Sopladores de Aire	2	0.03	0.06	Edificio de sopladores de Aire
Edificio de Administración	10	0.16	0.32	Edificio de Administración
Talleres - Almacén	1	0.02	0.03	Talleres
Garita	1	0.02	0.03	Garita
Línea de Lodos	1	0.02	0.03	Edificio de Centrífugas
Floculadores			0.10	Floculadores
Sedimentadores			0.10	Sedimentadores
Filtros			0.10	Filtros
Toma			0.73	Toma
TOTAL	20		11.66	

8.3.6 SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO

El alcantarillado sanitario dará servicio al complejo de la PTAP incluyendo los edificios de Administración/Laboratorio, Químicos, Talleres/Almacén. La planta de aguas residuales tendrá una capacidad de un caudal promedio de 1600 gpd. Se dejará unidades individuales de tratamiento para la caseta de entrada.

Las demandas estimadas divididas son:

Tabla 6 Caudal Sanitario Asignado para cada Instalación

Punto de Servicio	Personas	Caudal Medio (lps)	QAS	QFM
EDIFICIO DE ADMINISTRACIÓN	10	0.044	0.035	0.070
TALLERES	3	0.013	0.011	0.021
EDIFICIO DE SOPLADORES DE AIRE	2	0.009	0.007	0.014
TOTAL	20	0.088	0.070	0.140

El Sistema de Alcantarillado Sanitario de la planta, se estructura por un colector principales en diámetro de 6 pulgadas y una longitud de 186m que recogen las aguas residuales desde el este sector descargando en una PTAR y un tanque séptico que se ubica en la garita.

La información de la red corresponde desde el punto de acometida hasta la PTAR. El sistema interno de los edificios será presentado en otro documento.

Para efecto del tratamiento de las aguas residuales, provenientes del Sistema Sanitario de la PTAP, se tendrá en cuenta el Reglamento Técnico DGNT-COPANIT-35-2000, "Agua. Descarga de Efluentes Líquidos Directamente a Cuerpos y Masas de Agua Superficiales y Subterráneas." El sistema de tratamiento de las aguas residuales y su vertimiento se presenta en documento aparte.

Figura 24 Planta de Red Alcantarillado Sanitario



8.3.7 SISTEMA CONTRA INCENDIO

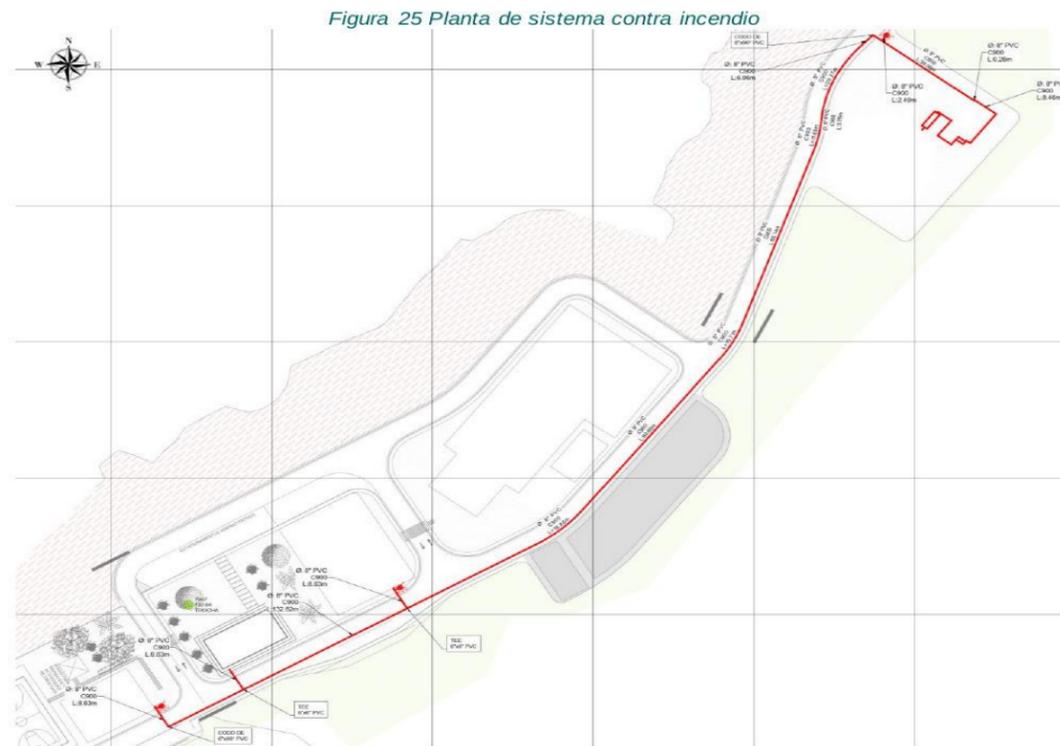
El Sistema Contra Incendio del Complejo de la PTAP es desarrollado tomando en cuenta las necesidades para los hidrantes con los caudales y presiones requeridas. De igual forma se cumplen con los requerimientos para las acometidas de los edificios. Según la NFPA:

La información del sistema contra incendio incluye el desarrollo hasta los puntos de acometida de los edificios. Las redes internas de los edificios serán presentadas en otro documento.



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE



- El cuarto de Generador, en donde se instalará el interruptor principal de la PTAP, la transferencia automática, para accionar el generador en caso de falla de suministro eléctrico, el tablero de distribución principal para alimentar cada edificio, el tablero del sistema contra incendios y el tablero de bombeo de agua potable de la estación.
- Cuarto de Sistema de Bombeo Contra Incendios.
- Sistema de bombeo de Agua potable de la PTAP.
- Tanque reserva de agua potable: el tanque de reserva solo tendrá iluminación perimetral.
- Edificio de Sopladores, En este edificio se instalará el tablero de distribución para alimentar:
 - Sopladores
 - PTAR
 - iluminación perimetral del sistema de tratamiento de agua potable
 - Iluminación del tratamiento de aguas de lavado y secado de lodos.
- Edificio de Químicos, en este edificio se instalará el tablero de distribución para alimentar los dosificadores de procesos.
- Edificio de Administración: en este edificio se instalará el tablero de distribución para en área administrativa y laboratorio.
- Edificio de taller y Almacén: en este edificio se instalará el tablero de distribución para:
 - Iluminación del edificio
 - Iluminación del área recreativa y cancha deportiva
 - Iluminación de vía hacia toma
 - Iluminación de toma.

El sistema dentro de la PTAP se plantea soterrado en vigaductos y cámaras, y sistema de postes para la iluminación.

La potencia total para la PTAP en esta etapa es de 222.49 Kw, utilizando un factor de potencia de 90 indicamos que tenemos una potencia aparente de 244.74 Kva. Para la escogencia del transformador de energía tomamos un factor de seguridad para la carga de 28% lo que nos da un valor de 305.9 Kva, tomamos un valor estándar en el mercado lo que nos da un transformador de 300 Kva trifásico en 34Kv / 208v y/ 120v

8.3.8 ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES

Los escenarios bajo los cuales se realiza el análisis para suministro eléctrico son los siguientes:

- Garita de control, en este punto solo se requerirá de iluminación y tomacorrientes.
- Edificio de Bombeo: en este edificio se encuentran



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



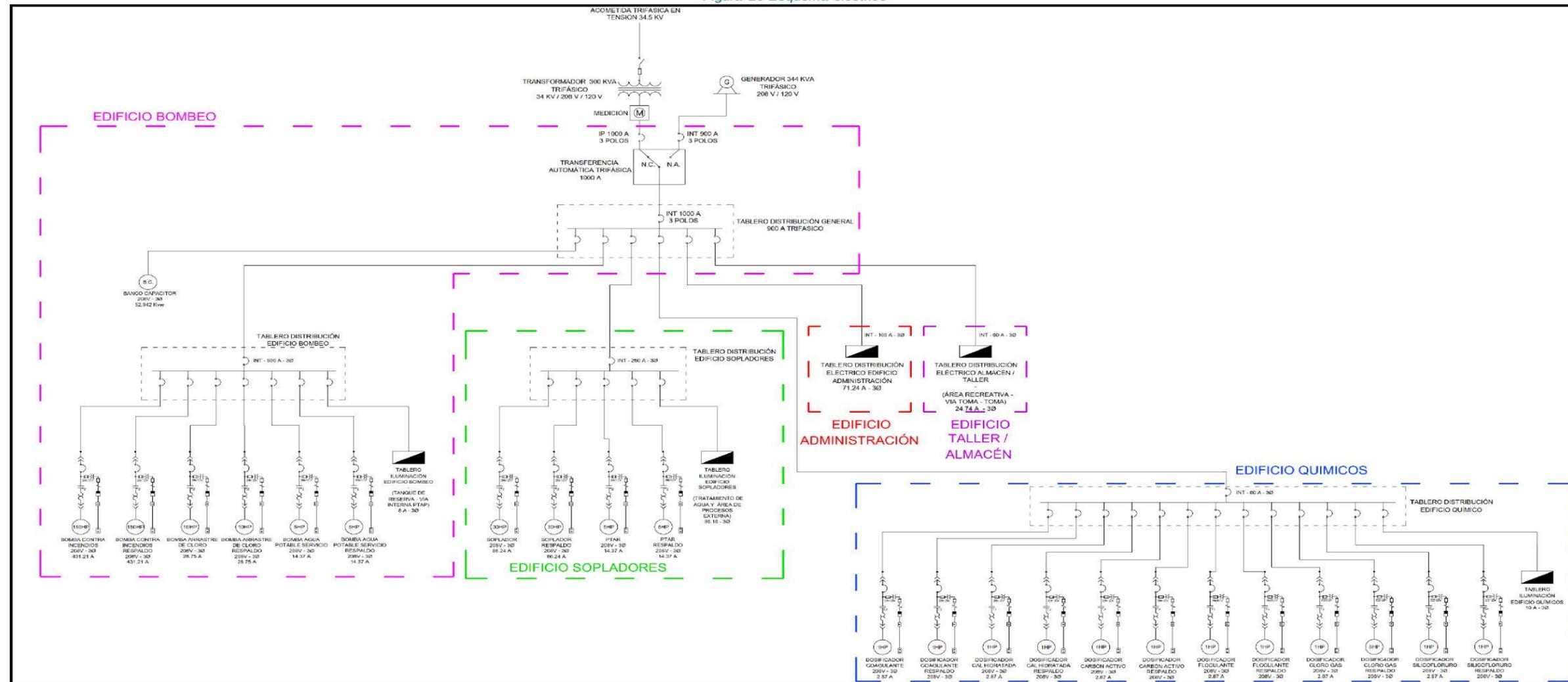
INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE



Figura 26 Esquema eléctrico



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

8.3.8.1 Descripción Sistema de Telecomunicaciones

La acometida de comunicaciones al proyecto será a través de los postes eléctricos que se instalarán para la acometida eléctrica, una vez dentro del proyecto "garita de seguridad, el cableado de telecomunicaciones va en vigaductos para comunicaciones, el mismo conecta todos los edificios de la PTAP, el cableado de acometida de telecomunicaciones llegará al cuarto de comunicaciones que se encuentra en el edificio de administración, esta infraestructura permite llevar tanto fibra óptica, cableado tipo coaxial y cable de cobre multipares, el mismo va a depender del proveedor de telecomunicaciones que se escoja para el suministro de servicio, una vez en el cuarto eléctrico se dispondrá de servicio de telefonía tanto interna como externa de la PTAP a través de una central telefónica y data a través de router o swicht, el monitoreo de equipos e interconectividad de procesos se realiza a través de un sistema de scada (ver Informe de sistema Scada), el mismo interconectara equipos a través de cableado el cual viajara en los vigaducto diseñados para telecomunicaciones

8.3.9 TELEMETRÍA

La telemetría será monitoreada y controlada a través de la Sala del Sistema de Monitoreo, Telemetría y Control Central (SIMTECC). Los detalles de la sala y el monitoreo y control de la red desde la salida de la conducción hasta la red de distribución serán presentados en otro documento.

8.3.10 TANQUE DE RESERVA

Se ha previsto la instalación de un reservorio de 2MGD que servirá para atender picos y valles de la demanda y permitiendo que la planta trabaje de manera constante. El tanque tendrá unas dimensiones de 8.70m de altura y un diámetro de 34m. la base del tanque estará a una elevación de 125m.

8.3.11 SCADA

El sistema SCADA de la planta de agua potable controla la operación de las bombas de los sistemas de la estación y todas las válvulas motorizadas de los sistemas por gravedad, la planta y los tanques de reserva.

Las demás funciones deberán ser monitoreadas por los equipos e instrumentos de la planta potabilizadora. Todos los filtros tendrán un panel de control bajo techo donde se instalarán las botoneras para la operación de las siguientes válvulas motorizadas:

- Válvulas de entrada de agua sedimentada
- Válvulas de salida de agua filtrada
- Válvulas de drenaje
- Válvulas de salida de agua de lavado
- Válvula de retrolavado (agua) y válvula de entrada de aire.

Para la planta se controlarán las siguientes variables:

- Control: Instrumentación, válvula de salida del tanque de almacenamiento y todas las válvulas motorizadas.

- Estado: Todos los dosificadores de productos químicos y cloro-gas, bombas hidroneumáticas, sopladores de aire, válvula de salida del tanque de almacenamiento, alarmas de cloro, alarmas de nivel alto con el fin de identificar desbordamientos, válvulas motorizadas.
- Lectura: Medidor de agua cruda, medidor de agua tratada, turbiedad de agua cruda, turbiedad de agua tratada, nivel del tanque de aguas claras, analizador de cloro, % de apertura de la válvula de salida del tanque aguas claras, válvulas motorizadas y monitores de calidad.

Hidráulica: caudal y presión de salida de agua tratada.

Para el tanque de reserva se verificarán las siguientes variables:

- Control: Válvula de entrada y nivel del tanque de reserva.
- Estado: Válvula de entrada y nivel del tanque de reserva.
- Lectura: Válvula de entrada y nivel del tanque de reserva.

8.3.12 SELECCIÓN DE VÁLVULAS

Las válvulas que se seleccionarán en los distintos procesos de la PTAP, permitirán un adecuado, óptimo funcionamiento y desempeño de la planta, determinando en gran medida su rentabilidad, confiabilidad y disponibilidad. El uso adecuado de estos elementos para cada función o proceso es indispensable para asegurar un desarrollo completo.

Con el fin de seleccionar las válvulas adecuadas para los diversos procesos de la PTAP, se consideran las condiciones de operación como el fluido a manejar, temperatura, función lugar de instalación entre otros. Basados en esto, se clasifican las funciones de las válvulas a usar de la siguiente forma:

- Válvula de Corte
- Válvulas Solenoides
- Válvulas de Control
- Válvulas de Seguridad
- Válvulas de Retención

Filtros – panel de control bajo techo para la instalación de las botoneras para la operación de las válvulas motorizadas:

- Válvula de entrada de agua sedimentada
- Válvula de salida de agua filtrada
- Válvula de drenaje
- Válvula de salida de agua de lavado
- Válvula de retrolavado
- Válvula de entrada de aire

8.3.13 DRENAJE

El drenaje de la planta consta de dos zonas, la primera comprende el drenaje de los taludes producto de los cortes generados. Estos taludes serán protegidos contra la erosión por cunetas colocadas en las banquetas. El segundo comprende el sistema de drenaje del área de las vías y estacionamientos de la planta. Este drenaje constará de tragantes tipo parrilla y tipo L2 según las recomendaciones del MOP. Las tuberías serán de 24" con una longitud aproximada de 570m.

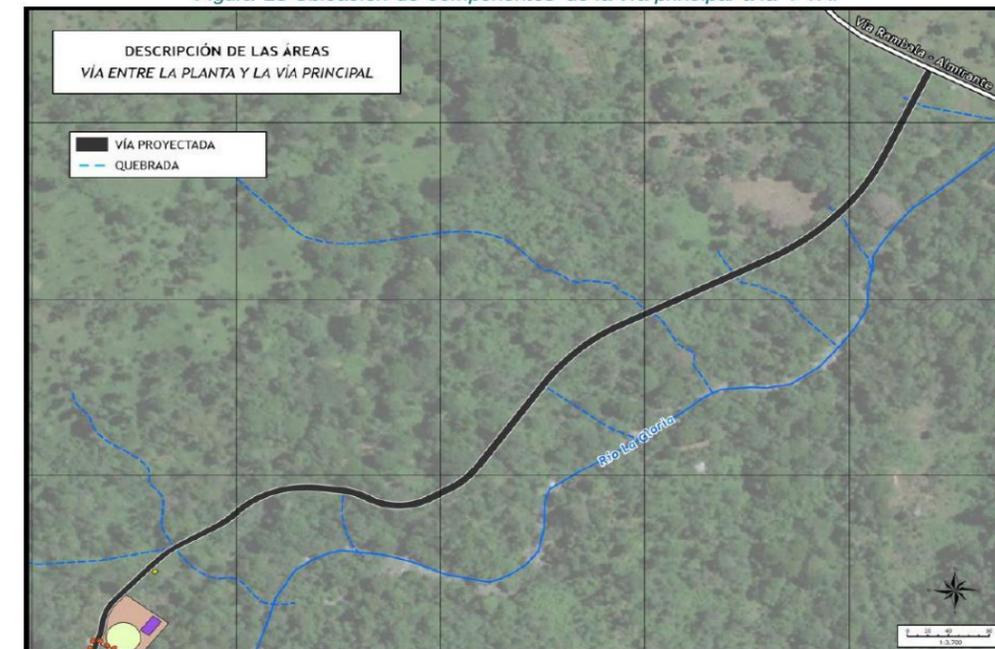
Figura 27 Planta de Red drenaje pluvial



8.4 ÁREA ENTRE LA PTAP Y LA VÍA PRINCIPAL

La zona de la planta a la vía principal está compuesta de la vía principal de acceso a la planta de aproximadamente 1014.53m la cual se plantea sea de asfalto con un ancho de 4.50m con hombros y cunetas. Del lado derecho en dirección a la planta se colocarán los postes eléctricos y la tubería de aducción, esta última será entregado en un diseño conceptual aparte.

Figura 28 Ubicación de componentes de la vía principal a la PTAP



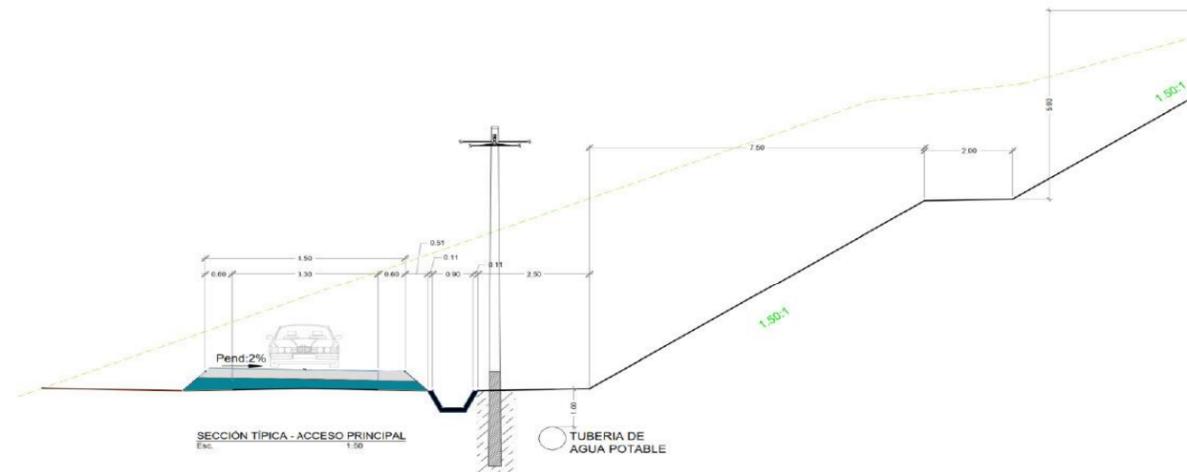
8.4.1 DESCRIPCIÓN DE LA VÍA

La vía de acceso de la PTAP tiene una longitud de 1014.53m comprendida compuesta por una calzada de 4.50m según pliego. La vía de acceso de la PTAP inicia en el estacionamiento 0K+000 en la intersección la Vía Chiriquí – Almirante y finalizando partiendo en el estacionamiento 1K+014.52 a la garita de seguridad de la PTAP. En la intersección con la vía Vía Chiriquí – Almirante se colocarán los respectivos carriles de aceleración/desaceleración.

8.4.2 SECCIÓN TÍPICA

En la siguiente figura se presenta la sección típica de la vía de acceso a la PTAP así como los taludes propuestos.

Figura 29 Sección típica de la vía entre la PTAP y la vía principal



8.4.3 ESTABILIDAD DE TALUDES

Tomando de referencia el estudio de suelo suministrado y el estudio geofísico, se considera un estrato de suelo limo arcilloso de aproximadamente 2.45 metros de consistencia medianamente firme a dura, plasticidad y humedad media a baja. Seguido de roca fracturada saturada. Esta caracterización estará sujeta a verificación con la campaña geotécnica propuesta.

Se proponen taludes de corte con pendientes 1.5H:1V

8.4.4 PAVIMENTO

Para las consideraciones de tráfico se estimó la cantidad de vehículos livianos que ingresarán a la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), dentro de los cuales se consideró los vehículos para el funcionamiento de la PTAP, los de visitas así como los camiones de suministros de materia prima, camiones de servicio o mantenimiento y un porcentaje de camiones que harán uso de la vía durante la construcción y los que tendrán a su cargo la instalación del equipo necesario para el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de (PTAP).



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

Se ha considerado para la pavimentación de las vías sea pavimento flexible.

Figura 30 Estructura de pavimento del acceso a la PTAP

8.4.5 DRENAJE

El manejo de la escorrentía en la vía de acceso principal a la PTAP se realizará a través de cunetas en las zonas de los taludes para la protección contra la erosión y una cuneta la cual se encuentra del lado de la vía. Esta conducirá el flujo hasta las alcantarillas. Estas alcantarillas son 6 de las 10 en total que se encuentran en todo el proyecto con secciones tipo cajón y circulares.

8.4.6 POSTES E ILUMINACIÓN

La acometida eléctrica será instalada en postes de hormigón de 12 metros, en caso de cambiar los requerimientos a 2 circuitos trifásicos se requeriría de postes de hormigón de 14 metros normados por la empresa eléctrica, en estos postes cumplirán con el propósito de llevar la energía eléctrica y a su vez se instalarán luminarias, para la iluminación de la vía de acceso, se considera una separación entre postes de +/- 50 metros. Al ser una zona con características de un área densa arboles sin control de crecimiento, se recomienda utilizar cable ecológico para las líneas trifásicas de alimentación a la PTAP. Este diseño conceptual de la línea trifásica será presentando en un paquete separado.

9 RESOLUCIONES APLICABLES Y REGLAMENTOS

El dimensionamiento de todos los elementos que conforman el proyecto se realizara cumpliendo las siguientes normas reglamentos y decretos:

9.1 COMPENDIO DE NORMAS TÉCNICAS UTILIZADAS EN EL IDAAN

Además de las Normas técnicas utilizadas en el IDAAN se cumplirán con todas las leyes, normas, especificaciones y reglamentos que rigen la contratación y la tramitación de obras establecidas por

- Ministerio de Obras Públicas (MOP)
- Ministerio de Vivienda (MIVI)
- Ministerio de Salud (MINSA)
- Municipios

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE



- Autoridad del Ambiente

9.2 NORMAS SOBRE AGUA POTABLE

- Reglamento Técnico de DGNTI – COPANIT 23- 395-99-Agua Potable.

9.3 NORMAS SOBRE AGUAS SERVIDAS

- Reglamento Técnico de DGNTI – COPANIT 24-99- Calidad de Agua y Reutilización de Aguas Residuales Tratadas.
- Reglamento Técnico DGNTI –COPANIT 35-2000- Descarga de efluentes líquidos directamente a Cuerpos y Masas de Aguas Superficiales y Subterráneas.
- Reglamento Técnico DGNTI –COPANIT 39-2000- Descarga de Efluentes Líquidos Directamente al Sistema de Recolección de Aguas Residuales.
- Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 47-2000– Usos y Disposición de Lodos.

9.4 NORMAS SOBRE PROTECCIÓN Y CONTROL AMBIENTAL

- Ley 41 del 1º de julio del 1998 – Ley General de Ambiente
- Decreto Ejecutivo N.º 59 del 16 de marzo 2000 – Reglamentación del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Decreto ley N.º 35 del 22 de septiembre de 1966– Sobre el uso de las Aguas.
- Decreto Ejecutivo N.º 58 –Procedimiento para La Elaboración de Normas de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles – del 16 de marzo 2000.
- Decreto Ejecutivo N.º 57– 10 de agosto 2004 Reglamento de Auditorías Ambientales y PAMAS.
- Resolución AG-0026-2002, Cronograma de Cumplimiento para la Categorización y Adecuación a los reglamentos técnicos para descarga de aguas residuales.
- Resolución AG-092 2001, Manual Operativo de valuación de Impacto Ambiental.
- Ley N.º 66 del 10 de noviembre de 1947
- Código Sanitario de la República de Panamá. Ley N.º 1 del 3 de febrero de 1994, por la cual se establece la Legislación Forestal de la República de Panamá.
- Ley N.º 24 del 7 de junio de 1995, por la cual se establece la legislación de vida silvestre de la República de Panamá.
- Decreto Ejecutivo N°16 del 5 de marzo de 2002, por el cual se modifica el Decreto Ejecutivo 104 del 23 de diciembre de 1994, sobre Programas Hidrológicos Internacional.
- Ley N.º 44 de 5 de agosto de 2002, que establece el Régimen Administrativo Especial, para el manejo, protección y conservación de cuencas hidrográficas de la República de Panamá.

- Decreto Ejecutivo N.º 57 de 16 de marzo de 200, por el cual se reglamenta la conformación y funcionamiento de las Comisiones 01Consultivas Ambientales.
- Resolución N.º 002-01 de 19 de julio de 2001, mediante la cual se coordina la labor de los miembros SIA con la Autoridad Nacional del Ambiente.
- Ley N.º 77 de 28 de diciembre 2001, que reorganiza el IDAAN y dictan otras disposiciones.
- Reglamento Operativo de la Red Nacional de Cooperación para la Educación Ambiental No Formal.

9.5 NORMAS SOBRE TUBERÍAS PARA SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADOS SANITARIOS

Todas las tuberías y accesorios se ajustarán a las siguientes normas:

- American Water Works Association (A.W.W.A.)
- Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (A.S.T.M.)
- Cast Iron Pipe Association.
- American National Standards Institute (A.N.S.I.) v. Norma Internacional ISO.

9.6 NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES METÁLICOS, TORRES DE METAL, TUBERÍAS Y TANQUES DE ACERO

Todas las obras se regirán para las siguientes normas:

- AWS (American Welding Society)
- ASME (American Society of Mechanical Engineering)

9.7 NORMAS PARA OBRAS CIVILES E INCLUYENDO LAS REPARACIONES DE PAVIMENTO DE HORMIGÓN Y ASFALTO

Todas las obras civiles de regirán para las siguientes normas e incluyendo las reparaciones de hormigón y asfalto

- REP-2014
- ACI
- AISC
- ASTM
- AWS
- AASHTO



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

DISEÑO CONCEPTUAL PTAP CHIRIQUÍ GRANDE



9.8 NORMAS PARA FUNDICIONES DE HIERRO

Las Fundiciones de hierro se regirán para las siguientes normas:

- ASTM
- BS EN124

9.9 NORMAS PARA SISTEMA CONTRA INCENDIO

El sistema contra incendios de la red húmeda exterior será diseñado y seleccionado de acuerdo con la siguiente documentación de referencia:

- NFPA 1: Código de Incendios (Edición 2018).
- NFPA 14: Norma para la Instalación de Sistema de Montantes y Mangueras (Edición 2019).
- NFPA 20: Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios (Edición 2019).
- NFPA 22: Norma para Tanques de Agua para la protección contra incendios Privada (Edición 2018).
- NFPA 24: Norma para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendios y sus Accesorios. (Edición 2019).
- NFPA 25: Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendios a Base de Agua (Edición 2020)
- NFPA 101: Código de Seguridad Humana (Edición 2018).

10 ANEXOS

10.1 INFORME DESCRIPTIVO DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y TELECOMUNICACIONES

10.2 INFORME DE EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD DE TALUDES

10.3 MEMORIA DE CÁLCULO PROCESOS

10.4 INFORME TÉCNICO DE SELECCIÓN DE VÁLVULAS

10.5 INFORME DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

10.6 INFORME DE RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

10.7 INFORME DEL DRENAJE PLUVIAL

10.8 INFORME DE VIALIDAD

10.9 INFORME DE LA RED EXTERIOR DE AGUA DE SISTEMA CONTRA INCENDIOS

10.10 INFORME DE ZANJA PARA INSTALACIÓN DE TUBERÍA

10.11 MEMORIA DEL SISTEMA SCADA

10.12 MEMORIA DE CÁLCULOS DE LAS SOLUCIONES, REACCIONES QUÍMICAS Y CANTIDADES DE USO - MANUAL OPERATIVO PARA USO DE LOS OPERADORES DE LA PLANTA

10.13 INFORME DE PROCESOS Y OPERACIONES UNITARIAS

10.14 INFORME DE SELECCIÓN DEL PROCESO DE EVACUACIÓN Y DISPOSICIÓN DE LODOS

10.15 INFORME DESCRIPTIVO DE REDES DE QUÍMICOS

10.16 ESTUDIO DE SEDIMENTABILIDAD



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO
INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

Revisión: 00 Fecha: 25/04/2022

Realizado	Comprobado	Aprobado
Ing. John Melendez PLADES	Ing. Luis de León PLADES	Ing. Boris Gómez PLADES



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ÍNDICE

1. Informe de Selección de Procesos de Potabilización	3
2. Calidad de Agua Cruda.....	3
3. Calidad de Agua Tratada	6
4. Descripción General de la Solución Adoptada	8
5. Descripción Medidor de Caudal de Agua Cruda.....	12
6. Precloración	12
7. Dosificación en Línea de Coagulante, Cal Hidratada, Carbón Activo en Polvo.....	12
8. Caja Disipadora de Entrada, Vertedero y Canal de Distribución de Agua Cruda	13
9. Floculación Hidráulica de Flujo Horizontal	14
10. Sedimentadores de Alta Tasa.....	17
11. Filtros Rápidos de Flujo Horizontal Descendente	23
12. Desinfección. Cámara de contacto	31
13. Reservorio de Agua Filtrada.....	33

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Procesos Unitarios.....	10
Figura 2. Procesos Unitarios.....	11
Figura 3. Sistema de raspador por cadena	21
Figura 4 . Sistema de flujo inclinado.....	22
Figura 5 . Sistemas de Tolvas	22

LISTADOS DE TABLAS

Tabla 1 Resultados Estudio 2020-10-06	3
Tabla 2 Resultados Estudio 2021-04-17	4
Tabla 3 Resultados Estudio 2022-02-02	5
Tabla 4 Características Biológicas	6
Tabla 5 Características Organolépticas.....	7
Tabla 6 Características Químicas Inorgánicas.....	7
Tabla 7 Características Químicas Orgánicas	8
Tabla 8 Características Radioactivas	8
Tabla 9 Límites de Calidad de Agua Aceptable.....	8

CALCULO DE PROCESOS

1. INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESOS DE POTABILIZACIÓN

El informe correspondiente a la PTAP de Chiriquí Grande se basa en los requerimientos de los Pliegos, los lineamientos de CEPIS para el diseño de plantas de tratamiento de agua potable y las condiciones existentes en la ubicación de la infraestructura.

Las condiciones del Río La Gloria llevan a una solución de toma de fondo con rejillas, desarenador y línea de aducción hasta la Planta. Los sólidos totales que llegarán a través de la línea de aducción a la planta tendrán un tamaño menor de 0.1 mm, quedándose el resto del material en el desarenador. La diferencia de elevaciones entre la toma y la planta es de más de 10 metros con pérdidas en la tubería de aducción de menos de 2 metros. Esta condición permite que en el proceso de diseño detallado se pueda ajustar la planta de ser necesario tomando en cuenta estructuras de disipación a la entrada de la tubería.

2. CALIDAD DE AGUA CRUDA

Para la preparación de este informe se cuentan con 3 estudios de calidad de agua realizados en el Río La Gloria. Los mismos fueron realizados en fechas 2020-10-06, 2021-04-17 y 2022-02-02. Los resultados de estos estudios son los siguientes:

Tabla 1 Resultados Estudio 2020-10-06

Resultados muestra		MU01				
Identificación cliente		Punto de toma de agua				
#	Ensayo	Resultado	Incertidumbre (95 % - k ≈ 2)	Unidades	LDM	VP
1	Sólidos totales	54.0	± 8.0	mg/L	25	NE
2	Turbiedad	0.8	± 0.1	NTU	0.08	1
3	Color	5	NC	UC	NC	15
4	Conductividad	84.6	± 5.2	miliS/cm	NR	850
5	Potencial de hidrógeno, pH	6.6 @ 24.9°C	± 0.1	-	NR	6.5 - 8.5
6	Dureza	40.0	± 2.7	mg/L	NR	200
7	Alcalinidad total	29.2	± 2.5	mg/L	NR	NE
8	Coloides	0.65 (< 0.2 microm)	NC	mg/L	NC	NE
9	Acidez	3.01	± 0.36	mg/L	NC	NE
10	Sólidos totales disueltos	51.0	± 7.4	mg/L	25	500
11	Sólidos totales suspendidos	< 2.5	NA	mg/L	2.5	NE

Resultados muestra		MU01				
Identificación cliente		Punto de toma de agua				
#	Ensayo	Resultado	Incertidumbre (95 % - k ≈ 2)	Unidades	LDM	VP
12	Residuo seco	57.0	NC	mg/L	NC	NE
13	Cloruros	7.7	± 1.6	mg/L	1.9	250
14	Sulfatos	< 10	NA	mg/L	10	250
15	Nitratos	1.10	± 0.19	mg N-NO ₃ /L	0.3	10
16	Fosfato inorgánico (ortofosfatos)	< 0.15	NA	mg/L	0.15	NE
17	Silicatos	20.7	NC	mg/L	NC	NE
18	Alcalinidad de bicarbonatos	29.2	NC	mg/L	NR	NE
19	Alcalinidad de carbonatos	0.0	NC	mg/L	NR	NE
20	Sodio (Na)	6.8911	± 2.1571	mg/L	0.0046	200
21	Potasio (K)	1.0695	± 0.3348	mg/L	0.0011	NE
22	Calcio (Ca)	4.30	± 0.21	mg/L	0.02	NE
23	Magnesio (Mg)	2.1248	± 0.6651	mg/L	0.0036	NE
24	Hierro (Fe)	< 0.08	NA	mg/L	0.08	0.3
25	Manganeso (Mn)	0.0113	± 0.0035	mg/L	0.0001	0.10
26	Fluoruros	0.37	NC	mg/L	0.02	0.8
27	Plomo (Pb)	< 0.0081	NA	mg/L	0.0081	0.01
28	Cromo total (Cr)	< 0.0024	NA	mg/L	0.0024	0.05
29	Mercurio (Hg)	< 0.0037	NA	mg/L	0.0037	0.006
30	Bario (Ba)	0.0318	± 0.0100	mg/L	0.0001	0.70
31	Cadmio (Cd)	< 0.0010	NA	mg/L	0.0010	0.003
32	Arsénico (As)	< 0.0262	NA	mg/L	0.0262	0.01
33	Selenio (Se)	< 0.0218	NA	mg/L	0.0218	0.04
34	Oxígeno disuelto	8.42	NC	mg/L	NC	NE
35	Dióxido de carbono	16.5 (pH = 6.6, T = 24.9 °C)	NC	mg/L	NC	NE
36	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	< 2.0	NA	mg O ₂ /L	2	NE
37	Demanda química de oxígeno (DQO)	30.3	± 6.7	mg O ₂ /L	20	NE



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Resultados muestra		MU01				
Identificación cliente		Punto de toma de agua				
#	Ensayo	Resultado	Incertidumbre (95 % - k ≈ 2)	Unidades	LDM	VP
38	Carbono orgánico total (COT)	8.0	± 3.7	mg/L	5.0	NE
39	Coliformes totales	6 488	4 245 - 9 415	NMP/100 mL	NR	< 1.1
40	Escherichia coli	121.0	65 - 211	NMP/100 mL	NR	< 1.1
41	Coliformes fecales (termotolerantes)	52	23 - 119	NMP/100 mL	NR	NE
42	Algas	Presentes	NA	---	NC	NE

Tabla 2 Resultados Estudio 2021-04-17

Resultados muestra		MU01				
Identificación cliente		Punto de toma de agua				
#	Ensayo	Resultado	Incertidumbre (95 % - k ≈ 2)	Unidades	LDM	VP
1	Coliformes totales	24 196	14 935 - ∞	NMP/100 mL	NR	< 1.1
2	Escherichia coli	657.0	455 - 903	NMP/100 mL	NR	< 1.1
3	Giardia sp	< 1	NA	N° quistes/ 1000 L	NC	< 1
4	Cryptosporidium sp.	< 1	NA	N° quistes/ 1000 L	NC	< 1
5	Olor	1 (Aceptable)	NRR	-	NC	Aceptable
6	Sabor	Aceptable	NRR	-	NRR	Aceptable
7	Turbiedad	2.1	± 0.2	NTU	0.08	1
8	Potencial de hidrógeno, pH	7.0 (18.0 °C)	± 0.1	-	NR	6.5 - 8.5
9	Cloro residual	ND	NA	mg/L	0.02	0.3 - 0.8
10	Microcystina L.R	< 0.001	NA	mg/L	0.001	0.001
11	Aluminio (Al)	1.7	NRR	mg/L	0.083	0.20
12	Antimonio (Sb)	< 0.0070	NA	mg/L	0.0070	0.02
13	Arsénico (As)	< 0.0080	NA	mg/L	0.0080	0.01
14	Bario (Ba)	0.026	NRR	mg/L	0.0030	0.70
15	Cadmio (Cd)	< 0.0010	NA	mg/L	0.0010	0.003
16	Cloruros	2.91	± 0.61	mg/L	1.9	250

Resultados muestra		MU01				
Identificación cliente		Punto de toma de agua				
#	Ensayo	Resultado	Incertidumbre (95 % - k ≈ 2)	Unidades	LDM	VP
17	Cobre (Cu)	< 0.003	NA	mg/L	0.003	1
18	Cianuro	0.001	NRR	mg/L	NRR	0.07
19	Conductividad	48.1	± 2.9	microS/cm	NR	850
20	Cromo total (Cr)	< 0.0050	NA	mg/L	0.0050	0.05
21	Dureza	20.0	± 1.3	mg/L	NR	200
22	Fluoruros	0.08	NC	mg/L	0.02	0.8
23	Hierro (Fe)	0.063	NRR	mg/L	NRR	0.3
24	Manganeso (Mn)	0.0069	NRR	mg/L	0.0050	0.10
25	Mercurio (Hg)	0.00065	NRR	mg/L	0.000050	0.006
26	Molibdeno (Mo)	< 0.0040	NA	mg/L	0.0040	0.07
27	Níquel (Ni)	< 0.010	NA	mg/L	0.010	0.07
28	Nitratos	0.80	± 0.14	mg N-NO3/L	0.3	10
29	Nitritos	0.005	± 0.001	mg N-NO2/L	0.002	1
30	Plomo (Pb)	< 0.0030	NA	mg/L	0.0030	0.01
31	Selenio (Se)	< 0.040	NA	mg/L	0.040	0.04
32	Sodio (Na)	3.8	NRR	mg/L	0.80	200
33	Sólidos totales disueltos	47.5	± 6.9	mg/L	25	500
34	Sulfatos	< 10	NA	mg/L	10	250
35	Zinc (Zn)	< 0.050	NA	mg/L	0.050	5
36	Trihalometanos	< 0.39	NA	microg/L	0.39	100 microg/L (0.1 mg/L)
37	Benceno	< 0.17	NA	microg/L	0.17	10 microg/L (0.01 mg/L)
38	Benzo (a) pireno	< 0.15	NA	microg/L	0.15	0.7 microg/L (0.0007 mg/L)
39	Tolueno	< 0.22	NA	microg/L	0.22	700 microg/L (0.70 mg/L)
40	Xileno	< 0.28	NA	microg/L	0.28	500 microg/L (0.50 mg/L)
41.1	Aldicarb	< 1.3	NA	microg/L	1.3	10 micro/L (0.01 mg/L)
41.2	Aldicarb (sulfóxido)	< 1.1	NA	microg/L	1.1	10 micro/L (0.01 mg/L)



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

Resultados muestra		MU01				
Identificación cliente		Punto de toma de agua				
#	Ensayo	Resultado	Incertidumbre (95 % - k ≈ 2)	Unidades	LDM	VP
41.3	Aldicarb (sulfona)	< 2.0	NA	microg/L	2.0	10 micro/L (0.01 mg/L)
42	Atrazina	< 0.071	NA	microg/L	0.071	100 microg/L (0.1 mg/L)
43	Clorpirifos	< 0.041	NA	microg/L	0.041	30 microg/L (0.03 mg/L)
44	DDT y metabolitos	---	---	---	---	---
44.1	4,4'-DDD	< 0.017	NA	microg/L	0.017	1 microg/L (0.001 mg/L)
44.2	4,4'-DDE	< 0.011	NA	microg/L	0.011	1 microg/L (0.001 mg/L)
44.3	4,4'-DDT	< 0.013	NA	microg/L	0.013	1 microg/L (0.001 mg/L)
45	Dimetoato	< 0.054	NA	mg/L	0.054	6 microg/L (0.006 mg/L)

Tabla 3 Resultados Estudio 2022-02-02

Sección 3: Resultado de Análisis de la Muestra	
Identificación de la Muestra	406-CH-22
Nombre de la Muestra	ÁREA DE CAPTACIÓN DE PLANTA POTABILIZADORA

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO
Cianuro	CN-	mg/L	SM 4500 CN-E/HACH 8027	<0,002	(*)	0,002	0,07
Cloro residual	Cl ₂	mg/L	SM 4500 Cl2 G modificado	<0,04	(*)	0,04	0,3 - 0,8
Cloruros	Cl-	mg/L	SM 4500 Cl- B modificado	<1,71	(*)	1,71	250,0
Coliformes Totales*	C.T.	NMP / 100 mL	SM 9223 B	3550,00	±60,00	1,0	<1,1
Color**	---	UC	SM 2120 C	<2,00	(*)	2,0	15,0
Conductividad Eléctrica	C.E.	µS/cm	SM 2510 B modificado	59,20	±0,60	0,05	850

PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO
Dureza*	Dur	mg/L	SM 2340 C	<0,50	(*)	0,5	200,0
Escherichia Coli*	E.C	NMP / 100 mL	SM 9223 B	100,00	±1,70	1,3	<1,1
Fluoruros**	F-	mg/L	SM 4500 F D	<0,05	(*)	0,05	0,8
Giardia sp.*	---	N° quistes/1000 L	Ballinger modificado	<1,00	(*)	1,00	0,01
Nitratos	NO ₃ -	mg/L	Lovibond método 267	<0,50	(*)	0,50	N.A.
Nitritos	NO ₂ -	mg/L	Lovibond método 276	<0,50	(*)	0,50	N.A.
Potencial de Hidrógeno	pH	UpH	SM 4500 H+ B modificado	7,16	±0,02	0,02	6,5 - 8,5
Sólidos Totales Disueltos	S.T.D.	mg/L	SM 2540 C modificado	36,00	±4,18	15,00	500,0
Sulfatos	SO ₄ 2-	mg/L	SM 4500 SO42-E modificado	<2,00	(*)	2,00	250,0
Trihalometanos*	THM	mg/L	8260B	<0,0006	(*)	0,0006	0,10
Turbiedad	UNT	UNT	SM 2130 B modificado	0,60	±0,14	0,18	1,0

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS							
PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO
Benceno*	C ₆ H ₆	mg/L	8260B	<0,00013	(*)	0,00013	0,01
Benzo(a) pireno*	C ₂₀ H ₁₂	mg/L	8270D	<0,000078	(*)	0,000078	0,0007
Tolueno*	C ₆ H ₅ CH ₃	mg/L	8260B	<0,00041	(*)	0,00041	0,70
Xileno*	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	mg/L	8260B	<0,0016	(*)	0,0016	0,50



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



METALES							
PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO
Aluminio*	Al	mg/L	EPA 200.7	<0,17	(*)	0,17	0,200
Antimonio*	Sb	mg/L	EPA 200.7	<0,02	(*)	0,02	0,020
Arsénico*	As	mg/L	EPA 200.7	<0,01	(*)	0,01	0,010
Bario*	Ba	mg/L	EPA 200.7	<0,30	(*)	0,30	0,700
Cadmio*	Cd	mg/L	EPA 200.7	<0,002	(*)	0,002	0,003
Cobre*	Cu	mg/L	EPA 200.7	<0,09	(*)	0,09	1,00
Cromo total*	Cr	mg/L	EPA 200.7	<0,05	(*)	0,05	0,050
Hierro*	Fe	mg/L	EPA 200.7	<0,17	(*)	0,17	0,300
Manganeso*	Mn	mg/L	EPA 200.7	<0,03	(*)	0,03	0,100
Mercurio*	Hg	mg/L	EPA 200.7	<0,001	(*)	0,001	0,006
Molibdeno*	Mo	mg/L	EPA 200.7	<0,43	(*)	0,43	0,070
Níquel*	Ni	mg/L	EPA 200.7	<0,01	(*)	0,01	0,070
Plomo*	Pb	mg/L	EPA 200.7	<0,01	(*)	0,01	0,010
Selenio*	Se	mg/L	EPA 200.7	<0,17	(*)	0,03	0,040
Sodio*	Na	mg/L	EPA 200.7	5,29	±0,302	0,23	200,00
Zinc*	Zn	mg/L	EPA 200.7	0,03	±0,001	0,01	5,00

PLAGUICIDAS							
PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO
Aldicarb*	---	mg/L	8270D	<0,0015	(*)	0,0015	0,01
Atrazina*	---	mg/L	8270D	<0,00054	(*)	0,00054	0,1
Hidroxiatrazina*	---	mg/L	8270D	<0,00054	(*)	0,00054	0,2
Clorpirifos*	---	mg/L	8270D	<0,00051	(*)	0,00051	0,03
Dimetoato*	---	mg/L	8270D	<0,00069	(*)	0,00069	0,006

METABOLITOS CLOROTRIZAINA							
PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO
Cianazina*	---	mg/L	8270D	<0,00039	(*)	0,00039	0,010
Propazina*	---	mg/L	8270D	<0,0017	(*)	0,0017	0,010
Simazina	---	mg/L	8270D	<0,0013	(*)	0,0013	0,010

METABOLITOS DDT							
PARÁMETRO	SÍMBOLO	UNIDAD	MÉTODO	RESULTADO	INCERTIDUMBRE	L.M.C.	LÍMITE MÁXIMO
4,4'-DDD*	---	mg/L	8081B	<0,0000038	(*)	0,0000038	1,00
4,4'-DDE*	---	mg/L	8081B	<0,0000028	(*)	0,0000028	1,00
4,4'-DDT*	---	mg/L	8081B	<0,0000066	(*)	0,0000066	1,00
2,4'-DDT*	---	mg/L	8081B	<0,000011	(*)	0,000011	1,00

3. CALIDAD DE AGUA TRATADA

La planta de tratamiento deberá procesar el agua para corregir las condiciones de agua cruda cumpliendo la normativa COPANIT 23-395-99 de agua potable; las siguientes tablas resumen las características que se deben cumplir:

Tabla 4 Características Biológicas

CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS PARA EL AGUA POTABLE			
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VMP (1)	OBSERVACIONES
1. Biológicas			
A. Agua distribuida por tubería			
A.1 Agua tratada que entra al sistema de distribución			
Bacterias coliformes fecales	Nº de colonias / 100ml	0	
Bacterias coliformes totales	Nº de colonias / 100ml	0	
A.2. Agua no sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución			
Bacterias coliformes fecales	Nº de colonias / 100ml	0	
Bacterias coliformes totales	Nº de colonias / 100ml	3	



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS PARA EL AGUA POTABLE			
CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	VMP (1)	OBSERVACIONES
A.3. Agua en el sistema de distribución			
Bacterias coliformes fecales	Nº de colonias / 100ml	0	
Bacterias coliformes totales	Nº de colonias / 100ml	3	
B. Agua no distribuida por tuberías			
Bacterias coliformes fecales	Nº de colonias / 100ml	0	
Bacterias coliformes totales	Nº de colonias / 100ml	10	
C. Agua Embotellada			
Bacterias coliformes fecales	Nº de colonias / 100ml	0	La fuente de abastecimiento de agua debe estar exenta de contaminación fecal al igual que el agua final del proceso.
Bacterias coliformes totales	Nº de colonias / 100ml	0	
D. Parámetros de cumplimiento para todas las condiciones (A, B y C)			
Protozoarios (patógenos) Helmintos (patógenos) Organismos de vida libre (algas, otros) Enterovirus Otros Organismos			Los conocimientos actuales no han permitido establecer valores guías para las características biológicas. No obstante, la presencia de cualquiera de estos organismos en el agua potable es indicativo de contaminación y causa de enfermedad. Por lo tanto, no deben estar presentes en el agua de

Tabla 5 Características Organolépticas

VALORES DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICAS PARA EL AGUA POTABLE			
CARACTERÍSTICAS	VALORES MÁXIMOS PERMISIBLES	UNIDADES	OBSERVACIONES
OLOR Y SABOR	Aceptable para la mayoría de los consumidores	----	-----
COLOR	15	unidades de color	Unidades de color en la escala Platino-Cobalto
TURBIEDAD	1,0	UNT	Preferiblemente menor de 1.0 UNT
POTENCIAL DE HIDROGENO	6,5 - 8,5	unidades de Ph	-----
ACEITE Y GRASA	---	----	Debe estar exenta

Tabla 6 Características Químicas Inorgánicas

VALOR MÁXIMO PERMITIDO DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS INORGÁNICAS PARA EL AGUA POTABLE		
CARACTERÍSTICAS	VALOR MÁXIMO PERMITIDO (mg/L)	OBSERVACIONES
Alcalinidad	120,00	como carbonato de calcio
Aluminio	0,20	
Antimonio	0,005	
Arsénico	0,01	
Bario	0,7	
Cadmio	0,003	
Cianuro	0,001	
Cloro residual (1)	1,5	Valor Mínimo 0,8 mg/L
Cloruro	250,00	
Cobre	1,00	
Cromo	0,05	
Dureza Total	100,00	como carbonato de calcio
Fluoruro	1,00	
Hierro	0,30	
Manganeso	0,1	
Mercurio	0,001	
Molibdeno	0,07	
Níquel	0,02	
Nitrato	10,00	
Nitrito	1,0	
Plata	0,05	
Plomo	0,01	
Selenio	0,01	
Sodio	200,00	
Sólidos Disueltos Totales	500,00	
Sulfato	250,00	
Zinc	5,00	

(1) Observaciones para el cloro residual: La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria adecuada, "potable". La desinfección por cloro y sus derivados significa una disminución de bacterias y virus hasta una concentración inocua. La adición de cloro estará sujeta a una concentración máxima de trihalometanos de 0,1 mg/l.



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Tabla 7 Características Químicas Orgánicas

VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS ORGÁNICAS EN EL AGUA POTABLE		
CARACTERÍSTICAS	VALOR MÁXIMO PERMITIDO EN MILIGRAMOS/LITROS (mg/L)	OBSERVACIONES
DETERGENTES	0,2	-----
TRIHALOMETANOS	0,1	-----
COMPUESTO FENOLICOS	0,001	-----
PLAGUICIDAS	---	-----
HIDROCARBUROS	---	-----
PCB (Bifenilos Policlorados)	---	-----

Tabla 8 Características Radioactivas

VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA LAS CARACTERÍSTICAS RADIOACTIVAS EN EL AGUA POTABLE			
CARACTERÍSTICAS	VALOR MÁXIMO PERMITIDO	UNIDADES	OBSERVACIONES
Radioactividad Alfa Global (1)	0,1	Bq/L	
Radioactividad Beta Global (1)	1	Bq/L	

(1) Para facilitar las tareas del monitoreo de la calidad de agua es recomendable rastrear por la presencia de radiaciones originadas por emisores de rayos (Alfa) o emisores de rayos (Beta). En caso de ser detectadas estas radiaciones a niveles iguales a la norma, se aplicarán las medidas de control correspondientes.

La práctica en Panamá es utilizar los lineamientos de CEPIS. Por el tipo de proceso, la planta será de filtración rápida. De acuerdo con la tecnología la planta se clasifica como sistema convencional de alta tasa (tecnología CEPIS/OPS).

Los límites de calidad de agua aceptables para el tratamiento mediante filtración rápida completa son:

Tabla 9 Límites de Calidad de Agua Aceptable

Parámetros	90% del tiempo	80% del tiempo	Esporádicamente
Turbiedad (UNT)	<1,000	<800	<1,500; si excede, considerar presedimentación
Color (UC)	<150	<70	
NMP de coliformes termotolerantes/100mL	<600		Si excede de 600, se debe considerar predesinfección



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El tratamiento mediante filtración rápida con tecnología CEPIS/OMS tendrá la capacidad de potabilizar continuamente el agua cruda dentro de los límites aceptables por CEPIS. La PTAP tendrá los procesos de mezcla rápida, floculación, sedimentación acelerada, filtración rápida, desinfección en laberinto de cloración con los requerimientos de aplicación de químicos en diferentes puntos del proceso de potabilización (pre-cloración, dosificación de sulfato de aluminio, dosificación de polímero líquido, dosificación de cal hidratada, dosificación de carbón activado, dosificación de fluoruro de sodio y poscloración.)

El nuevo sistema tendrá capacidad para potabilizar de manera continua, agua cruda mediante tratamiento convencional, el cual incluye los siguientes procesos: mezcla rápida, floculación, sedimentación acelerada, filtración rápida, desinfección en laberinto de cloración y tratamiento químico.

La solución adoptada contará con:

- ✓ Medición de caudal de agua cruda entrada a la planta potabilizadora.
- ✓ Pre-Cloración
- ✓ Dosificación en Línea de coagulante, cal hidratada, carbón activo en polvo
- ✓ Caja Disipadora de entrada, vertedero y canal de distribución de agua
- ✓ Floculación
- ✓ Sedimentación de alta tasa
- ✓ Filtración rápida con medio dual (Antracita-Arena).
- ✓ Dosificación de cloro gas (post cloración)
- ✓ Dosificación de silicofluoruro de sodio
- ✓ Reservorios de agua tratada
- ✓ Medición de caudal de agua tratada salida de la Planta Potabilizadora.
- ✓ Tratamiento de aguas de lavado y secado de lodos

Los escenarios bajo los cuales se realizan los cálculos son los siguientes:

Actual: Caudal de agua cruda 5,5 MGD, CUBRE EL 100% DE LA CAPACIDAD NOMINAL DEL ESCENARIO ACTUAL CON 5 SEDIMENTADORES.

Actual (-1): Caudal de agua cruda 5,0 MGD, CAUDAL DE DISEÑO SEGÚN PLIEGOS CUBRE EL 90% DE LA CAPACIDAD NOMINAL DEL ESCENARIO ACTUAL CON 4 SEDIMENTADORES.

Todos los cálculos que se incluyen en el desarrollo de esta memoria se presentan para el escenario actual de capacidad 5,5 MGD y para el escenario actual (-1) el cual es el escenario de diseño de capacidad 5,0 MGD.

En el escenario Actual (-1) se evalúan los cálculos para cubrir el 90% de la capacidad nominal del escenario Actual con 4 sedimentadores.

Los siguientes son los datos de partida del influente para los cuales se proyectan las siguientes características y cantidades de tratamiento:



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Datos influentes	Unidad	Actual	Actual (-1)
Caudal nominal de agua tratada	MGD	5,1	5,1
Caudal de producción en cada escenario sobre nominal	%	100%	90%
Caudal agua tratada	MGD	5,1	4,6
equivalente a	m3/d	19.319	17.387
equivalente a	m3/h	805	724
equivalente a	m3/s	0,22	0,20
% de pérdidas máximo	%	8,0%	8,0%
Caudal agua cruda	MGD	5,5	5,0
equivalente a	m3/d	20.999	18.899
equivalente a	m3/h	875	787
equivalente a	m3/s	0,24	0,22
Calidad del agua			
Sólidos en suspensión (valor medio)	mg/l	45	45
Temperatura	°C	30	30
Líneas de tratamiento			
Número de líneas construidas	ud	5	5
Número de líneas fuera de servicio en el escenario	ud	0	1
Número de líneas de tratamiento operativas	ud	5	4
Anchura libre entre muros principales por línea	m	2,8	2,8

Los siguientes diagramas ilustran los procesos unitarios desarrollados en la presente memoria con las características más importantes:



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE





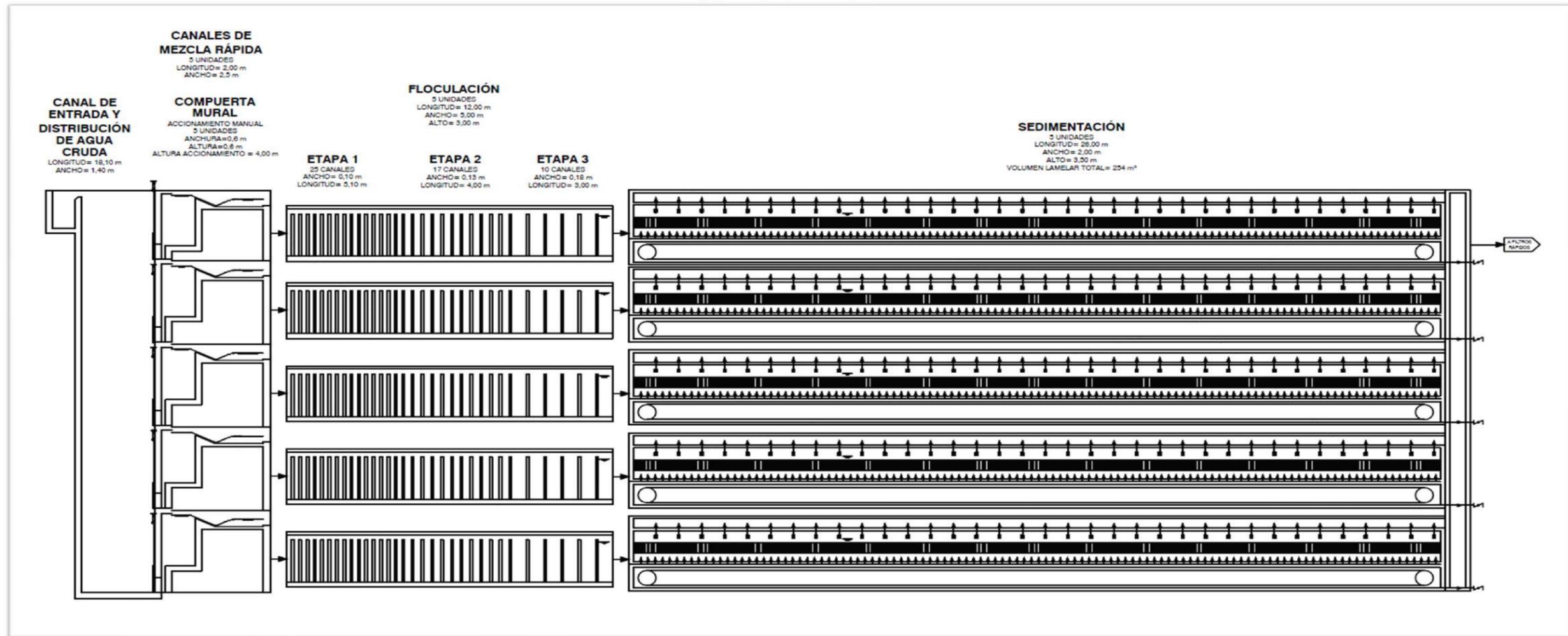
INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Figura 1. Procesos Unitarios

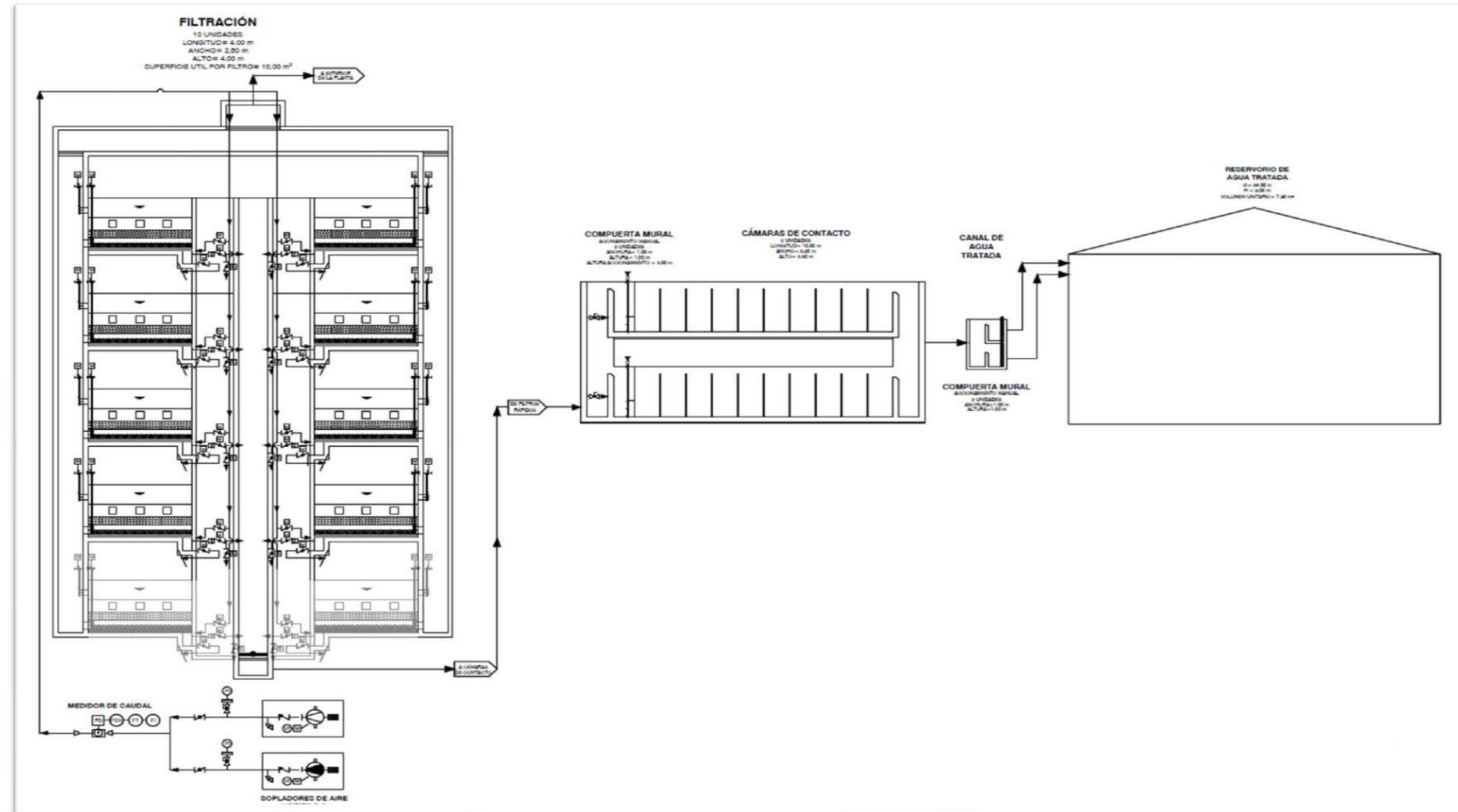


CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

Figura 2. Procesos Unitarios



5. DESCRIPCIÓN MEDIDOR DE CAUDAL DE AGUA CRUDA

Se ubicará un medidor de caudal de agua cruda antes de la entrada de la tubería de 24" de la aducción a la cámara de entrada. Este medidor de caudal será electromagnético de paso completo con su caja y con sus acometidas eléctricas y de telecomunicaciones con el fin de realizar el monitoreo del mismo en el sistema SCADA.

6. PRECLORACIÓN

Las características naturales físico-químicas y microbiológicas de los cuerpos de aguas superficiales, como lo es el caso, del río La Gloria, se caracterizan por la presencia de materia orgánica que se origina debido a la descomposición de la biomasa terrestre y acuática, así como por la lixiviación y escorrentía de material orgánico presente en el suelo. Esta materia orgánica sumada a la presencia normal de algas y microorganismos presentes en cuerpos de agua superficial aporta color, sabor, olor y fomenta la formación de biopelículas en los sistemas de abastecimiento de agua.

Estas biopelículas pueden formarse en las paredes de los diferentes tanques o operaciones unitarias que componen los sistemas de potabilización, interfiriendo en la remoción de hierro, manganeso y potenciando el transporte de materiales por desprendimientos repentinos que se ven reflejados en incrementos en la demanda de químicos y costos de tratamiento.

Acorde a la problemática planteada anteriormente, en la mayoría de los sistemas de potabilización de agua en el mundo, se realiza la precloración o predesinfección como método para acondicionar el agua cruda en el ingreso del sistema, eliminando algas, bacterias formadoras de biopelícula, microorganismos que generan sedimentos, ayudando así a que los tratamientos posteriores sean más eficientes.

En el caso del sistema de potabilización propuesto para la Planta de Tratamiento de Agua Potable Chiriquí Grande, es importante realizar la precloración o predesinfección del agua en la entrada del sistema. Esta actividad se propone para evitar la presencia de algas, organismos formadores de biopelícula y bacterias planctónicas que generan problemas de olor y sabor. También se busca eliminar condiciones que fomenten la protección de bacterias patógenas. Otro beneficio inherente es la disminución de los costos asociados con los químicos empleados en el tratamiento, debido a la alta eficiencia del Cloro para oxidar materia orgánica e inorgánica presente en el agua, siendo este el agente oxidante más común empleado en precloración o desinfección

La precloración se instalará en línea en la tubería, antes del punto de dosificación de químicos.

7. DOSIFICACIÓN EN LÍNEA DE COAGULANTE, CAL HIDRATADA, CARBÓN ACTIVO EN POLVO

La dosificación del coagulante se realizará con un mezclador estático tipo KOMAX antes de la entrada de la tubería de aducción a la caja disipadora de entrada.

El mezclador tipo proporcionará un rendimiento de mezcla alto con una longitud de mezcla corta, consiguiendo con ello una alta eficiencia gracias a la mezcla de triple acción estos sistemas se usan luego que ya se han introducido aditivos en el flujo principal (tubería de entrada) de la tubería aguas arriba del mezclador.

Para alcanzar una eficiencia cercana al 100% de la mezcla, se optará por un mezclador estático tipo KOMAX en la entrada de la tubería de aducción y de un mezclador tipo resalto hidráulico con gradientes de velocidad comprendidos entre 700 y 1300 seg-1 previo al tratamiento de floculación; asegurando así la estabilidad del mismo. Además, el tiempo de mezcla será siempre menor a 1 segundo, tal y como marca el CEPIS.

En este proceso, los productos químicos se dosificarán en soluciones diluidas. Los productos químicos previstos para aplicación en la mezcla rápida son:

- ✓ Coagulante (Sulfato de Aluminio)
- ✓ Floculante (Polímero Líquido)
- ✓ Alcalinizante (Cal hidratada)
- ✓ Carbón activado
- ✓ Fluoruro de sodio
- ✓ Cloración (en caso de emergencia)
- ✓ La siguiente tabla ilustra los cálculos de las líneas de mezcla rápida:

Datos	Unidad	Actual	Actual (-1)
Caudal a tratar	m3/h	875	787
Tipo	Resalto hidráulico en canal	Resalto hidráulico en canal	Resalto hidráulico en canal
Número de mezcladores	ud	5	4
Diseño			
Caudal por canal	m3/s	0,05	0,05
Anchura	m	2,50	2,50
Caudal unitario	m3/s/m	0,02	0,02
Longitud de la rampa (X)	m	1,5	1,5
Altura de rampa de entrada (E0)	m	0,25	0,25
Inclinación	rad	0,17	0,17
equivalente	°	9,46	9,46

Datos	Unidad	Actual	Actual (-1)
Número de Froude (tanteo)		5,97	9,01
$K K = \cos \theta (F + (\cos \theta / 2 F))$		5,97	8,94
$\theta \theta = \cos^{-1} [F^2 / (2/3 F K)^{3/2}]$	rad	1,26	1,36
equivalente	°	72,08	78,10
Relación entre alturas, antes y después (a)	m/m	8,90	13,17
Altura antes del resalto (d1)	m	0,011	0,008
Profundidad antes del resalto (h1)	m	0,011	0,008
Velocidad al inicio del resalto	m/s	1,708	2,583
F - Número de Froude		5,1	9,0
Profundidad después del resalto (h2)	m	0,10	0,11
Velocidad después del resalto (v2):	m/s	0,19	0,20
Longitud de resalto (L)	m	0,53	0,61
Pérdida de carga (hp)	m	0,20	0,20
Volumen de resalto	m ³	0,07	0,09
Temperatura del agua	°C	30	30
Factor		3.425	3.425
Gradiente de velocidad G	1/s	1.255	1.190
Tiempo de mezcla (s)	s	0,56	0,44
Grada al final del resalto necesaria	m	0,017	0,018
Altura de agua en vertedero (h3)	m	0,05	0,05
Velocidad en vertedero (v3):	m/s	0,40	0,42
Comprobación			
Energía inicial $E_0 + h_3 + v_3^2/2g$		0,31	0,31
Energía final $h_p + h_2 + v_2^2/2g$		0,31	0,31
Diferencia (comprobar que se aproxima a cero)		0,00	0,00

8. CAJA DISIPADORA DE ENTRADA, VERTEDERO Y CANAL DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA CRUDA

La caja disipadora de entrada tendrá el ancho de las cinco unidades de floculadores que le siguen. El largo de la caja será el suficiente para que la tubería de aducción entre por la parte inferior del mismo, se disipe la energía y pase sobre un vertedero que permita que de manera uniforme de distribuya el caudal que llega a la planta por la aducción al canal de entrada de los floculadores.

El canal de distribución a los floculadores contará con compuertas deslizantes y un vertedero lateral que evitará cargas superiores de flujo.

Las siguientes son las especificaciones técnicas mínimas de las compuertas del canal de distribución de agua cruda:

- ✓ Ubicación: Acometida de agua cruda
- ✓ Servicio: Aislamiento
- ✓ Tipo: Mural
- ✓ N° equipos: 5 compuertas en cámaras acometida de agua cruda
- ✓ Dimensiones compuertas: 600 mm x 600 mm
- ✓ Estanquidad: a cuatro (4) lados, con cuñas de apriete regulable, INOX 316-INOX 316+elastómero

Los siguientes son los cálculos del canal de acometida de agua cruda:

Datos influentes	Unidad	Actual	Actual (-1)
Caudal total	m ³ /s	0,24	0,22
Tubería de entrada			
Diámetro tubería de llegada	mm	600	600
Velocidad	m/s	0,86	0,77
Canal de agua cruda			
Anchura de canal	m	1,4	1,4
Altura de lámina de agua	m	2,80	2,80
Máximo flujo horizontal	m ³ /s	0,24	0,22
Velocidad máxima de circulación por canal	m/s	0,06	0,06
Compuertas de entrada a cámaras			
Número de compuertas	ud	5	4
Caudal por compuerta	m ³ /s	0,05	0,05
Ancho	m	0,6	0,6
Alto	m	0,6	0,6
Velocidad de paso por compuerta	m/s	0,14	0,15

9. FLOCULACIÓN HIDRÁULICA DE FLUJO HORIZONTAL

En la etapa de floculación se procura el crecimiento de los flóculos y su conservación en suspensión para que puedan pasar al proceso de sedimentación. La unidad debe generar una agitación lenta aplicando velocidades decrecientes mediante la hidráulica del sistema.

Se construirán cinco (5) floculadores hidráulicos de flujo horizontal para tratar no menos del 90% de la capacidad nominal cuando un floculador esté fuera de servicio. Cinco líneas formadas por tres cámaras en serie.

- ✓ Número de líneas: 5 unidades
- ✓ Número de cámaras en serie por línea: 3 unidades

El flujo horizontal en cada floculador será dirigido por tabiques de bloques rellenos repellados y contará con tres etapas en serie; cada etapa diferenciada de las otras por la separación entre tabiques, cantidad de tabique, tiempo de retención, velocidad del agua en canales entre tabiques y gradiente hidráulico.

Se dejarán en el fondo del floculador unos sumideros que serán abiertos cuando la unidad entre a mantenimiento y limpieza.

El tipo de floculador que se tiene previsto es de tabiques o pantallas; los cuales son los más eficientes y económicas de todos los floculadores que se usan para las plantas de tratamiento de agua potable. Debido a la gran cantidad de compartimientos que tienen se confinan de una forma adecuada el tiempo de retención, el tiempo real es prácticamente igual al tiempo teórico.

Debido a que no se requiere energía eléctrica para su funcionamiento, el costo de producción es muy bajo.

La siguiente tabla ilustra los cálculos de los floculadores hidráulicos:

DATOS DE PARTIDA:

Datos	Unidad	Actual	Actual (-1)
Caudal a tratar	m3/h	875	787
Número de líneas	ud	5	4

PARAMETROS DE DISEÑO:

Parámetros de diseño	Unidad	Actual	Actual (-1)
Número de etapas en serie	ud	3	3
Temperatura del agua	°C	30	30
Coeficiente de Manning		0,013	0,013
Coeficiente K de pérdida en giro		2,0	2,0
Sobreancho en el paso de vuelta s/ancho canal		1,50	1,50
Anchura de separador	m	0,10	0,10

Parámetros de diseño	Unidad	Actual	Actual (-1)
Tiempo de retención etapa 1	s	300	300
Tiempo de retención etapa 2	s	300	300
Tiempo de retención etapa 3	s	300	300
Gradiente de velocidad etapa 1	1/s	60	60
Gradiente de velocidad etapa 2	1/s	40	40
Gradiente de velocidad etapa 3	1/s	20	20
Velocidad en etapa 1	m/s	0,25	0,25
Velocidad en etapa 2	m/s	0,22	0,22
Velocidad en etapa 3	m/s	0,15	0,15

LINEAS, ETAPAS Y CÁMARAS:

Líneas, etapas y cámaras	Unidad	Actual	Actual (-1)
Número de líneas	ud	5	4
Número de etapas en serie	ud	3	3
Número total de cámaras	ud	15	12
Caudal por línea	m3/h	175	197
equivalente	m3/s	0,05	0,05

PREDIMENSIONAMIENTO PRIMERA ETAPA:

Predimensionamiento PRIMERA etapa	Unidad	Actual	Actual (-1)
Caudal	m3/s	0,049	0,055
Tiempo de retención	min	5,0	5,0
Velocidad	m/s	0,25	0,25
Longitud de recorrido del agua	m	75,0	75,0
Area	m2	0,19	0,22
Altura de lámina	m	2,80	2,80
Ancho de los canales propuesta	m	0,07	0,08
Ancho de los canales adoptada	m	0,10	0,10
Area adoptada	m2	0,28	0,28



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Predimensionamiento PRIMERA etapa	Unidad	Actual	Actual (-1)
Velocidad	m/s	0,17	0,20
Sobreancho en el paso de vuelta s/ancho canal		1,50	1,50
Ancho en la vuelta	m	0,15	0,15
Gradiente objetivo	1/s	60	60
Temperatura del agua	°C	30	30
Factor		3.425	3.425
Pérdida de carga requerida en tramo	m	0,092	0,092
Coefficiente de Manning		0,013	0,013
Pérdida primaria	m	0,0212	0,0269
Pérdida necesaria en giros	m	0,071	0,065
Coefficiente K de pérdida en giro		2,0	2,0
Pérdida en cada giro	m	0,0031	0,0039
Número de giros resultantes	ud	23,1	16,8
Número de giros adoptado	ud	25	25
Número de recorridos en anchura	m	26	26
Ancho entre muros principales resultante	m	2,9	2,9
Ancho entre muros principales adoptado	m	2,50	2,50
Longitud de recorrido del agua final	m	65,0	65,0
Traslape de muros	m	2,2	2,2

DIMENSIONAMIENTO DEL VASO PRINCIPAL:

Dimensiones del vaso principal	Unidad	Actual	Actual (-1)
Largo	m	5,1	5,1
Ancho	m	2,50	2,50
Longitud de cada deflector	m	2,4	2,4
Volumen útil	m3	19,3	19,3
Pérdida de carga primaria	m	0,0184	0,0233
Pérdida de carga secundaria	m	0,0768	0,0972
Pérdida de carga total	m	0,0952	0,1205

PREDIMENSIONAMIENTO SEGUNDA ETAPA:

Predimensionamiento SEGUNDA etapa	Unidad	Actual	Actual (-1)
Caudal	m3/s	0,049	0,055
Tiempo de retención	min	5,0	5,0
Velocidad	m/s	0,22	0,22
Longitud de recorrido del agua	m	66,0	66,0
Área	m2	0,22	0,25
Altura de lámina	m	2,71	2,68
Ancho de los canales propuesta	m	0,08	0,09
Ancho de los canales adoptada	m	0,13	0,13
Área adoptada	m2	0,35	0,35
Velocidad	m/s	0,14	0,16
Sobreancho en el paso de vuelta s/ancho canal		1,50	1,50
Ancho en la vuelta	m	0,20	0,20
Gradiente objetivo	1/s	40	40
Temperatura del agua	°C	30	30
Factor		3.425	3.425
Pérdida de carga requerida en tramo	m	0,041	0,041
Coefficiente de Manning		0,013	0,013
Pérdida primaria	m	0,0084	0,0109
Pérdida necesaria en giros	m	0,033	0,030
Coefficiente K de pérdida en giro		2,0	2,0
Pérdida en cada giro	m	0,0019	0,0025
Número de giros resultantes	ud	16,8	12,0
Número de giros adoptado	ud	17	17
Número de recorridos en anchura	m	18	18
Ancho entre muros principales resultante	m	3,7	3,7
Ancho entre muros principales adoptado	m	2,50	2,50
Longitud de recorrido del agua final	m	45,0	45,0
Traslape de muros	m	2,1	2,1



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



DIMENSIONAMIENTO DEL VASO PRINCIPAL:

Dimensiones del vaso principal	Unidad	Actual	Actual (-1)
Largo	m	4,0	4,0
Ancho	m	2,50	2,50
Longitud de cada deflector	m	2,3	2,3
Volumen útil	m3	16,8	16,6
Pérdida de carga primaria	m	0,0057	0,0074
Pérdida de carga secundaria	m	0,0330	0,0427
Pérdida de carga total	m	0,0387	0,0501

PREDIMENSIONAMIENTO TERCERA ETAPA:

Predimensionamiento TERCERA etapa	Unidad	Actual	Actual (-1)
Caudal	m3/s	0,049	0,055
Tiempo de retención	min	5,0	5,0
Velocidad	m/s	0,15	0,15
Longitud de recorrido del agua	m	45,0	45,0
Área	m2	0,32	0,36
Altura de lámina	m	2,66	2,62
Ancho de los canales propuesta	m	0,12	0,14
Ancho de los canales adoptada	m	0,18	0,18
Área adoptada	m2	0,48	0,47
Velocidad	m/s	0,10	0,12
Sobreancho en el paso de vuelta s/ancho canal		1,50	1,50
Ancho en la vuelta	m	0,30	0,30
Gradiente objetivo	1/s	20	20
Temperatura del agua	°C	30	30
Factor		3.425	3.425
Pérdida de carga requerida en tramo	m	0,010	0,010
Coeficiente de Manning		0,013	0,013
Pérdida primaria	m	0,0020	0,0027
Pérdida necesaria en giros	m	0,008	0,008

Predimensionamiento TERCERA etapa	Unidad	Actual	Actual (-1)
Coeficiente K de pérdida en giro		2,0	2,0
Pérdida en cada giro	m	0,0011	0,0014
Número de giros resultantes	ud	7,8	5,5
Número de giros adoptado	ud	10	10
Número de recorridos en anchura	m	11	11
Ancho entre muros principales resultante	m	4,1	4,1
Ancho entre muros principales adoptado	m	2,50	2,50
Longitud de recorrido del agua final	m	27,5	27,5
Traslape de muros	m	1,90	1,90

DIMENSIONAMIENTO DEL VASO PRINCIPAL:

Dimensiones del vaso principal	Unidad	Actual	Actual (-1)
Largo	m	3,0	3,0
Ancho	m	2,5	2,5
Longitud de cada deflector	m	2,2	2,2
Volumen útil	m3	14,0	13,8
Pérdida de carga primaria	m	0,0012	0,0016
Pérdida de carga secundaria	m	0,0105	0,0137
Pérdida de carga total	m	0,0117	0,0153

PARAMETROS FINALES DE FUNCIONAMIENTO:

Parámetros finales de funcionamiento	Unidad	Actual	Actual (-1)
Tiempo de retención etapa 1	s	374	333
Tiempo de retención etapa 2	s	326	287
Tiempo de retención etapa 3	s	271	237
Tiempo total	min	16,2	14,3
Gradiente de velocidad etapa 1	1/s	55	65
Gradiente de velocidad etapa 2	1/s	37	45
Gradiente de velocidad etapa 3	1/s	23	20
Velocidad en etapa 1	m/s	0,17	0,20



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Parámetros finales de funcionamiento	Unidad	Actual	Actual (-1)
Velocidad en etapa 2	m/s	0,14	0,16
Velocidad en etapa 3	m/s	0,10	0,12
Vaciado de elementos			
Volumen de un floculador	m3	50	
Velocidad de circulación pro tubería de vaciado	m/s	1,5	
Diámetro conducto	mm	200	
Caudal de vaciado	m3/h	170	
Tiempo de vaciado	h	0,3	

10. SEDIMENTADORES DE ALTA TASA

Una vez los flóculos pasan del floculador al sedimentador las condiciones en esta unidad deben permitir la deposición o decantación de las partículas. Este proceso se logra con el efecto gravitacional teniendo en cuenta que las partículas deben tener un peso específico mayor que el fluido.

La solución que ha sido adoptada es la de sedimentadores rectangulares con lamelas para maximizar el tiempo de circulación reduciendo al máximo la velocidad.

La sedimentación es, en esencia, un fenómeno netamente físico y constituye uno de los procesos utilizados en el tratamiento del agua para conseguir su clarificación. Está relacionada exclusivamente con las propiedades de caída de las partículas en el agua. Cuando se produce sedimentación de una suspensión de partículas, el resultado final será siempre un fluido clarificado y una suspensión más concentrada.

Se ha previsto el diseño y construcción de seis (5) sedimentadores rectangulares, del tipo laminar (o acelerada) de flujo ascendente y con capacidad de tratamiento de 5,5 MGD. Los sedimentadores lamelares pueden tratar caudales mayores en un área y estructura menor de la que requieren los decantadores convencionales y su eficiencia es superior; además, no requieren de energía eléctrica para su operación.

Cada sedimentador contará con 102 m3 de volumen de lamelas, cubriendo toda el área superficial de cada sedimentador y sin dejar espacios muertos. El material de las lamelas será PVC y estarán instalados sobre una soportería en metal inoxidable. La altura vertical de cada paquete de lamelas será de 1,0 m.

Los sedimentadores han sido dimensionados hidráulicamente para producir no menos del 90% de la capacidad nominal cuando uno de ellos se encuentre fuera de servicio.

Se ha previsto que los sedimentadores cuenten con un sistema continuo de extracción de lodos, el cual permite la extracción del lodo hidráulicamente aprovechando la carga de agua que genera la cota de lámina del sedimentador.

Los siguientes son los cálculos de los sedimentadores:

PARAMETROS DE DIMENSIONAMIENTO:

Parámetros de dimensionamiento	Unidades	Actual	Actual (-1)
Tipo de decantación		Lamelar de flujo ascendente	
Configuración del sedimentador		Rectangular	
Tipo de reparto de caudal		Canal longitudinal de distribución uniforme	
Tipo recogida de fango		Tolvas separadas y extracción hidráulica y uniforme	
Tipo de control de extracción de fango		Válvulas neumáticas automatizadas	
Carga superficial	m3/m2/d	100	100
equivalente	m3/m2/h	4,17	4,17
Carga hidráulica máxima sobre vertedero	m3/m/h	15	15
Superficie específica máxima de lamelas	m3/m2	10	10

PARAMETROS DE DISEÑO HIDRÁULICOS:

Parámetros de diseño hidráulicos	Unidades	Actual	Actual (-1)
Número de sedimentadores en funcionamiento	ud	5	4
Caudal de diseño por sedimentador	m3/h	174,99	196,86
Velocidad ascensional máxima (referida a la superficie total)	[m³/m²/h]	7,50	7,50
Velocidad ascensional máxima (referida a la superficie lamelar)	m3/m2/h	0,9	0,9
	m3/m2/d	21,60	21,60
Relación longitud:anchura mínima		4,5	4,5
Velocidad horizontal de aproximación recomendada	[m/s]	0,01	0,01
Velocidad horizontal máxima bajo lamelas recomendada	[m/s]	0,02	0,02
Velocidad a través de los tubos recomendada	m/s	0,0025 - 0,033	0,0025 - 0,033
Número de Reynolds máximo		100,00	100,00
Número de Froude mínimo		1,00E-05	1,00E-05
Carga hidráulica sobre vertedero recomendada	m3/h.m	12,50	12,50
Viscosidad cinemática del agua a la temperatura de diseño	micro m2/s	0,836	0,836



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



PARÁMETROS DE DISEÑO DE LAS LAMELAS:

Parámetros de diseño de las lamelas	Unidades	Actual	Actual (-1)
Superficie equivalente específica de la lamela seleccionada	m ² /m ³	11	11
Altura vertical del módulo	m	1	1
Pendiente	°	55	55
Distancia entre lamelas	mm	45	45
Radio hidráulico	cm	2,0	2,0
Material		PVC	PVC
Temperatura máxima de servicio	°C	55	55
Peso específico en seco	kg/m ³	80	80
Longitud de los tubos en el sentido de la corriente	m	1,22	1,22

GEOMETRÍA DEL SEDIMENTADOR:

Geometría del sedimentador	Unidades	Actual	Actual (-1)
Superficie total necesaria por sedimentador	[m ²]	23	26
Superficie total necesaria de lamelas por sedimentador	m ² /m ³	194	219
Superficie equivalente específica de la lamela seleccionada	m ² /m ³	11	11
Coefficiente de utilización		0,85	0,85
Superficie equivalente específica por metro de altura	m ² /m ³	9,35	9,35
Superficie equivalente específica para el módulo propuesto	m ² /m ³	9,35	9,35
Anchura adoptada en superficie por sedimentador	m	2,00	2,00
Longitud mínima necesaria en superficie por sedimentador	m	9,00	9,00
Longitud adoptada en superficie por sedimentador	m	26,00	26,00
Superficie útil adoptada por sedimentador	m ² /m ³	52	52
Fracción superficial de cada sedimentador cubierto por lamelas	%	80,0%	80,0%
Superficie útil lamelar adoptada por sedimentador	m ² /m ³	389	389
Resguardo adoptado	m	0,40	0,40
Altura de agua sobre los módulos de lamelas	m	0,30	0,30
Altura de agua bajo los módulos de lamelas	m	2,20	2,20
Altura total útil adoptada	m	3,50	3,50

PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO:

Parámetros de funcionamiento	Unidades	Actual	Actual (-1)
Velocidad ascensional (sobre superficie total)	[m ³ /m ² /h]	3,37	3,79
Velocidad ascensional (sobre superficie lamelar)	m ³ /m ² /h	0,45	0,51
	m ³ /m ² /d	10,80	12,15
Relación longitud:anchura adoptada		13,0	13,0
Tiempo de retención	h	0,96	1,08
Velocidad a lo largo del tubo lamelar	m/s	0,0014	0,0016
Número de Reynolds		34	38
Número de Froude		1,04E-05	1,31E-05

CARACTERÍSTICAS DE LOS PAQUETES DE LAMELAS ADOPTADOS:

Características de los paquetes de lamelas adoptados	Unidades	Actual	Actual (-1)
Material de las lamelas		PVC	PVC
Material de los soportes		AISI	AISI
Pendiente de las lamelas	°	55	55
Distancia entre lamelas	mm	45	45
Radio hidráulico	cm	2,00	2,00
Temperatura máxima de servicio	°C	55	55
Superficie específica de diseño	m ² /m ³	11,00	11,00
Altura vertical de cada paquete de lamelas	m	1,00	1,00
Longitud útil de lamelas por sedimentador	m	25,43	25,43
Anchura útil de lamelas por sedimentador	m	2,00	2,00
Superficie útil de lamelas por sedimentador	m ²	51	51
Volumen de lamelas por decantador	m ³	51	51
Superficie útil total de lamelas	m ²	254	203
Volumen total de lamelas	m ³	254	203



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



DIMENSIONAMIENTO DE LAS TOLVAS DE UN DECANTADOR:

Dimensionamiento de las tolvas de un decantador	Unidades	Actual	Actual (-1)
Número de unidades operativas	ud	5	4
Caudal por unidad	m3/h	175	197
Superficie requerida por decantador	m2	42	47
Ancho total de canal central	m	2,5	2,5
Ancho total libre para lamelas	m	2,0	2,0
Ancho de cada semidecantador	m	1,0	1,0
Longitud total requerida	m	21,0	23,6
Número de tolvas a lo ancho en cada semidecantador	ud	1	1
Ancho de tolva	m	2,00	2,00
Largo de tolva adoptado	m	13,00	13,00
Pendiente de la tolva	°	45	45
Profundidad de la tolva	m	1,00	1,00
Volumen de la tolva	m3	8,67	8,67
Número de tolvas a lo largo adoptada	ud	2	2
Longitud total final	m	26,0	26,0
Superficie final de cada decantador	m2	52,0	52,0
Número de tolvas por decantador	ud	2	2
Velocidad ascensional final	m3/m2/h	3,4	3,8
equivalente	m3/m2/d	80,8	90,9

DIMENSIONAMIENTO DECANTADORES:

Todos los decantadores	Unidades	Actual	Actual (-1)
Número de decantadores	ud	5	4
Superficie de decantación	m2	260,0	208,0
Número de tolvas	ud	10	8
Largo útil de los decantadores	m	26,0	26,0
Ancho útil de cada decantador	m	2,0	2,0
Superficie total de lamelas	m2	260,0	208,0

DIMENSIONAMIENTO DE LAS LAMELAS:

Dimensiones de las lamelas	Unidades	Actual	Actual (-1)
Número de paquetes de lamelas (1 por semidecantador)	ud	10	8
Ancho de cada paquete lamelar (cada semidecantador)	m	2,0	2,0
Longitud del paquete lamelar	m	26,0	26,0
Altura del paquete	m	1,0	1,0
Superficie de cada paquete	m2	52,0	52,0
Volumen de cada paquete	m3	52,0	52,0
Superficie total de lamelas	m2	520	416
Volumen total de lamelas	m3	520	416

CÁLCULO SEDIMENTABILIDAD DE LAS LAMELAS:

Cálculo sedimentabilidad de las lamelas	Unidades	Actual	Actual (-1)
Inclinación	°	55,0	55,0
Longitud depósito	m	26,00	26,00
Ancho	m	2,00	2,00
Ángulo tangente	°	55,0	55,0
Superficie depósito	m2	1,43	1,43
Altura de la lamela en vertical	m	52,0	52,0
Longitud final no útil	m	1,0	1,0
Superficie no útil	m	0,70	0,70
Superficie útil	m2	1,40	1,40
Separación entre lamelas	m2	50,6	50,6
Espesor de las lamelas	mm	50	50
Distancia en vertical entre lamelas	mm	2,5	2,5
Factor	mm	75,0	75,0
Superficie proyectada		13,3	13,3
Velocidad ascensional real		675	675
equivalente	m3/m2/h	0,25	0,28
equivalente	m3/m2/d	6,1	6,8
equivalente	cm/s	0,0057	0,0057



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



NÚMERO DE REYNOLDS:

Número de reynolds	Unidades	Actual	Actual (-1)
Caudal total	m3/s	0,2	0,2
Superficie total	m2	260	208
Densidad del agua	kg/m3	996	996
Viscosidad dinámica	kg/m/s	0,00083	0,00083
Viscosidad cinemática	m2/s	8,36E-07	8,36E-07
Velocidad media del flujo	m/s	0,0011	0,0013
Radio hidráulico de las placas	m	0,0150	0,0150
Número de Reynolds		82	92

CANAL CENTRAL DE DISTRIBUCIÓN:

Canal central de distribución	Unidades	Actual	Actual (-1)
Caudal total	m3/s	0,24	0,22
Caudal por decantador	m3/s	0,05	0,05
Velocidad en los orificios	m/s	0,15	0,15
Area total en orificios	m2	0,32	0,36
Separación entre centros	m	0,60	0,60
Longitud total	m	25,30	25,30
Distancia entre pared y primer orificio	m	0,15	0,15
Lados del canal con orificios	ud	2	2
Número de orificios (incluido uno a distancia cero)	ud	84	84
Número de orificios por lado (incluido uno a distancia cero)	ud	42	42
Area por orificio	m2	0,004	0,004
Diámetro exacto resultante	mm	70,1	74,3
Diámetro adoptado	mm	100	100
Area por orificio final	m2	0,0079	0,0079
Area total en orificios final	m2	0,66	0,66
Velocidad por orificio final	m/s	0,074	0,083
Ancho del canal	m	1,0	1,0
Altura mínima	m	1,0	1,0
Caudal por orificio	m3/s	0,0006	0,0007
Caudal que llega al extremo final del canal	m3/s	0,0012	0,0013

Canal central de distribución	Unidades	Actual	Actual (-1)
Velocidad en el extremo final del canal	m3/s	0,0012	0,0013
Altura inicial	m	1,5	1,5

EXTRACCIÓN DE LODOS:

Según el Test de jarras y pruebas de tratabilidad realizadas, la dosis óptima de coagulante, floculante y demás productos químicos requeridos para el tratamiento del agua del rio La Gloria correspondiente a una turbiedad de 175NTU, es la siguiente:

Producto Químico	Dosis Óptima (mg/L)	Concentración %
Sulfato de Aluminio Granular	30	10.0
Polímero líquido	0.2	0.1
Carbón Activado	1.0	1.0
Cal Hidratada	5.0	1.0

Según la ecuación planteada y las dosis óptimas de los productos químicos empleados para la potabilización del agua, considerando un valor típico de concentración de solidos de 0.2 mg/L, se calculó la cantidad de lodos esperados teóricamente para los escenarios de 1.5MGD (66L/s) y 5.5MGD (241L/s) con el fin de evaluar la funcionalidad del sistema durante las diferentes fases de operación. Según lo anterior, las cantidades de lodos estimadas para diferentes escenarios de turbiedad se presentan a continuación:

ESCENARIOS DE TURBIEDAD (NTU)	Volumen de Sólidos Secos Generados (m³/día)		Volumen de Sólidos Hidratados Generados (m³/día)		TIEMPO ESPERADO DEL ESCENARIO (HRS)	
	1.5 MGD	5.5 MGD	1.5 MGD	5.5 MGD	%	HRS
1500	0,34	1,24	16,88	61,90	10	2,40
1000	0,34	1,24	16,95	62,16	15	3,60
800	0,36	1,33	18,14	66,52	20	4,80
175	0,38	1,39	18,89	69,27	90	21,60

Como se observa, se evaluaron además, de los 2 escenarios de caudal (1.5MGD y 5.5 MGD), diferentes escenarios de turbiedad considerando la posibilidad de turbiedades eventuales según lo recomienda el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS, indicando que los sistemas de potabilización deben estar en capacidad de manejar de forma óptima agua cruda con características de 1500, 1000,y 800 unidades nefelométricas de turbiedad NTU; también se evaluó una turbiedad de 175NTU, siendo este el valor medido en la muestra de agua tomada en el Rio La Gloria y con base en la cual se determinó la dosis óptima de productos químicos a través del test de jarras. Como puede observarse en los datos



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

presentados anteriormente, el volumen de sólidos secos e hidratados a generarse son similares para los diferentes escenarios evaluados con valores alrededor de 1.5 m³/día y 70 m³/día, siendo esta la capacidad que debe tener el sistema de procesamiento y disposición final del lodo generado en la PTAP.

CANALETAS RECOGIDA AGUA DECANTADA:

Canaletas recogida agua decantada	Unidades	Actual	Actual (-1)
Tipo de canaleta	De acero inoxidable		
Tipo de vertedero	De entalladura triangular		
Regulación	Ajustable en altura (+- 3 cm)		
Posición	Perpendicular al avance general del agua		
Caudal total	m ³ /s	0,24	0,22
Número de decantadores	ud	5	4
Caudal por decantador	m ³ /s	0,05	0,05
Número de canaletas por decantador	ud	25	25
Caudal por tramo de canaleta	m ³ /s	0,0019	0,0022
Caudal por lado de canaleta	m ³ /s	0,0010	0,0011
Ancho interior	m	0,2	0,2
Calado crítico en caída a canal colector	m	0,02	0,02
Longitud de cada canaleta	m	2,0	2,0
Longitud de canaleta por decantador	m	50,0	50,0
Longitud de vertedero por decantador	m	100,0	100,0
Distancia entre vertederos triangulares (m)	m	0,25	0,25
Número de muescas en chapa por decantador	ud	400	400
Caudal por vertedero triangular (m ³ /s)	m ³ /s	0,00012	0,00014
Altura de lámina sobre vértice (m)	m	0,024	0,025
Resgurado punta vértice a lámina de agua en canaleta	m	0,05	0,05
Resgurado lámina en decantador a borde canaleta	m	0,05	0,05
Altura requerida para canaleta	m	0,14	0,15
Altura adoptada	m	0,16	0,16

Las siguientes son las alternativas planteadas para el sistema de extracción de lodos de los sedimentadores:

EXTRACCIÓN POR RASPADOR DE CADENA:

Los rascadores de lodos de cadena se utilizan por lo general para tanques rectangulares; estos permiten una eliminación de lodos decantada estable sin acumulaciones. Además, el rascador es más eficiente para la eliminación de lodos flotantes.

El funcionamiento de estos sistemas se basa en el movimiento cíclico de unas palas sobre el lecho del sedimentador y sobre la superficie del agua del mismo.

El sistema motriz se compone por un motorreductor que hace girar un engranaje de material plástico o acero, el sistema motriz se encuentra en la parte superior del sedimentador.

El engranaje tiene acoplado una cadena que transmite el movimiento a la base del sedimentador donde se encuentra otro engranaje, y este último tiene también una cadena normalmente de material plástico para evitar la corrosión. El bloque se compone por dos cadenas paralelas que se unen entre ellas a través de palas de plástico o acero. Las dos guías que conforman las cadenas se colocan longitudinalmente.

El movimiento rotacional se transmite mediante un eje que une los dos engranajes paralelos de la parte inferior del decantador.

La siguiente figura ilustra el sistema de raspador por cadena:

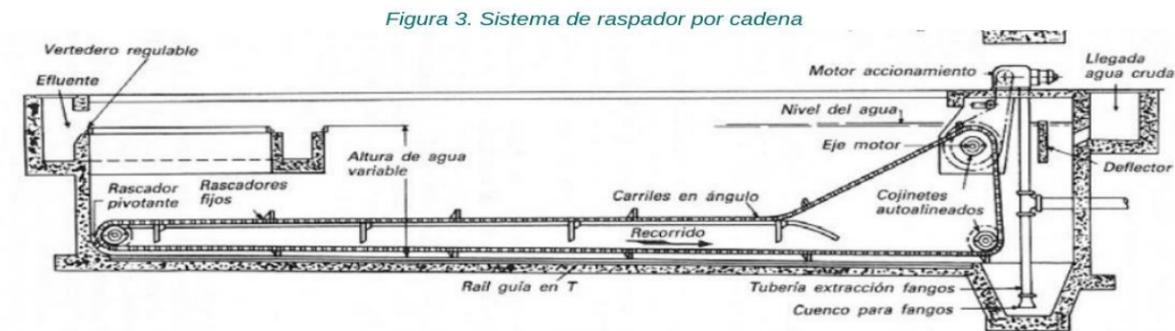


Figura 3. Sistema de raspador por cadena

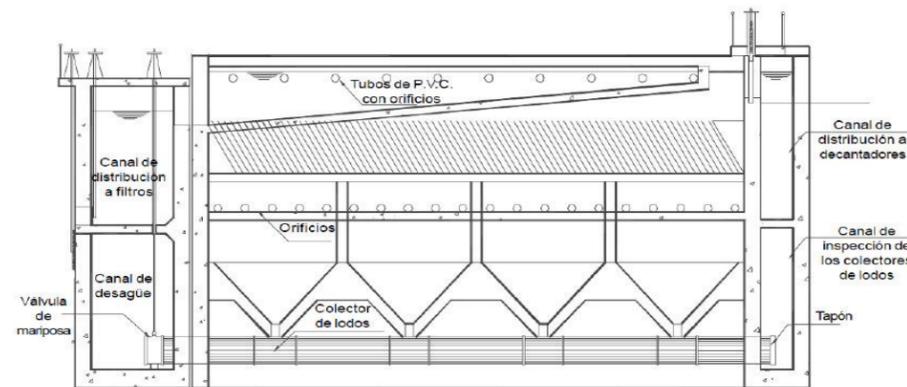
EXTRACCIÓN POR FLUJO INCLINADO:

Este tipo de sistemas es más usado para la extracción de los lodos sedimentados. En la parte inferior del sedimentador se presenta una zona de distribución de agua. En la parte media existen módulos inclinados con un ángulo de 60°. El agua decantada se mediante las canaletas de recolección de agua clarificada planteadas en este documento

Este tipo de sistemas cuentan con una tubería colectora que recibe el lodo sedimentado de las tolvas; en dicha tubería se dispone de una válvula de accionamiento mecánico con el fin de permitir el paso de los lodos recolectados.

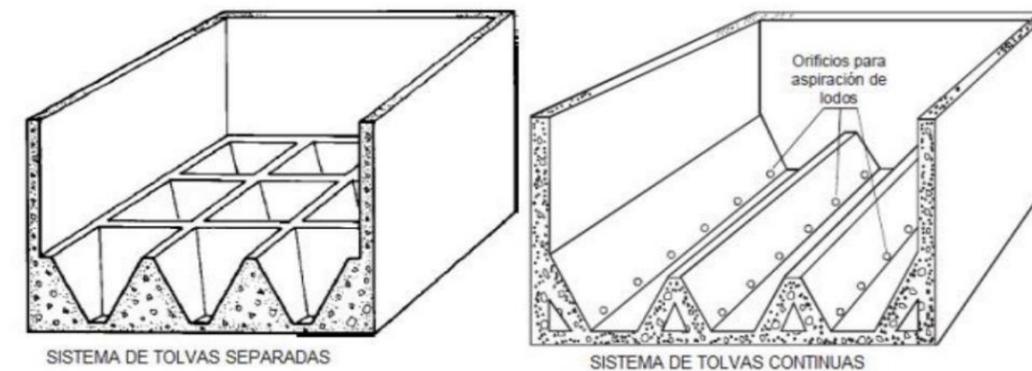
La siguiente figura ilustra el sistema de flujo inclinado:

Figura 4 . Sistema de flujo inclinado



Para este tipo de sistemas las tolvas pueden ser continuas o separadas, la evacuación del lodo puede ser de modo manual mediante mangueras, pero se recomienda realizarlo por medio de válvulas de salida o mediante un sistema de succión de lodos.

Figura 5 . Sistemas de Tolvas



SELECCIÓN PROCESO EXTRACCIÓN DE LODOS:

Según CEPIS se usan los sistemas de remoción intermitente (EXTRACCIÓN POR FLUJO INCLINADO) de lodos en pequeñas instalaciones o cuando se trata un agua relativamente clara; adicional a lo anterior es necesario vaciar el tanque cada cierto tiempo y extraer los lodos manualmente, con la ayuda de mangueras de agua a presión.

Por lo general de esta forma los sedimentos se compactan y transforman en una masa pastosa que resbala muy difícilmente; se requieren pendientes de 45° a 60° en el fondo de los tanques.

Para los sistemas sedimentadores en los cuales se requiere remoción de lodos con una frecuencia mayor como es el caso de la PTAP de Chiriquí se usan los sistemas mecánicos (RASPADOR DE CADENA) los cuales permiten realizar la remoción en un menor tiempo, y con ello se favorece que los tanques queden aptos para seguir con el proceso en menor tiempo.

Por lo anterior se selecciona la alternativa de remoción de lodos por sistema mecánico.



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



11. FILTROS RÁPIDOS DE FLUJO HORIZONTAL DESCENDENTE

El agua ya clarificada después que gran parte de las partículas suspendidas son sedimentadas en el decantador, será pasada por a través de un material filtrante. En este proceso, las partículas de menor peso y tamaño que no fueron eliminadas en la etapa anterior serán retenidas entre los poros del material filtrante.

Se ha seleccionado el sistema de operación de “tasa declinante” en donde la carga hidráulica disponible es íntegramente aplicada desde el inicio hasta el final de la carrera de filtración, lo que conlleva, con el transcurso del tiempo, una disminución gradual del caudal filtrado. La calidad del efluente con tasa declinante es superior, con carreras de filtración más largas, en relación con la obtenida en filtros operados con tasa constante. Como la distribución de agua hacia cada una de las unidades de filtración de la misma batería es hecha por medio de un canal común, el nivel de agua es prácticamente el mismo en todos los filtros que integran la batería y en el canal común de distribución de agua.

Durante el lavado de un filtro, los restantes de la batería deben absorber el caudal del filtro retirado de operación y, de este modo, el nivel de agua en ellos sube hasta alcanzar el valor máximo N3. Finalmente, cuando el filtro recién lavado es puesto en operación, este filtra un caudal superior a aquel obtenido cuando fue retirado para lavado y, en consecuencia, el nivel de agua en toda la batería, incluido el canal común de distribución, disminuye del nivel N3 hasta alcanzar un valor mínimo, que es el nivel N1. De ahí en adelante, el nivel de agua en la batería de los filtros subirá progresivamente debido a la retención de impurezas en los filtros, hasta que el nivel N2 sea nuevamente alcanzado. Esto significará que otro filtro habrá concluido con la carrera de filtración y deberá ser retirado para su lavado.

El filtro que se retirará para el lavado será aquel que tenga el mayor número de horas en operación de filtración. Las principales ventajas del sistema de tasa declinante con relación al sistema de tasa constante con controlador de caudal son las siguientes:

- ✓ Cuando un filtro es retirado de operación para que se le efectúe el lavado, el nivel de agua sube gradualmente en los demás y, como resultado de ello, las variaciones de las tasas de filtración son graduales.
- ✓ La pérdida de carga es evidente para el operador por la simple observación del nivel de agua en los filtros.
- ✓ La calidad del efluente es mejor cuando la tasa de filtración disminuye desde el inicio hasta el final de la carrera de filtración.
- ✓ Es mayor el volumen de agua producido por unidad de pérdida de carga debido a la retención de partículas.
- ✓ La carga hidráulica necesaria para la filtración es menor.
- ✓ Se evita la ocurrencia de presión inferior a la atmosférica en el interior del medio filtrante.
- ✓ Se eliminan los equipos mecánicos de control de toda índole, con la consiguiente reducción en los costos iniciales.

El reparto a las baterías de filtros se realiza desde un canal general, el cual dispone de cinco vertederos de reparto (uno por batería), y un vertedero de alivio para desaguar el caudal que no pudiesen asumir estos en caso de emergencia.

Para la filtración se ha proyectado la ejecución de cinco baterías de filtros en paralelo, cada una de ellas compuesta por:

- ✓ Canal de reparto a filtros.
- ✓ Dos (2) filtros rápidos abiertos de doble capa (arena y antracita) del tipo alta velocidad de flujo descendente, diseñados para unas velocidades de filtración en funcionamiento no mayores de 10 m/h en situación actual.
- ✓ Galerías de agua filtrada en las que se situarán las válvulas para el control y limpieza de los filtros.
- ✓ La operación del lavado de los filtros será con agua y aire. El agua para el lavado de los filtros procede de los filtros en funcionamiento.

Así pues, se obtiene un total de diez (10) filtros.

Los siguientes son los cálculos básicos de los filtros:

PARÁMETROS DE DIMENSIONAMIENTO:

Tipo filtración: Abierto de tasa declinante

Tipo de flujo: Descendente

Tipo de material de filtro: Arena y antracita

Procedencia agua limpieza: En continuo con agua de resto de filtros

PARÁMETROS DE DISEÑO:

Parámetros de diseño	Unidades	Actual	Actual (-1)
Líneas operativas	ud	5	4
Velocidad máxima de filtración (Exigencia para 5,5 MGD)	m/h	10,0	10,0

DIMENSIONAMIENTO DE LOS FILTROS UNITARIOS:

Dimensionamiento de los filtros unitarios	Unidades	Actual	Actual (-1)
Número de filtros por línea	ud	5	4
Número de filtros totales operando	ud	10	8
Tasa de limpieza mínima en contracorriente	m3/m2/min	0,60	0,60
Caudal disponible para limpieza	m3/h	175	197
equivalente	m3/s	0,049	0,055
Superficie de filtro máxima (condición de vel. limpieza)	m2	4,9	5,5
Dimensiones de cada lecho:			
Longitud	m		



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Dimensionamiento de los filtros unitarios	Unidades	Actual	Actual (-1)
Anchura útil	m	4,0	4,0
Superficie por filtro	m ²	2,5	2,5
Superficie de filtración total	m ²		
Velocidad de filtración resultante, operación normal	m/h	10,0	10,0
equivalente	m/d	100	80
Velocidad de limpieza resultante	m/min	8,7	9,8

CAUDALES:

Filtrando (flujo descendente)	Unidades	Actual	Actual (-1)
Caudal medio por línea o batería	m ³ /s	0,049	0,055
Caudal medio por filtro (filtrando)	m ³ /s	0,010	0,014
Factor Tasa máxima/Tasa media		1,5	1,5
Caudal máximo con filtro limpio	m ³ /s	0,015	0,021
Caudal máximo con una unidad en limpieza	m ³ /s	0,012	0,031
Limpieza			
Caudal de limpieza	m ³ /s	0,049	0,055

CARACTERÍSTICAS DE LOS LECHOS FILTRANTES:

Características de los Lechos Filtrantes	Unidades	Actual	Actual (-1)
Altura del fondo filtrante tipo Leopold	m	0,25	0,25
Altura de grava	m	0,15	0,15
Altura de arena	m	0,30	0,30
Altura de antracita	m	0,50	0,50
Altura desde solera de fondo a parte superior lecho sin expandir	m	1,20	1,20
Características de la arena			
Tamaño efectivo de la arena D10	mm	0,55	0,55
Coefficiente de uniformidad CU (menor que)		1,50	1,50
Coefficiente de esfericidad		0,75	0,75
Fracción más gruesa D90	mm	1,40	1,40

Características de los Lechos Filtrantes	Unidades	Actual	Actual (-1)
Tamaño más fino	mm	0,32	0,32
Densidad	Tn/m ³	2,65	2,65
Densidad aparente en seco	Tn/m ³	1,55	1,55
Porcentaje de huecos		41,5%	41,5%
Volumen de arena por filtro	m ³	3,0	3,0
Volumen de arena total	m ³	30,0	24,0
Peso unitario de arena	kg/m ²	465	465
Características de la antracita			
Tamaño efectivo de la arena D10	mm	1,10	1,10
Coefficiente de uniformidad CU (menor que)		1,50	1,50
Coefficiente de esfericidad		0,70	0,70
Fracción más gruesa D90	mm	1,50	1,50
Tamaño más fino	mm	0,40	0,40
Densidad	Tn/m ³	1,50	1,50
Densidad aparente en seco	Tn/m ³	0,82	0,82
Porcentaje de huecos		45,3%	45,3%
Volumen de arena por filtro	m ³	5,0	5,0
Volumen de arena total	m ³	50,0	40,0
Peso unitario de arena	kg/m ²	246	246

PROPIEDADES GRANULOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DEL LECHO DE ARENA:

Propiedades Granulométricas e Hidráulicas del Lecho de Arena	Unidades	Actual	Actual (-1)
Peso específico del agua	kg/m ³	1.000	1.000
Peso específico	kg/m ³	2.650	2.650
Temperatura del agua	°C	28,0	28,0
Viscosidad dinámica	kg/m/s	0,0008	0,0008
Viscosidad cinemática	m ² /s	8,45E-07	8,45E-07
Coefficiente de esfericidad		0,75	0,75
Velocidad de lavado	m/s	0,005	0,005
Fracción 1			



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Propiedades Granulométricas e Hidráulicas del Lecho de Arena	Unidades	Actual	Actual (-1)
Diámetro más fino de la arena	mm	0,30	0,32
Diámetro más grueso de la arena	mm	0,40	0,40
Diámetro equivalente (Di)	mm	0,35	0,36
Número de Galileo		941	1.036
Número de Reynolds		1,99	2,31
Porosidad		0,59	0,60
Fracción (xi)		0,09	0,09
xi/Di	1/mm	0,26	0,25
xi/Di^2	1/mm2	750.000	703.125
Cociente		0,22	0,23
Fracción 2			
Diámetro más fino de la arena	mm	0,40	0,40
Diámetro más grueso de la arena	mm	0,59	0,59
Diámetro equivalente	mm	0,49	0,49
Número de Galileo		2.594	2.594
Número de Reynolds		2,79	3,14
Porosidad		0,51	0,53
Fracción		0,10	0,10
xi/Di	1/mm	0,21	0,21
xi/Di^2	1/mm2	423.729	423.729
Cociente		0,20	0,21
Fracción 3			
Diámetro más fino de la arena	mm	0,59	0,59
Diámetro más grueso de la arena	mm	0,70	0,70
Diámetro equivalente	mm	0,64	0,64
Número de Galileo		6.005	6.005
Número de Reynolds		3,70	4,16
Porosidad		0,44	0,45
Fracción		0,24	0,24
xi/Di	1/mm	0,37	0,37
xi/Di^2	1/mm2	581.114	581.114

Propiedades Granulométricas e Hidráulicas del Lecho de Arena	Unidades	Actual	Actual (-1)
Cociente		0,43	0,44
Fracción 4			
Diámetro más fino de la arena	mm	0,70	0,70
Diámetro más grueso de la arena	mm	0,83	0,83
Diámetro equivalente	mm	0,76	0,76
Número de Galileo		10.020	10.020
Número de Reynolds		4,38	4,93
Porosidad		0,39	0,41
Fracción		0,26	0,26
xi/Di	1/mm	0,34	0,34
xi/Di^2	1/mm2	447.504	447.504
Cociente		0,43	0,44
Fracción 5			
Diámetro más fino de la arena	mm	0,83	0,83
Diámetro más grueso de la arena	mm	1,00	1,00
Diámetro equivalente	mm	0,91	0,91
Número de Galileo		17.109	17.109
Número de Reynolds		5,24	5,89
Porosidad		0,34	0,36
Fracción		0,21	0,21
xi/Di	1/mm	0,23	0,23
xi/Di^2	1/mm2	253.012	253.012
Cociente		0,32	0,33
Fracción 6			
Diámetro más fino de la arena	mm	1,00	1,00
Diámetro más grueso de la arena	mm	1,17	1,17
Diámetro equivalente	mm	1,08	1,08
Número de Galileo		28.634	28.634
Número de Reynolds		6,22	7,00
Porosidad		0,29	0,31
Fracción		0,09	0,09



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Propiedades Granulométricas e Hidráulicas del Lecho de Arena	Unidades	Actual	Actual (-1)
xi/Di	1/mm	0,08	0,08
xi/Di ²	1/mm ²	76.923	76.923
Cociente		0,13	0,13
Fracción 7			
Diámetro más fino de la arena	mm	1,17	1,17
Diámetro más grueso de la arena	mm	1,41	1,41
Diámetro equivalente	mm	1,28	1,28
Número de Galileo		47.941	47.941
Número de Reynolds		7,39	8,31
Porosidad		0,24	0,25
Fracción		0,04	0,04
xi/Di	1/mm	0,03	0,03
xi/Di ²	1/mm ²	24.247	24.247
Cociente		0,05	0,05
Suma de los cocientes		1,78	1,82
Porosidad expandida promedio de la capa de arena		0,44	0,45
Suma de los cocientes		2.556.529	2.509.654
Comprobación velocidad mínima en lecho conjunto			
Diámetro equivalente medio del conjunto	mm	0,66	0,66
Número de Galileo del conjunto		6.385	6.490
Velocidad mínima para expandir lecho	m/min	0,50	0,50

PROPIEDADES GRANULOMÉTRICAS E HIDRÁULICAS DEL LECHO DE ANTRACITA:

Propiedades Granulométricas e Hidráulicas del Lecho de Antracita:	Unidades	Actual	Actual (-1)
Peso específico del agua	kg/m ³	1.000	1.000
Peso específico	kg/m ³	1.500	1.500
Temperatura del agua	°C	28,0	28,0
Viscosidad dinámica	N.s/m ²	0,0008	0,0008
Coefficiente de esfericidad		0,70	0,70
Velocidad de lavado	m/s	0,005	0,005

Propiedades Granulométricas e Hidráulicas del Lecho de Antracita:	Unidades	Actual	Actual (-1)
Fracción 1			
Diámetro más fino	mm	0,40	0,40
Diámetro más grueso	mm	0,95	0,95
Diámetro equivalente	mm	0,62	0,62
Número de Galileo		1.606	1.606
Número de Reynolds		3,54	3,99
Porosidad		0,60	0,62
Fracción		0,07	0,07
xi/Di	1/mm	0,11	0,11
xi/Di ²	1/mm ²	184.211	184.211
Cociente		0,18	0,18
Fracción 2			
Diámetro más fino	mm	0,95	0,95
Diámetro más grueso	mm	1,17	1,17
Diámetro equivalente	mm	1,05	1,05
Número de Galileo		8.034	8.034
Número de Reynolds		6,06	6,82
Porosidad		0,46	0,48
Fracción		0,16	0,16
xi/Di	1/mm	0,15	0,15
xi/Di ²	1/mm ²	143.950	143.950
Cociente		0,30	0,31
Fracción 3			
Diámetro más fino	mm	1,17	1,17
Diámetro más grueso	mm	1,41	1,41
Diámetro equivalente	mm	1,28	1,28
Número de Galileo		14.528	14.528
Número de Reynolds		7,39	8,31
Porosidad		0,41	0,43
Fracción		0,28	0,28
xi/Di	1/mm	0,22	0,22



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Propiedades Granulométricas e Hidráulicas del Lecho de Antracita:	Unidades	Actual	Actual (-1)
ξ/D_i^2	1/mm ²	169.728	169.728
Cociente		0,47	0,49
Fracción 4			
Diámetro más fino	mm	1,41	1,41
Diámetro más grueso	mm	1,65	1,65
Diámetro equivalente	mm	1,53	1,53
Número de Galileo		24.330	24.330
Número de Reynolds		8,77	9,87
Porosidad		0,36	0,38
Fracción		0,29	0,29
ξ/D_i	1/mm	0,19	0,19
ξ/D_i^2	1/mm ²	124.651	124.651
Cociente		0,45	0,47
Fracción 5			
Diámetro más fino	mm	1,65	1,65
Diámetro más grueso	mm	2,00	2,00
Diámetro equivalente	mm	1,82	1,82
Número de Galileo		41.102	41.102
Número de Reynolds		10,45	11,75
Porosidad		0,31	0,33
Fracción		0,15	0,15
ξ/D_i	1/mm	0,08	0,08
ξ/D_i^2	1/mm ²	45.455	45.455
Cociente		0,22	0,22
Fracción 6			
Diámetro más fino	mm	2,00	2,00
Diámetro más grueso	mm	2,38	2,38
Diámetro equivalente	mm	2,18	2,18
Número de Galileo		71.203	71.203
Número de Reynolds		12,54	14,11
Porosidad		0,25	0,27

Propiedades Granulométricas e Hidráulicas del Lecho de Antracita:	Unidades	Actual	Actual (-1)
Fracción		0,05	0,05
ξ/D_i	1/mm	0,02	0,02
ξ/D_i^2	1/mm ²	10.504	10.504
Cociente		0,07	0,07
Suma de los cocientes		1,69	1,74
Porosidad expandida promedio de la capa de antracita		0,41	0,42
Suma de los cocientes		678.497	678.497
Comprobación velocidad mínima en lecho conjunto			
Diámetro equivalente medio del conjunto		1,28	1,28
Número de Galileo del conjunto		14.522	14.522
Velocidad mínima para expandir lecho	m/min	0,51	0,51

ALTURA DEL LECHO EXPANDIDO:

Altura del lecho expandido	Unidades	Actual	Actual (-1)
Porosidad de la arena sin expandir		0,42	0,42
Porosidad de la antracita sin expandir		0,45	0,45
Porcentaje de expansión promedio de la arena			
Porcentaje de expansión promedio de la antracita		4%	6%
Altura del lecho de arena sin expandir	m	-8%	-5%
Altura del lecho de antracita sin expandir	m		
Altura del lecho de arena expandido	m	0,30	0,30
Altura del lecho de antracita expandido	m	0,50	0,50
Altura total del lecho filtrante expandido	m	0,31	0,32

CANALETAS DE RECOLECCIÓN DE LAVADO:

Canaletas de recolección de lavado	Unidades	Actual	Actual (-1)
Caudal de lavado	m ³ /s	0,05	0,05
Número de canaletas de recolección de lavado	ud	3	3
Caudal por canaleta	m ³ /s	0,02	0,02
Anchura de las canaletas	m	0,45	0,45



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Canaletas de recolección de lavado	Unidades	Actual	Actual (-1)
Calado crítico en vertido a canal común	m	0,01	0,01
Altura interior de las canaletas	m	0,20	0,40
Resguardo entre el nivel del lecho expandido y el fondo de la canaleta	m	0,10	0,10
Espesor del fondo de la canaleta	m	0,10	0,10
Altura desde el fondo al borde de canaleta			
1.- Ancho elemento de drenaje	m	0,25	0,25
1a.- Ancho de la grava drenante	m	0,30	0,30
2.- Paquete filtrante expandido	m	0,77	0,79
3.- Resguardo desde paquete expandido a base de canaleta	m	0,10	0,10
4.- Espesor del fondo de la canaleta	m	0,10	0,10
5.- Altura interior de la canaleta	m	0,40	0,40
Altura desde fondo a borde de canaleta	m	1,92	1,94
Altura adoptada	m	2,20	2,20

PÉRDIDAS DE CARGA DURANTE LAVADO:

Pérdidas de carga durante lavado	Unidades	Actual	Actual (-1)
Caudal de lavado del filtro	m ³ /s	0,049	0,055
1.- Pérdida de carga en arena			
Densidad de la arena	kg/m ³		
Densidad del agua	kg/m ³	2.650	2.650
Espesor de la capa de arena	m	1.000,0	1.000,0
Porosidad de la arena	%	0,30	0,30
Pérdida de carga	m	41,5%	41,5%
2.- Pérdida de carga en antracita		0,29	0,29
Densidad de la antracita	kg/m ³		
Densidad del agua	kg/m ³		
Espesor de la capa de antracita	m	1.500	1.500
Porosidad de la capa de antracita	%	1.000	1.000

Pérdidas de carga durante lavado	Unidades	Actual	Actual (-1)
Pérdida de carga	m	0,50	0,50
3.- Pérdida de carga en drenaje tipo Leopold			
Superficie del filtro		10,0	10,0
Caudal de lavado	m ³ /s/m ²	0,0049	0,0055
Pérdida de carga (curvas de fabricante)	m	0,05	0,06
4.- Pérdida de carga en compuerta de salida			
Ancho/Alto de la compuerta de salida	mm	800	800
Sección	m	0,64	0,64
Velocidad a caudal medio	m/s	0,08	0,70
Coefficiente K		1,5	1,5
Pérdida con caudal medio	m	0,0004	0,0378
5.- Altura de agua sobre canaletas de recolección			
Ancho total de los filtros	m	2,50	2,50
Número de canaletas	m	3	3
Longitud total de labio de vertido	m	15,0	15,0
Altura sobre labio	m	0,01	0,02
Pérdida de carga total en contralavado			
1.- Pérdida de carga en arena	m	0,29	0,3
2.- Pérdida de carga en antracita		0,14	0,14
3.- Pérdida de carga en drenaje tipo Leopold		0,05	0,06
4.- Pérdida de carga en compuerta de salida		0,00	0,04
5.- Altura de agua sobre canaletas de recolección		0,01	0,02
Pérdida de carga total en proceso de lavado	m	0,49	0,54

PÉRDIDAS DE CARGA DURANTE LAVADO:

Pérdidas de carga durante lavado	Unidades	Actual	Actual (-1)
1.- Altura de canaleta borde canaleta	m	2,20	2,20
2.- Altura de pérdida de carga en lavado	m	0,49	0,54
Nivel de vertedero de salida (s/fondo)	m	2,69	2,74
Nivel de vertedero de salida (s/fondo) adoptado	m	3,00	3,00



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



PÉRDIDAS DE CARGA DURANTE LAVADO:

Pérdidas de carga durante lavado	Unidades	Actual	Actual (-1)
Tasa de filtración	m3/m2/h	210,0	236,2
Superficie de cada filtro	m2	10,0	10,0
Caudal medio por batería	m3/s	0,049	0,055
Caudal medio por filtro	m3/s	0,010	0,014
Factor caudal filtrado máximo con filtro limpio		1,5	1,5
Tasa de filtración	m3/m2/h	315	354
Caudal máximo por filtro	m3/s	0,015	0,021
1.- Pérdida de carga en la arena			
Espesor de la capa	m	0,30	0,30
Porosidad de la arena	%	41,5%	41,5%
Coeficiente de esfericidad		0,75	0,75
Viscosidad cinemática		8,45E-07	8,45E-07
Del análisis granulométrico resulta un		2.556.529	2.509.654
Perdida de carga en capa de arena - factor E	m.c.a./(m3/s)/m2	84,3	82,8
equivalente a	m.c.a./(m3/d)/m2	9,76E-04	9,58E-04
Pérdida con caudal medio	m	0,205	0,226
Pérdida con caudal 1,5 veces el medio	m	0,307	0,339
2.- Pérdida de carga en la antracita			
Espesor de la capa	m	0,50	0,50
Porosidad de la arena	%	45,3%	45,3%
Coeficiente de esfericidad		0,70	0,70
Viscosidad cinemática		8,45E-07	8,45E-07
Del análisis granulométrico resulta un		678.497	678.497
Perdida de carga en capa de arena - factor E	m.c.a./(m3/s)/m2	28,7	28,7
equivalente a	m.c.a./(m3/d)/m2	3,32E-04	3,32E-04
Pérdida con caudal medio	m	0,070	0,078
Pérdida con caudal 1,5 veces el medio	m	0,105	0,118
3.- Pérdida de carga en drenaje tipo Leopold			
Pérdida de carga (curvas de fabricante) conociendo tasa			

Pérdidas de carga durante lavado	Unidades	Actual	Actual (-1)
Pérdida con caudal medio	m	0,015	0,017
Pérdida con caudal 1,5 veces el medio	m	0,018	0,022
4.- Pérdida de carga en válvula de entrada			
Diámetro de la entrada	mm	250	250
Sección	m	0,05	0,05
Velocidad a caudal medio	m/s	0,20	0,28
Velocidad a caudal tope	m/s	0,30	0,42
Coeficiente K		0,3	0,3
Pérdida con caudal medio	m	0,0005	0,0010
Pérdida con caudal 1,5 veces el medio	m	0,0012	0,0023
5.- Altura de agua en cresta de vertedero			
Longitud del vertedero	m	2,00	2,00
Altura con caudal medio	m	0,0559	0,0604
Pérdida de carga con caudal medio y filtro limpio			
1.- Pérdida de carga en la arena	m	0,205	0,226
2.- Pérdida de carga en la antracita	m	0,070	0,078
3.- Pérdida de carga en drenaje tipo Leopold	m	0,015	0,017
4.- Pérdida de carga en válvula de entrada	m	0,001	0,001
5.- Altura de agua en cresta de vertedero	m	0,056	0,060
Pérdida de carga total con caudal medio y filtro limpio	m		
Pérdida de carga con caudal máximo y filtro limpio		0,35	0,38
1.- Pérdida de carga en la arena	m	0,307	0,339
2.- Pérdida de carga en la antracita	m	0,105	0,118
3.- Pérdida de carga en drenaje tipo Leopold	m	0,018	0,022
4.- Pérdida de carga en válvula de entrada	m	0,001	0,002
5.- Altura de agua en cresta de vertedero	m	0,056	0,060
Pérdida de carga total con caudal máximo y filtro limpio	m	0,49	0,54
Carga hidráulica máxima para nivel de lavado (N2):	m	0,71	0,76



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



ALTURA TOTAL DEL FILTRO:

Altura total del filtro	Unidades	Actual	Actual (-1)
Altura de vertedero de salida	m	3,00	3,00
Carga hidráulica	m	0,71	0,76
Nivel máximo del agua (Lámina - Fondo)	m	3,71	3,76
Altura de muro (Coronación - Fondo)	m	4,00	4,00
Resguardo	m	0,29	0,24

CAUDALES DE LIMPIEZA DE FILTROS:

Caudales de limpieza de filtros	Unidades	Actual	Actual (-1)
Control de la limpieza	Altura de agua en canal de reparto		
Filtro a limpiar	El que lleva más tiempo desde su última limpieza		
Volumen de vaciado parcial	m3	8,00	8,00
Duración del ciclo de lavado mutuo	min	8,0	8,0
Caudal de lavado	m3/h	175	197
Volumen de agua en lavado	m3	23	26
Volumen total de agua en cada lavado	m3	31	34
Tiempo entre lavados de cada filtro	h	2,40	3,00
Número de lavados al día por filtro	lav/d	1,0	1,0
Número de lavados total	lav/d	10,0	8,0
Volumen de agua empleado	m3/d	313	274
Porcentaje del agua de lavado de filtros sobre entrada	%	1,5%	1,4%
Fangos captados en la filtración	kgMS/d	1.260	1.134
Concentración media de agua de limpieza filtros	mg/l	4.021,2	4.138,6
equivalente	%	0,402%	0,414%

FASE DE AGITACIÓN CON AIRE:

Fase de agitación con aire	Unidades	Actual	Actual (-1)
Objetivo	Separar los sólidos retenidos de la arena		
Equipos asociados	Soplantes que aportan aire a los falsos fondos		
Regulación caudal de aire	Mediante variador de frecuencia		
Simultaneidad	Solo se limpia un filtro a la vez		
Velocidad máxima de diseño - caudal de aire	m ³ /m ² /h	50,0	50,0
Superficie de cada filtro	m ²	10	10
Caudal de aire requerido	m ³ /h	500	500
Número de soplantes operativas	ud	1	1
Número de soplantes en reserva	ud	1	1
Número de soplantes totales	ud	2	2
Caudal requerido por soplante	ud	500	500
Caudal adoptado por soplante	m ³ /h	500	500

HIDRÁULICA BASE DEL FILTRO:

Canal de entrada de agua sedimentada	Unidades	Actual	Actual (-1)
Tipo de canal	Canal con baterías a un lado		
Servicio	Parte superior: entrada agua decantada Parte inferior: salida de agua de limpieza		
Número de canales principales	lav/d	6	5
Caudal total	m3/s	0,24	0,22
Porcentaje del agua en canal más largo		16,7%	18,0%
Caudal máximo por canal	m3/s	0,04	0,04
Anchura	m	1,50	1,50
Altura máxima de lámina	m	1,01	1,06
Velocidad de circulación en inicio	m/s	0,03	0,02
Válvula de entrada de agua a filtros			



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Canal de entrada de agua sedimentada	Unidades	Actual	Actual (-1)
Tipo de válvula	De mariposa		
Accionamiento	Automatizado con husillo telescópico		
Posición	Bajo el agua		
Caudal total	m3/s	0,24	0,22
Número de filtros	lav/d	10	8
Caudal por válvula	m3/s	0,024	0,027
Máximo caudal por filtro limpio sobre Q medio		1,50	1,50
Caudal por válvula	m3/s	0,036	0,041
Velocidad no mayor de	m/s	1,0	1,0
Diámetro estricto	mm	215	229
Diámetro adoptado	mm	250	250
Velocidad final	m/s	0,74	0,84
Válvula de salida de agua de retrolavado			
Tipo de válvula	De mariposa		
Accionamiento	Manual con husillo telescópico		
Posición	Bajo el agua		
Caudal total	m3/s	0,24	0,22
Número de baterías	ud	5	4
Caudal por válvula	m3/s	0,049	0,055
Velocidad no mayor de	m/s	1,5	1,5
Diámetro estricto	mm	203	215
Diámetro adoptado	mm	225	225
Velocidad final	m/s	1,22	1,38
Válvula de desagüe de fondo			
Tipo de válvula	De compuerta		
Accionamiento	Automatizado con husillo telescópico		
Posición	Bajo el agua		
Diámetro adoptado	mm	250	250

Canal de entrada de agua sedimentada	Unidades	Actual	Actual (-1)
Volumen de agua en un filtro	m3	37	38
Velocidad estimada de salida del agua	m/s	2,0	2,0
Tiempo estimado de vaciado	min	6	6
Compuerta de aislamiento y salida de agua filtrada			
Tipo de compuerta	Mural		
Caudal por compuerta en retrolavado	m3/s	0,049	0,055
Velocidad no mayor de	m/s	1,5	1,5
Lado estricto de la compuerta	mm	0,18	0,19
Lado adoptado de la compuerta	mm	0,20	0,20
Velocidad final en lavado	m/s	1,22	1,37
Caudal por compuerta filtrando	m3/s	0,024	0,027
Velocidad final filterando	m/s	0,61	0,68

12. DESINFECCIÓN. CÁMARA DE CONTACTO

La desinfección es último proceso unitario de tratamiento del agua y tiene como objetivo garantizar la calidad de la misma desde el punto de vista microbiológico y asegurar que sea inocua para la salud del consumidor. Si bien la práctica muestra que los procesos de coagulación, sedimentación y filtración remueven el mayor porcentaje de microorganismos patógenos del agua, la eficiencia de los mismos no llega al 100%.

Por otro lado, las aguas suministradas por una planta de tratamiento de agua para consumo humano pueden sufrir recontaminación en los tanques de almacenamiento o en las redes de distribución antes de ser distribuidas a la población. La desinfección debe protegerlas también de estas situaciones de riesgo posteriores al tratamiento.

Se ha diseñado un canal de cloración en base a las tablas de diseño de la EPA, según las cuales es necesario un tiempo de retención de 15 minutos en este caso. Se ejecutarán en la primera fase 2 canales.

Se utilizará cloro gas (en situaciones de emergencia, o como sustituto del ozono) como desinfectante para garantizar la calidad de las aguas antes de los reservorios de agua tratada, para lo que se dosificará previamente en el laberinto de cloración.

El cloro gaseoso se obtiene comercialmente envasado a presión en forma líquida, en cilindros metálicos de diferentes capacidades. En esta ocasión concreta, se ha diseñado con cilindros de 1000 kg de capacidad unitaria, y se ha dispuesto una sala de almacenamiento con autonomía de hasta 6 meses a dosis media.



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Las dosis a considerar serán para cloración es 3,5 mg/L como dosis máxima.

Los siguientes son los cálculos del sistema:

Datos	Unidades	Actual	Actual (-1)
Caudal medio	m3/h	875	787
Parámetros de dimensionamiento			
Tiempo de contacto	min	15,0	15,0

CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONTACTO:

Cálculo del tiempo de contacto (s/EPA)	Unidades	Actual	Actual (-1)
Determinación de la eliminación/inactivación total de los microorganismos			
Microorganismo	[-]	Giardia	Giardia
Grado de eliminación			
En escala logarítmica	[log]	3	4
En porcentaje	[%]	100	100
Microorganismo	[-]	Virus	Virus
Grado de eliminación			
En escala logarítmica	[log]	4	5
En porcentaje	[%]	100	100
Microorganismo	[-]	Crystosporidium	Crystosporidium
Grado de eliminación			
En escala logarítmica	[log]	3	4
En porcentaje	[%]	100	100
Determinación de la eliminación/inactivación alcanzada en el tratamiento previo			
Tipo de tratamiento	[-]	Filtración convencional	Filtración convencional
Microorganismo	[-]	Giardia	Giardia
Grado de eliminación			
En escala logarítmica	[log]	3	4
En porcentaje	[%]	100	100
Microorganismo	[-]	Virus	Virus
Grado de eliminación			

Cálculo del tiempo de contacto (s/EPA)	Unidades	Actual	Actual (-1)
En escala logarítmica	[log]	2	3
En porcentaje	[%]	99	100
Microorganismo	[-]	Crystosporidium	Crystosporidium
Grado de eliminación			
En escala logarítmica	[log]	3	4
En porcentaje	[%]	100	100
Determinación de la eliminación/inactivación restante en la desinfección			
Microorganismo	[-]	Giardia	Giardia
Grado de eliminación			
En escala logarítmica	[log]	1	1
En porcentaje	[%]	68	68
Microorganismo	[-]	Virus	Virus
Grado de eliminación			
En escala logarítmica	[log]	2	2
En porcentaje	[%]	99	99
Microorganismo	[-]	Crystosporidium	Crystosporidium
Grado de eliminación			
En escala logarítmica	[log]	0	0
En porcentaje	[%]	0	0
Determinación del valor CT (concentración - tiempo) según tablas de la EPA			
Reactivo	[-]	Cloro gas	Cloro gas
Dosis media en postcloración	[mg/l]	3,50	3,50
Temperatura del agua	[°C]	28	28
pH medio del agua	[-]	7,5	7,5
CT necesario para la eliminación de la giardia	[mg·min/l]	7,0	7,0
CT necesario para la eliminación de los virus	[mg·min/l]	1,00	1,00
CT necesario para la eliminación de los crystosporidium	[mg·min/l]	0	0
CT adoptado en el diseño	[mg·min/l]	7,0	7,0
Cálculo del tiempo de contacto			
Concentración del reactivo	[mg/l]	3,5	3,5



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



Cálculo del tiempo de contacto (s/EPA)	Unidades	Actual	Actual (-1)
Tiempo de residencia t_{10}	[min]	2,00	2,00
Tipo de cámara de contacto	[-]	Laberinto	Laberinto
Relación t_{10}/t_0 según el tipo de cámara de contacto	[-]	0,7	0,7
Tiempo de retención hidráulico necesario	[min]	3	3
Tiempo de contacto adoptado	[min]	15,00	15,00

CÁMARA DE CONTACTO. GEOMETRÍA:

Cámara de contacto. Geometría	Unidades	Actual	Actual (-1)
Parámetros de diseño			
Tiempo de contacto	[min]	15,00	15,00
Número de canales	[ud]	2	2

DIMENSIONAMIENTO DE LA CÁMARA:

Geometría de los canales	Unidades	Actual	Actual (-1)
Volumen útil necesario en total	[m ³]	219	197
Volumen útil necesario por canal	[m ³]	109,37	98,43
Anchura adoptada por canal	[m]	3,2	3,2
Longitud total del canal	[m]	10,00	10,00
Altura útil del canal	[m]	3,50	3,50
Volumen útil adoptado por canal	[m ³]	112,00	112,00
Tiempo de contacto resultante	[min]	15	17
Número de unidades construidas	ud	2	2
Número de unidades operativas	ud	2	2
Volumen total	m3	224	224
Relación longitud:anchura	[-]	3	3
Relación altura:anchura	[-]	1,1	1,1
Sección	m2	11,2	11,2

PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO:

Parámetros de funcionamiento	Unidades	Actual	Actual (-1)
Tiempo de retención	min	15,4	17,1
Velocidad de circulación	m/s	0,01	0,01

VACIADO DE ELEMENTOS:

Vaciado de elementos	Unidades	Actual	Actual (-1)
Volumen de una cámara	m3	112	112
Velocidad de circulación pro tubería de vaciado	m/s	1,5	1,5
Diámetro conducto	mm	150	150
Caudal de vaciado	m3/h	95	95
Tiempo de vaciado	h	1,2	1,2

13. RESERVORIO DE AGUA FILTRADA

Se ha previsto la instalación de un reservorio que servirá para atender picos y valles de la demanda y permitiendo que la planta trabaje de manera constante.

Los siguientes son los cálculos del reservorio:

DATOS DE PARTIDA:

Datos	Unidades	Actual	Actual (-1)
Caudal medio	m3/h	875	787
Volumen exigido	MG	2	2
Volumen exigido	m3	7.571	7.571



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE





INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO HIDRÁULICO Y CAPACIDAD DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA



DIMENSIONES DEPÓSITO:

Dimensiones depósito	Unidades	Actual	Actual (-1)
Tipo de depósito	Circulares de acero vitrificado		
Número mínimo de depósitos	Dos, para poder hacer mantenimiento y desinfección periódica		
Depósito menor			
Número de depósitos iguales	m	1	1
Diámetro del depósito	m	37,00	37,00
Altura de lámina	m	7.2	7.2
Volumen unitario	m3	7,741	7,741
equivalente a	MG	2.04	2.04
Volumen total	m3	7,741	7,741
equivalente a	MG	2.04	2.04

PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO:

Parámetros de funcionamiento	Unidades	Actual	Actual (-1)
Volumen total almacenado	m3	7,741	7,741
equivalente a	MG	2.04	2.04



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO QUÍMICO



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO QUÍMICO

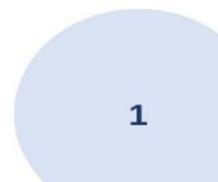
Revisión: 00 Fecha: 25/04/2022

Realizado	Comprobado	Aprobado
Ing. Carlos Iván Gómez PLADES	Ing. Luis de León PLADES	Ing. Boris Gómez PLADES



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE





INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQÚ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO QUÍMICO



ÍNDICE

1. Introducción	4
2. Informe de Calidad de Agua	4
3. Gradientes Hidráulicos	4
4. Dosis Óptimas de Productos Químicos	5
5. Inventario de Productos Químicos	6
6. Sistema Completo de Dosificación de Productos Químicos	6
6.1. Sulfato de Aluminio	7
6.2. Cal Hidratada	7
6.3. Polímero	7
6.4. Carbón Activado	7
6.5. Cloro Gas	7
6.6. Silico Fluoruro de Sodio	8
7. Especificaciones de Todos los Equipos	8
7.1. General	8
7.2. Edificio de Químicos	8
7.3. Dosificadores Volumétricos en seco	8
7.4. Bombas Dosificadoras de Químicos	9
7.5. Tuberías de Químicos	9
7.6. Bandeja de Tuberías de químicos	10
7.7. Drenaje de Químicos	10
7.8. Abastecimiento de Agua a los Dosificadores	10
7.9. Tubería de lavado	10
7.10. Sulfato de Aluminio	10
7.10.1. General	10
7.10.2. Preparación del Sulfato de Aluminio	10
7.10.3. Dosificación del Sulfato de Aluminio	10
7.11. Cal Hidratada	11
7.11.1. General	11

7.11.2. Preparación de la Cal Hidratada	11
7.11.3. Dosificación de la Cal Hidratada	11
7.12. Cloro	11
7.12.1. General	11
7.12.2. Almacenamiento y Pesaje del Cloro	11
7.12.3. Montacarga para Almacenamiento de Tanques de Cloro	11
7.12.4. Viga para Elevación de Tanques de Cloro	13
7.12.5. Dosificación del Cloro Gaseoso	13
7.12.6. Unidades Reguladoras de Vacío	13
7.12.7. Módulo de Conmutación Automática	13
7.12.8. Rotámetros	13
7.12.9. Eyectores	13
7.12.10. Agua a los Eyectores	14
7.12.11. Detector de Escapes de Cloro	14
7.12.12. Cloro - Ventilación	14
7.13. Polímero	15
7.13.1. General	15
7.13.2. Preparación del Polímero Diluido	15
7.13.3. Bomba de Transferencia de la Suspensión Concentrada de Polímero Catiónico o Aniónico	15
7.13.4. Dosificación del Polímero	15
7.14. Silico Fluoruro de Sodio	15
7.14.1. General	15
7.14.2. Preparación del Silico Fluoruro de Sodio	15
7.14.3. Dosificación del Silico Fluoruro de Sodio	15
7.15. Carbón Activado	16
7.15.1. General	16
7.15.2. Preparación del Carbón Activado	16
7.15.3. Dosificación del Carbón Activado	16
7.15.4. Sistema de Agua de Servicio	16
7.15.5. Equipo de Muestreo	16
7.16. Equipos para la Medición de Parámetros Químicos	16



CONSORCIO RB-CHIRIQÚ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO QUÍMICO

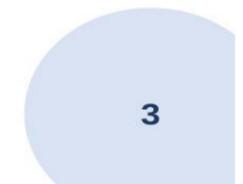


7.16.1. Ubicación	16
7.16.2. Agua de Servicio para los Analizadores	16
7.16.3. Analizador de Cloro LIBRE Residual	16
7.16.4. Analizador de Turbiedad del Agua Tratada y de los Filtros	17
7.16.5. Analizador de Turbiedad del Agua Cruda	17
8. Marcas y Modelos de Equipos	18
8.1. Alimentadores en Seco Tipo Tornillo sin Fin	18
8.2. Bombas Dosificadoras	18
8.3. Cloro Gaseoso	18
9. Anexos	18
9.1. Informes de ensayo de calidad de agua realizado por el laboratorio AMBITEK y fechados octubre de 2020 y abril de 2021	
9.2. Prueba de Jarra realizado en Marzo de 2020	



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



PROCESOS Y OPERACIONES UNITARIAS

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos químicos propuestos aquí fueron diseñados usando como referencia técnica el ensayo de pruebas de jarras, el cual usamos para el cálculo y diseño de los siguientes procesos:

- ✓ Informe de calidad de agua,
- ✓ Gradientes hidráulicos,
- ✓ Dosis óptimas de productos químicos
- ✓ Operaciones y procesos unitarios de tratamiento,
- ✓ Inventario de productos químicos,
- ✓ Sistema completo de dosificación de productos químicos,
- ✓ Especificaciones de todos los equipos,
- ✓ Marcas y modelos de los equipos,
- ✓ Otros requisitos tales como tanques de solución, medición de cantidad y/o volúmenes de productos químicos, sistema de lavado o enjuague, disposición final de aguas de lavados de dosificadores, tuberías especiales y accesorios para transporte de productos y sus soluciones hasta los puntos de aplicación, difusores.

2. INFORME DE CALIDAD DE AGUA

En base a los dos (2) informes de ensayo de calidad de agua realizado por el laboratorio AMBITEK y fechados octubre de 2020 y abril de 2021, podemos resumir lo siguiente:

- ✓ Las muestras contienen bajo contenido de sales minerales evidenciado por lo bajos valores de conductividad, cloruros, sulfatos, alcalinidad, dureza y sólidos totales disueltos,
- ✓ Los metales analizados presentan concentraciones bastante bajas que de alguna manera no afectarán el proceso de tratamiento seleccionado,
- ✓ Los plaguicidas analizados presentan concentraciones bastante bajas que de alguna manera no afectarán el proceso de tratamiento seleccionado,
- ✓ En el informe de octubre de 2020 se indica la presencia de algas, estas serán retiradas del agua usando carbón activado,
- ✓ Los nitratos y nitritos muestran una concentración baja que no interferirán en el tipo de tratamiento seleccionado,
- ✓ En las muestras analizadas la presencia de coliformes totales y E. coli es notable. En vista de que en los alrededores de dicha captación no hay actividad ganadera ni agropecuaria; y su presencia se deba probablemente a contaminación difusa generada por materia orgánica en descomposición de los árboles.



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

En conclusión, podemos indicar que, con excepción de la microbiología, el resto de los parámetros analizados no interferirán en el proceso de tratamiento seleccionado. La presencia de coliformes se elimina mediante desinfección cloro gaseoso, la cual garantiza que el agua sea potable.

En Anexo se muestran los resultados de análisis mencionados.

3. GRADIENTES HIDRÁULICOS

Los resultados obtenidos de los gradientes hidráulicos permitirán justificar los procesos de potabilización seleccionados. Para realizar los gradientes se usó la metodología del CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria). Esta metodología consiste en simular las operaciones y procesos unitarios en un banco de laboratorio mediante el uso de un aparato denominado prueba de jarras, en el cual se simula la mezcla rápida, coagulación, floculación y sedimentación del agua en estudio. A partir de esta metodología se obtuvieron los siguientes productos:

- ✓ Mezcla rápida,
- ✓ Velocidades óptimas de floculación,
- ✓ Velocidades de sedimentación,
- ✓ Dosis óptimas de productos químicos,
- ✓ Procesos de potabilización

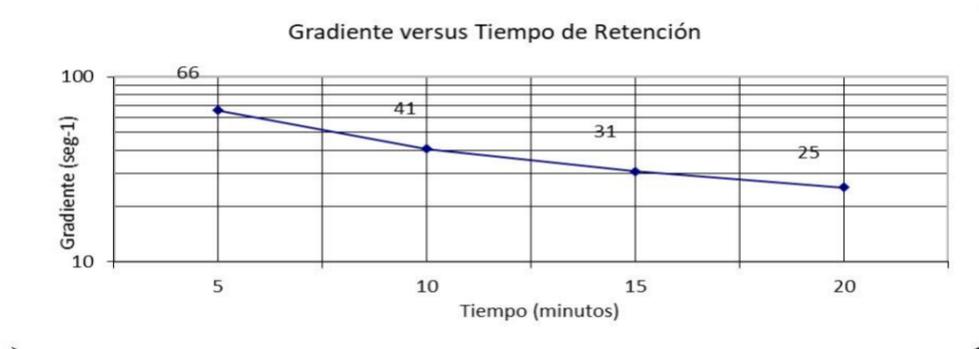
Las condiciones ambientales al momento de colectar la muestra para el desarrollo de los gradientes hidráulicos fueron las siguientes: 175 UNT (unidades nefelométricas de turbiedad) y 24,2 °C. Se uso la siguiente escala de gradientes hidráulicos:

Velocidad rpm	Gradiente Velocidad G (s ⁻¹)
75	80
65	65
55	50
38	35
25	20

Como resultado del desarrollo de gradientes se obtuvo el siguiente modelo matemático, $G = \left(\frac{10^{3,3}}{t}\right)^{-(-0,694)}$

donde **G** representa el gradiente hidráulico y **t** el tiempo de floculación en minutos. A través de las variables, gradiente **G** y el tiempo **t**, se calcula el tamaño de los floculadores. En el siguiente gráfico se muestra un ejemplo de los probables gradientes a tomar en cuenta para el diseño de los floculadores y considerado un tiempo de floculación de 20 minutos:

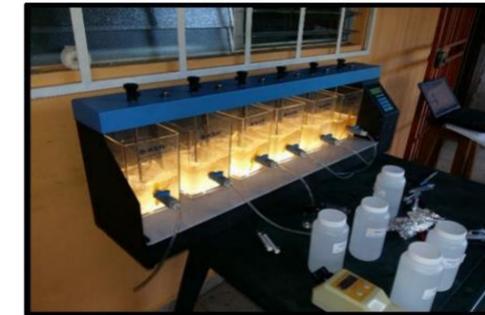
INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO QUÍMICO



igualmente, la prueba de jarras permitió obtener la velocidad de sedimentación de las partículas en suspensión del agua en estudio, mostrado en el siguiente cuadro:

Tiempo de Sedimentación (s)	Velocidad de Sedimentación Vs (cm/s)	Turbiedad Inicial To	Turbiedad Final Frasco #1	Co Tf / To
30	0.333	175	41.9	0.2394
60	0.167	175	31.2	0.1783
120	0.083	175	24.9	0.1423
180	0.056	175	15.5	0.0886
240	0.042	175	7.9	0.0451
300	0.033	175	3.4	0.0194
600	0.017	175	1.3	0.0074

A continuación, se muestra una foto del ensayo de jarras realizado:



4. DOSIS OPTIMAS DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Las dosis óptimas de productos químicos obtenida del ensayo de jarras fueron las siguientes:

Producto Químico	Dosis Óptima (mg/L)	Concentración %
Sulfato de Aluminio Granular	30	10
Polímero líquido*	0,2	0,1

*Polímero catiónico y aniónico

Para los otros productos químicos se proponen las siguientes dosis:

Producto Químico	Dosis Óptima (mg/L)	Concentración %
Cloro gaseoso (pré)	2,5	3,5
Cal hidratada (post)	5,0	1
Cloro gaseoso (post)	1,0	3,5
Carbón activado	1,0	1
Silico fluoruro de sodio	0,7	0,76

Usando como referencia técnica los resultados mostrados anteriormente se propone el siguiente esquema de operaciones y procesos unitarios:



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



5. INVENTARIO DE PRODUCTOS QUÍMICOS

Se muestra a continuación el consumo de productos químicos. Se toma como referencia las dosis óptimas para el sulfato de aluminio granular y el polímero líquido, así como para los otros productos químicos. Los precios unitarios son de la última licitación del IDAAN.

Producto Químico	Dosis (mg/L)	Consumo Diario (kg)	Consumo Mensual (kg)	Consumo Anual (kg)	Costo Unitario B/ por kg	Costo Anual B/ por kg
Sulfato de Aluminio	30	625	18 738	227 796	0,42	95 674
Polímero Líquido	0,2	4	125	1 520	7,50	11 400
Cloro gaseoso	3,5	73	2 186	26 597	1,10	29 256
Cal hidratada	5,0	104	3 123	37 996	0,51	19 378
Carbón activado ¹	1,0	42	1 249	4 997	1,93	9 644
Fluoruro de sodio ²	0,7	23	686	8 351	X	X

¹ Precio de referencia de 2014, ya que desde esa fecha el IDAAN no compra carbón activado

6. SISTEMA COMPLETO DE DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS

La planta potabilizadora de Chiriquí Grande será del tipo convencional de filtración rápida por gravedad y sedimentación de alta tasa y desinfección tanto en el agua cruda como en el agua tratada.

Como coagulante primario se usará sulfato de aluminio (alumbre) de tipo granular y en presentación líquida. Como ayudante de coagulación se usará polímero catiónico o aniónico ambos en forma líquida. La cal hidratada en forma de lechada se aplicará cuando sea necesario alcanzar el rango óptimo de dosificación del alumbre y/o para ajustar el pH del agua tratada en el punto de equilibrio de saturación al carbonato de calcio. Se ha dispuesto la dosificación de carbón activado en el agua cruda para el control de algas y sustancias orgánicas. Para el control y prevención de la caries dental se dosificará silico fluoruro de sodio. Como desinfectante se inyectará cloro gaseoso tanto a la entrada de agua cruda como en el producto final. El cloro será suplido en bidones de 1 tonelada; el polímero tanto catiónico como el aniónico será suplido en tanques plásticos de 55 galones (209 litros) y el resto de los otros químicos en sacos de diversos tamaños.

El almacenamiento de los químicos ha sido proyectado para un período de 90 días, tal y cual lo piden los términos de referencia. Se ha considerado un espacio entre tarimas de 1.0 metro.

Con excepción del cloro gaseoso que será inyectado a través de cloradores al vacío, todas las suspensiones y soluciones usadas en el proceso serán alimentadas manualmente en los tanques de dilución. Cada unidad de dosificación poseerá 2 (dos) bombas dosificadoras de tipo diafragma, una para la operación y otra para la reserva. Se ha dispuesto que el alumbre y la cal hidratada tengan 2 unidades cada uno, el carbón activado y el silico fluoruro de sodio poseerán 1 (una) unidad dosificadora cada uno. El polímero tanto aniónico como catiónico ambos en forma líquida se transferirán a través de 2 bombas de transferencia (una para la operación y otra para la reserva) desde sus tanques originales a 2(dos) tanques de dilución (1 para la operación y otra para la reserva) de 190 litros (50 galones) cada uno, donde se preparará la suspensión diluida que posteriormente será inyectada al punto de dosificación mediante 2 (dos) bombas dosificadoras de tipo diafragma (una para la operación y otra para la reserva). La alimentación del cloro gaseoso se realizará mediante 3 (tres) cloradores (2 para la operación y uno para la reserva).

Para el dimensionamiento de los equipos de cloración se ha usado como referencias manuales de la Capitol Controls serie WX4100.

Cada producto en seco (alumbre, cal, carbón y fluoruro) será vertido a un tanque de preparación, donde se diluirá el producto. Un mezclador eléctrico mantendrá en constante agitación la solución o suspensión formada, según sea el caso. Desde el tanque el producto diluido es succionado por una bomba de tipo diafragma e inyectado al punto de dosificación.

Los cálculos para determinar el área de almacenamiento de químicos, los tanques de sulfato de aluminio líquido, los tamaños de los tanques de dilución, las capacidades de las bombas dosificadoras, los diámetros de conducción de soluciones y suspensiones, e igualmente el tamaño de cloradores (regulador de vacío,

² No se pudo obtener precio de referencia debido a que desde hace más de 5 años el IDAAN no compra fluoruro de sodio



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

diámetro de tubería y eyector) están compilados en el ANEXO – DIMENSIONAMIENTO Y CALCULO DE EQUIPOS Y CONSUMO DE QUIMICOS

6.1. SULFATO DE ALUMINIO

El alumbre se dosificará en la entrada de agua cruda. Se preparará una solución al 10%; esta concentración evitará que soluciones muy diluidas de alumbre se hidrolicen antes de su aplicación, formando sub-productos que no son muy efectivos en la coagulación.

Los tanques de dilución (2 unidades) de alumbre, así como las bombas dosificadoras (4 unidades/2 por cada alimentador) de la solución al 10%, han sido diseñadas sobre la base de la dosis óptima (30 mg/L) de alumbre obtenida en la prueba de los gradientes hidráulicos. Aun cuando los equipos están diseñados sobre la base de la dosis óptima, los mismos poseen un margen de seguridad que le permiten duplicar la dosis óptima. En caso sea necesario superar esas dosificaciones se puede concentrar más el producto en el tanque de solución.

El sulfato de aluminio líquido fluirá por gravedad desde los tanques de almacenamiento hasta las bombas dosificadoras ubicadas en los alimentadores volumétricos. Cada uno de los tanques de almacenamiento de sulfato de aluminio líquido tendrán las siguientes características:

- ✓ Tanque Cilíndrico en Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) tipo Cilíndrico Vertical de 21 m³ de capacidad, con fondo plano, respiradero de 4" tipo ganso y tapa torisférica, construido con liner en Cristalán 870 de andercol (isofáltica) y resina Cristalán 805 de andercol (ortofáltica) para almacenamiento de sulfato de aluminio;
- ✓ Las dimensiones de los tanques serán 3,0 m de ancho por 3,0 m de altura;
- ✓ Los tanques deben traer incluida una escalera tipo gato con guarda hombre;
- ✓ Cada tanque debe tener una conexión tipo brida, de 100 mm como entrada para la alimentación del sulfato de aluminio líquido desde el tanque suplidor,
- ✓ Cada tanque debe tener una conexión tipo brida, de 50 mm como salida para la descarga del sulfato de aluminio líquido hacia las bombas dosificadoras ubicadas en el sótano;
- ✓ Cada tanque debe traer incorporada una mirilla traslúcida para medir el nivel del tanque en metros;
- ✓ Los tanques estarán separados una distancia de 1,0 metro uno del otro;

Un dique de contención de 7,0 metros x 7,0 metros x 1,0 metro de alto

La solución de alumbre al 10% formada en el tanque será bombeada mediante una (2 unidades – una operación y otra para reserva) bomba de diafragma de 260 Lph (4,3 Lpm) @ 5 bar (75 psi), motor de ½ HP (0,37 kw) a 1750 rpm, 110/220 volts y 60 Hz.

6.2. CAL HIDRATADA

La lechada de cal hidratada se dosificará en el agua tratada, específicamente en el canal de agua filtrada. El sistema se ha diseñado para preparar una lechada de cal hidratada al 1% y dosificar 5 mg/L el agua tratada.

Al igual que el equipo de alumbre, el sistema de cal hidratada posee 2 tanques de dilución con 2 bombas dosificadoras por cada unidad, e igualmente las unidades poseen un margen de seguridad.

Para el agua cruda se ha seleccionado una bomba de diafragma de 434 Lph (7,2 Lpm) @ 2 bar (30 psi), motor de ½ HP (0,55 kw) a 196 rpm, 110/220 volts y **50 Hz**. Para el agua tratada se ha seleccionado una bomba de diafragma con características idénticas.

6.3. POLÍMERO

El polímero en su presentación líquida en tanques de 55 galones (209 litros) tanto catiónico o líquido se dosificará a la entrada de agua cruda, posterior a la inyección del sulfato de aluminio.

Como referencia para dimensionar el sistema de dosificación de polímero se usó el catálogo Wallace and Tiernan serie 35-300; el polímero (aniónico o catiónico puro es diluido en un tanque de 5 000 litros (1 325 galones) con tiempos de envejecimiento de 15 minutos. En este sistema, el polímero líquido es transferido por medio de 2 bombas (una para operación y otra en reserva) tipo diafragma desde el tanque de 55 galones hacia 2 tanques (uno para operación y otro para reserva) de fibra de vidrio de 5 000 litros cada uno, en donde se diluirá y envejecerá la suspensión formada.

Se propone preparar una solución líquida al 0,1% (1 kg/m³) y dosificaciones que puedan variar entre 0,1 a 0,5 mg/L. La solución formada será agitada por medio de un dispositivo de mezcla de 380 rpm y bombeada al punto de dosificación por medio de 2 bombas (una para operación y otra en reserva) de tipo diafragma. El caudal de agua que entra al tanque de 5 000 litros será regulado por medio de un rotámetro colocado previo a la entrada del tanque de dilución.

Las bombas de transferencia de polímero puro poseerán las siguientes especificaciones: 18,9 Lph (0,31 Lpm) @ 12 bar, diafragma de 35 mm, motor de ¼ HP (0,19 kw) a 1750 rpm 110/220 volts y 60 Hz. Las especificaciones de las bombas de dosificación de la solución serán las siguientes: 291,4 Lph (4,85 Lpm) @ 5 bar, diafragma de 100 mm, motor de ½ HP (0,37 kw) a 1750 rpm 110/220 volts y 60 Hz.

6.4. CARBÓN ACTIVADO

Se propone un sistema de carbón activado para preparar suspensiones al 1% L. La suspensión de carbón activado se dosificará a la entrada de agua cruda posterior al alumbre y al polímero.

Se propone una bomba tipo peristáltica (2 unidades – una operación y otra para reserva) de 87 Lph (1,4 Lpm) @ 2 bar (30 psi), motor de ¼ HP (0,19 kw) a 220 rpm, 110/220 volts y **50 Hz**.

6.5. CLORO GAS

Se dispondrá de la inyección de cloro gaseoso en forma de solución en 3 sitios: a la entrada de agua cruda previo a la dosificación del alumbre, en el canal de agua sedimentada y en el tanque de agua tratada. Los sitios de inyección en la entrada, así como en el canal de agua sedimentada serán alternos. Se propone el consumo de cloro gas en base a 2,5 mg/L en el agua cruda y 1,0 mg/L en el agua tratada. Aun cuando los consumos están basados en esos valores mencionados, los equipos están proyectados para duplicar esas dosificaciones.

El sistema de cloro gaseoso constará de una infraestructura que contempla el almacenamiento de 60 bidones de 1 tonelada, tal y cual esta especificado en los términos de referencia. Se ha proyectado que 2 bidones conectados en paralelo (uno para operación y otro en reserva) estén montados sobre una balanza hidráulica con regulador de vacío acoplado sobre cada una de la válvula de los bidones e interconectados a un interruptor automático de intercambio. La balanza hidráulica poseerá un dispositivo de tipo análogo indicador del consumo de cloro gas.

El cloro gaseoso de los bidones será retirado de los bidones a través de un sistema de succión al vacío generado por un sistema de alta presión. El cloro gaseoso será regulado a través de cloradores tipo cabina empotrada en la pared y capacidad de 5 kg/hora cada uno. Se ha proyectado que el sistema sea del tipo en que los eyectores sean remotos, es decir, los mismos estarán ubicados en el sitio de inyección. El cloro al vacío será conducido a través de tuberías PVC calibre 80 hasta los eyectores remotos. Se ha escogido este tipo de inyección por lo seguro del mismo en vista de que como el sistema es completamente al vacío, cuando por alguna razón se pierde dicho vacío, el regulador se cierra e impide la salida de cloro gas; en cambio, cuando se trata de formar una solución in situ y ocurra una rotura en la tubería de conducción, la solución concentrada se pierde, con los consecuentes impactos negativos que generan los escapes de cloro.

Se proveerá un montacargas superior operado eléctricamente, completo con su viga carrilera para izar y cargar tanques de cloro desde los vehículos que hacen la entrega hasta el almacén de tanques.

Como medida de seguridad se diseñó la colocación de un detector de escapes de cloro gas, tanto en el sitio de almacenamiento de los bidones como en el cuarto de cloradores. En el cuarto de los bidones se instalarán 2 extractores de gases y en el cuarto de los cloradores un extractor.

6.6. SILICO FLUORURO DE SODIO

Como se indicó al principio, el silico fluoruro de sodio se dosificará como medida de prevención de las caries dentales. Como fundamento legal para la aplicación del fluoruro se tipifica lo establecido en el Decreto Ejecutivo No.2 de 7 de febrero de 2001 en el cual se establece "que toda agua destinada al consumo humano deberá contener ión fluoruro en concentración de 0,7 partes por millón, con rangos de variabilidad en la concentración desde 0.6 hasta 0.8 ppm".

El sistema de fluoruro está diseñado sobre la base de una dosis promedio de 0,7 mg/L. Se considero que el producto era 65% de fluoruro activo y 98% de pureza. En el tanque de 190 litros se preparará una solución al 0.76%. Esta concentración está basada en la solubilidad promedio del silico fluoruro de sodio a temperaturas entre 25 a 30°C (AWWA Standard). La solución formada será bombeada al tanque de almacenamiento de agua tratada mediante 2 bombas (una para operación y otra en reserva) de tipo diafragma.

Se propone una bomba de diafragma (2 unidades – una operación y otra para reserva) de 193 Lph (3,2 Lpm) @ 5 bar (75 psi), motor de ½ HP (0,37 kw) a 1750 rpm, 110/220 volts y 60 Hz.

7. ESPECIFICACIONES DE TODOS LOS EQUIPOS



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

7.1. GENERAL

El almacén de químicos está diseñado de modo que los sacos o tanques de químicos, puedan ser descargados de la mejor manera posible. El diseño incluye las facilidades para la descarga a partir de la parte trasera del camión para el sulfato de aluminio, la cal hidratada, el carbón activado, el silicofluoruro de sodio, el polímero líquido tanto catiónico como aniónico. Esto facilitará la operación de traslado al interior del almacén y se evitará el maltrato o rotura de los envases, por manipulación excesiva o incorrecta.

El cuarto de almacenamiento de cilindros y dosificadores de cloro gaseoso forma parte integral del almacén, sólo que por seguridad dicho cuarto estará ubicado en una sección separada como se indica en los planos.

7.2. EDIFICIO DE QUÍMICOS

La disposición de los químicos y del equipamiento para todos los equipos de dosificación se muestra en los planos. La capacidad del almacén de químicos fue diseñada para abastecer la planta durante períodos mínimos de 90 días. Para el caso de químicos envasados en sacos, éstos se dispondrán sobre tarimas de madera, colocándose las mismas entre corredores que circunden las rumas, de modo que los sacos se puedan retirar en cualquier lugar del almacén, facilitando su utilización por orden de llegada.

El ingreso por la parte frontal al almacén de químicos se efectuará a través de una (1) puerta del tipo de salida de incendios vidriada en aluminio con barra de empuje, tal y cual se muestra en los planos. Los químicos se descargarán por la parte trasera del almacén.

7.3. DOSIFICADORES VOLUMÉTRICOS EN SECO

Las unidades de dosificación volumétrica para el sulfato de aluminio, cal hidratada, carbón activado y silico-fluoruro de sodio están provistas de una tolva convergente, controlada por sistema de velocidad variable, con tolva resistente a la corrosión de fibra de vidrio, base resistente a la corrosión de fibra de vidrio negra, tolva cilíndrica convergente, extensión cilíndrica, tolva cilíndrica de carga y un colector de polvo. El dosificador del polímero en seco no tendrá tolva convergente, ni tampoco tolva de extensión ni colector de polvo. Habrá dos (2) unidades por cada dosificador, siendo uno para el uso y el otro para la reserva.

El colector de polvo posee un filtro integral de tela de alta eficiencia de captación para permitir la recirculación del aire filtrado. El filtro de tela será resistente al fuego. El ventilador está ubicado en el lado del aire limpio. La limpieza del filtro se hará mediante un sacudidor y el polvo que se quite caerá dentro de la tolva de almacenamiento. Se proveerá una compuerta deslizante operada manualmente para aislar el alimentador de la tolva de almacenaje. El colector de polvo de cada dosificador deberá tener como mínimo las siguientes características: la cabina de carga debe soportar un peso mínimo de 50 kg, la tolva debe tener una capacidad mínima de 0,05 m³ y el cajón del polvo tendrá como mínimo capacidad de 0,01 m³.

Los tornillos sin fin del alimentador son del tipo que le imparten un flujo positivo al material usando un tubo alimentador único para evitar que el producto se acumule en la parte trasera del tornillo. La caja del alimentador es de acero de calibre pesado y posee una ventanilla lateral removible de observación.



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO QUÍMICO



Cada alimentador estará impulsado por un motor de velocidad variable de corriente continua conectado a un reductor de engranajes de alta velocidad a prueba de polvo y agua, con control de la tasa de dosificación mediante un potenciómetro de ajuste fino manual variable, por medio de un dial graduado de 0 a 100%. El rango de ajuste del potenciómetro es de 20:1. Cada alimentador posee una caja de control independiente. Se provee una caja de control para cada alimentador en seco que en conjunto con el interruptor de flotador que está en el tanque de solución o suspensión permitirá la preparación automática de una concentración preseleccionada.

El alimentador en seco en conjunto con la tolva adicional estará montado sobre una plataforma metálica, bajo la cual se encuentra un tanque de polietileno o de fibra de vidrio. El tanque posee una válvula de flotador con interruptor eléctrico para el control del nivel de agua entrante. El interruptor de la válvula de flotador estará incorporado a la caja de control independiente del alimentador en seco. El tanque cuenta con sus respectivas válvulas de entrada, descarga, drenaje y rebosadero. Los tamaños de las tolvas aparecen descritos en los planos.

Las válvulas son del tipo de bola PVC. Toda la batería de tuberías de la unidad dosificadora posee uniones universales de PVC, de modo que cuando sea necesario retirar el tanque de fibra de vidrio para mantenimiento y limpieza, él mismo pueda ser desmantelado con facilidad. El tanque tendrá un dispositivo de mezcla mediante un agitador impulsado por electricidad, de hélice y vástago de acero inoxidable. El mezclador será de ¼ HP a 1725 rpm, 115/230 volts y 60 Hz. La unidad mezcladora estará acoplada a la base de metal de la unidad alimentadora mediante una grapa del tipo prensa ajustable en cualquier ángulo.

7.4. BOMBAS DOSIFICADORAS DE QUÍMICOS

Con excepción de las bombas de cal hidratada y carbón activado, el resto de las bombas dosificadoras son del tipo de diafragma para operación de bombeo continua. Cada dosificador posee (dos) bombas dosificadoras, siendo una para la reserva. Las bombas de cal hidratada y carbón activado serán del tipo peristálticas.

Tanto las bombas peristálticas como las bombas del tipo de diafragma, serán del tipo con cabezal simple de descarga en un ensamblado único con su caja de engranajes, mecanismos y motor eléctrico montados sobre una base de estructura fuerte y duradera resistente a la corrosión, tendrán control manual de ajuste de 0 a 100%, con rango efectivo de medición no menor de 10:1 con una precisión de exactitud dentro de 1% de la escala total y presión de descarga en el punto de aplicación de acuerdo a la capacidad de cada bomba.

Cada bomba posee un cilindro de plástico graduado tipo probeta de 500 mL de capacidad que servirá como cámara de calibración, conectado al múltiple de succión de la bomba mediante una válvula aisladora de PVC tipo bola, a fin de verificar el rendimiento de cada bomba. Igualmente hay un filtro en yee colocado en la succión de las bombas dosificadoras. La instalación de las bombas dosificadoras será de acuerdo con las especificaciones técnicas y a lo indicado en los planos que acompañan esta memoria. Las bombas están diseñadas y ubicadas de modo que los cabezales de estas puedan ser de fácil remoción en caso de que sea preciso darles mantenimiento preventivo.

Las bombas serán calibradas en campo.

7.5. TUBERÍAS DE QUÍMICOS

Las soluciones de alumbre, de polímero catiónico o aniónico diluido y fluoruro, así como la suspensión de carbón se transportarán desde la descarga de la bomba de medición hasta los puntos de aplicación, a través de tuberías PVC calibre 40. Para la dosificación de la lechada de cal, se proveerán 2 mangueras del tipo flexible transparente reforzada con nylon tipo EPDM, NBR o similar, conectadas entre sí en la descarga de la bomba de medición tal y como se muestra en el detalle típico de las bombas de medición.

El cloro gaseoso al vacío será llevado a los sitios de inyección en la pre-cloración y post-cloración mediante tuberías PVC calibre 80.

Cada tubería tendrá un color diferente para su identificación, la cual será como sigue:

Verde Os curo – Solución de Sulfato de Aluminio

Manguera de Polietileno Transparente Reforzada – Suspensión de Cal Hidratada

Azul Claro – Solución de Silico Fluoruro de Sodio

Amarillo Tráfico – Solución de Cloro Gaseoso

Morado – Solución de Polímero

Las mangueras que conducirán la lechada de cal se suplirán con uniones universales PVC, separadas una distancia de 3 metros una de la otra, de modo que puedan ser desmontadas y reconectadas rápidamente en caso de obstrucción y permita su limpieza con facilidad. En el plano correspondiente se muestra una descripción gráfica de dicha conexión.

Las tuberías y mangueras que conducen las soluciones y suspensiones de químicos correrán por la pared del edificio de químicos montadas sobre una bandeja de metal. El detalle de la bandeja se describe posteriormente. Fuera del edificio de químicos las mangueras y tuberías estarán ubicadas en un canal de concreto protegidas por una rejilla de metal, tal como se muestra en los planos.

El detalle de cómo deben ir distribuidas las tuberías que trasiegan los químicos se muestra en los planos y se aplicarán en la mezcla rápida de agua cruda. La solución de sulfato de aluminio se aplicará en el sitio donde se forma la turbulencia en la mezcla rápida; la solución de polímero se aplicará treinta (30) cm posterior a la aplicación del sulfato de aluminio; y la suspensión de carbón activado se aplicará en el mismo sitio donde se aplica el sulfato de aluminio. Cada tubería y manguera deberá tener una válvula de aislamiento de PVC de tipo bola y una unión universal PVC, en caso de que sea necesario efectuar reparaciones.

La solución de cloro gaseoso de la pre se aplicará al final del canal de agua sedimentada. La lechada de cal hidratada proveniente del dosificador de post, así como las soluciones de fluoruro y cloro gaseoso en el agua tratada se aplicarán en el vertedero del canal de agua filtrada.



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

7.6. BANDEJA DE TUBERÍAS DE QUÍMICOS

Todas las tuberías y mangueras de dosificación de químicos correrán en una bandeja del tipo de servicio pesado, construida de acero dulce y galvanizada después de su fabricación. La bandeja deberá contar con rebordes con una profundidad mínima de 25 mm. Se utilizarán en todas partes codos, filetes y tees fabricadas.

El soporte de la bandeja deberá colocarse de manera que cuando todas las tuberías o las mangueras estén en su lugar no haya pandeos perceptibles en la bandeja. Se dejará una capacidad adicional de 20% en la bandeja. El extremo cortado de la bandeja y de los materiales de acero deberán pintarse con una pintura aprobada para galvanizado en frío antes de su instalación.

Las mangueras se colocarán planas sobre la bandeja y se fijarán a intervalos máximos de 2 m, con abrazaderas ajustables de cable de nylon auto tensor. Se utilizará una abrazadera de fijación de un perno que empleará una lengüeta de cierre asegurada a través de una ranura en la bandeja.

La totalidad de las abrazaderas deberán ser de fácil remoción sin que haya que cortarlas y deberán ser adecuadas para volverlas a utilizar.

7.7. DRENAJE DE QUÍMICOS

Todos los residuos líquidos de las bombas de medición caerán a un pequeño canal de drenaje como se muestra en el plano. Las tuberías de limpieza de las bombas de medición se dispondrán de modo que rebosen al canal de desagüe.

Todos los desagües del Edificio de Químicos conducirán al sumidero de drenaje.

7.8. ABASTECIMIENTO DE AGUA A LOS DOSIFICADORES

Una tubería de 50 mm PVC calibre 80 llevará agua a presión para formar las soluciones y suspensiones en los tanques de los equipos dosificadores de sulfato de aluminio, de cal hidratada, de polímero líquido, de carbón activado, de fluoruro, así como en los eyectores de cloro.

7.9. TUBERÍA DE LAVADO

El sistema de bombas dosificadoras tendrá disponible una tubería de agua potable para el retrolavado y limpieza de las bombas dosificadoras, así como de las mangueras que inyectan la lechada de cal hidratada. Esta tubería será en material PVC y deberá acoplarse de modo que el retrolavado de las bombas de diafragma se haga por la succión de la misma. La descarga de agua de lavado verterá al drenaje de químicos.

7.10. SULFATO DE ALUMINIO

7.10.1. GENERAL

El sulfato de aluminio será despachado en el almacén de químicos en sacos de 50 kilos, los cuales se descargarán en una tolva de almacenamiento que por gravedad alimentará un tornillo sin fin, el cual a su vez dosificará en seco el producto a un tanque para formar la solución.

Desde el tanque, la bomba de medición succionará la solución de sulfato de aluminio preparada y la bombeará al punto de aplicación en la tubería de agua cruda. El sistema está diseñado para dosificar 30 mg/L de una solución sulfato de aluminio a una concentración no mayor del 10%, sin embargo, dependiendo de la calidad del agua hay flexibilidad para preparar concentraciones más diluidas.

7.10.2. PREPARACIÓN DEL SULFATO DE ALUMINIO

El sulfato de aluminio se alimentará desde 2 (dos) dosificadores volumétricos en seco del tipo tornillo sin fin con capacidad mínima de 1,5 pies³/hora cada uno, con una relación de 8:1 y polea de 2 etapas, motor de 1/6 HP y tornillo alimentador de 63 mm (2,5"). Cada unidad de dosificación está provista de una tolva convergente y de extensión con capacidad de 25 pies³ cada una, de modo que el producto dure por lo menos un turno de 24 horas.

El alimentador está diseñado para que cuando el tanque alcance su máximo nivel, el tornillo sin fin se detenga y arranque cuando el tanque se encuentre en un nivel pre-determinado. La solución de sulfato de aluminio se preparará en un tanque de polietileno o fibra de vidrio y resina de 190 litros de capacidad donde se formará una solución de concentración máxima al 10%.

La tubería de entrada de agua al tanque de 190 litros poseerá un rotámetro de lectura directa con rango de 0 a 10 gpm, para controlar la concentración de la solución, presión de trabajo mínima de 35 psi y exactitud de \pm 5% de la escala total. La carcasa y flotador del rotámetro serán de aluminio u otro material resistente a la corrosión.

7.10.3. DOSIFICACIÓN DEL SULFATO DE ALUMINIO

La solución de sulfato de aluminio se dosificará a través de 4 (cuatro) bombas de medición, 2 (dos) bombas por cada dosificador, una para operación y otra para la reserva en cada uno, con capacidad para inyectar cada una no menos de 260 Lph (4,3 Lpm) @ 5 bar (75 psi), motor de 1/2 HP (0,37 kw) a 1750 rpm, 110/220 volts y 60 Hz.

La descarga de las 2(dos) bombas de medición del sulfato de aluminio se efectuará a una tubería común de 1" PVC calibre 40, la cual conducirá la solución hasta su punto de inyección en el canal de agua cruda, La tubería de descarga posee una válvula de retención, una válvula aliviadora de presión y un amortiguador de pulsaciones.



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

7.11. CAL HIDRATADA

7.11.1. GENERAL

Las unidades de dosificación de la cal hidratada están diseñadas para una dosis de 5 mg/litro en el agua tratada.

La cal hidratada será despachada en el almacén de químicos en sacos de 22,68 kilos, los cuales se descargarán en una tolva de almacenamiento que por gravedad alimentará un tornillo sin fin, el cual a su vez dosificará en seco el producto a un tanque para formar la lechada.

El punto de aplicación de la lechada de cal hidratada en el agua tratada se aplicará en el canal de agua filtrada.

7.11.2. PREPARACIÓN DE LA CAL HIDRATADA

La lechada de cal hidratada se preparará desde 2 (dos) dosificadores volumétricos en seco del tipo tornillo sin fin con capacidad mínima de 1,0 pie³/hora cada uno, con una relación de 12:1 y polea de 1 etapa, motor de 1/6 HP y tornillo alimentador de 63 mm (2,5"). Cada unidad de dosificación estará provista de una tolva convergente y de extensión con capacidad de 25 pies³ cada una, de modo que el producto dure por lo menos un turno de 24 horas.

El alimentador está diseñado para que cuando el tanque alcance su máximo nivel, el tornillo sin fin se detenga y arranque cuando el tanque se encuentre en un nivel pré-determinado.

La lechada de cal hidratada se preparará en un tanque de polietileno de 190 litros de capacidad donde se formará la lechada. La tubería de entrada de agua al tanque de 190 litros poseerá un rotámetro de lectura directa con rango de 0 a 10 gpm/min., para controlar la concentración de la lechada, presión de trabajo mínima de 35 psi y exactitud de $\pm 5\%$ de la escala total. La carcasa y flotador del rotámetro serán de aluminio u otro material resistente a la corrosión.

Un dosificador se habilitará, cuando sea necesario ajustar el pH en el agua cruda, para dosificar la suspensión de cal hidratada en el canal Parshall; mientras que el otro dosificador se habilitará, cuando sea necesario mantener el equilibrio al carbonato de calcio en el agua tratada, en el canal de agua filtrada.

7.11.3. DOSIFICACIÓN DE LA CAL HIDRATADA

La lechada de cal hidratada se dosificará a través de 4 (cuatro) bombas de medición, 2(dos) bombas por cada dosificador, una para operación y otra para la reserva, con capacidad para inyectar cada una no menos de 434 Lph (7,2 Lpm) @ 5 bar (75 psi), motor de 3/4 HP (0,55 kw) a 1750 rpm, 110/220 volts y 60 Hz.

La descarga de las 2 (dos) bombas de medición de la lechada de cal hidratada se efectuará a 2 (dos) mangueras de 1" transparentes de polietileno reforzadas con nylon, independientes cada una, una de las cuales conducirá la lechada a la mezcla rápida y la otra manguera llevará la lechada al canal de agua filtrada. Las mangueras llevarán uniones universales PVC, tal y cual se muestra en los planos, colocadas cada tres (3) metros de modo a facilitar el retiro de las mangueras cuando se produzca obstrucción por la lechada de cal hidratada. Las mangueras estarán sujetas a las paredes mediante grapas de aluminio o PCV en U. La tubería de descarga posee una válvula de retención, una válvula aliviadora de presión y un amortiguador de

pulsaciones. La longitud de la tubería de succión debe ser con un diámetro de 1,5 veces el de la manguera de la bomba.

7.12. CLORO

7.12.1. GENERAL

El camión descargará los cilindros a la entrada del almacén de cloro de donde serán trasladados a los soportes de fijación mediante una grúa eléctrica del tipo puente sobre cabeza con frenos electromagnéticos de 2 toneladas de capacidad descargar bidones de 1 tonelada. El sistema de cloración está diseñado para el uso de bidones de 907 kilos.

El equipo de cloración está diseñado para suministrar una dosificación de 2,5 ppm en la pré-cloración y 1,0 ppm en la post-cloración.

El ingreso por la parte frontal al almacén de los bidones de cloro gas y al cuarto de rotámetros se efectuará a través de puertas del tipo de salida de incendios vidriada en aluminio con barra de empuje, tal y cual se muestra en los planos.

7.12.2. ALMACENAMIENTO Y PESAJE DEL CLORO

El cuarto de los tanques de cloro ha sido dimensionado abastecer la potabilizadora durante un período de tres (3) meses para almacenar 60 con bidones de 907 kilos cada uno, tal y cual lo solicita los términos de referencia.

Una (1) balanza de doble plataforma para monitoreo individual de 2 (dos) bidones con un dispositivo de lectura directa en kilogramos, del tipo análoga con capacidad para 4000 kg, permitirá conocer el consumo diario de cloro gaseoso. El dispositivo de pesaje es del tipo de célula de carga hidráulica con un marco movable construido de tubos de acero rígido resistente a la corrosión y conectado por un tubo capilar a un cuadrante de 450 mm fijado a la pared con facilidades para medida del peso neto del cloro. El rango mínimo de lectura debe ser en graduaciones de 1 kilo. La unidad deberá ser capaz de soportar dos tanques de 1 tonelada y tendrá dimensiones mínimas de 1 575 mm x 1 118 mm.

7.12.3. MONTACARGA PARA ALMACENAMIENTO DE TANQUES DE CLORO

El montacarga para cuarto de almacenamiento de tanques de cloro será un montacarga colgante con cables de acero operado eléctricamente con mecanismos eléctricos de movimiento y para una carga límite de trabajo de 2 000 kg. La unidad deberá ser montada sobre la línea central de los tanques de cloro, con el objeto de que sirva para carga y descarga, y deberá ser de una construcción cerrada a prueba de agua para que tenga protección contra el gas de cloro.

El montacarga deberá ser apropiado para operar con corriente trifásica de 208V y 60 Hz con transformador integral de bajo voltaje para la unidad colgante de control. La unidad de control deberá operar con, un voltaje que no exceda 55V entre conductores y tierra.

El montacarga deberá ser una unidad accionada por engranajes cilíndricos con todos los ejes sobre cojinetes de bolas y los engranajes contenidos dentro de un baño cerrado de aceite.



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO QUÍMICO



Se deberá proveer un mecanismo electromagnético de freno de seguridad en caso de falla, capaz de soportar la carga límite de trabajo y deberá estar arreglado de tal manera que puedan hacerse debidamente los ajustes por el uso con el montacarga in-situ.

El tambor del cable del montacarga deberá ser acanalado en forma espiral para acomodar el cable de carga en una sola capa con provisión para aceptar por lo menos dos vueltas más sin que se sobreponga. El cable deberá ser fabricado de acero con alto contenido de carbón. El gancho de carga deberá ser de acero forjado soportado desde la cruceta por una porta bolas de empuje. La cruceta y las poleas deberán estar encerradas y completamente protegidas.

El control se deberá realizar por medio de una estación suspendida desde el montacargas por un cable de polietileno o nylon, operada desde el suelo, que pueda sostenerse en la mano y con interruptores de botón. La estación deberá estar suspendida aproximadamente 1.0 m sobre el nivel del suelo. Los movimientos hacia delante y reverso, con facilidades de movimiento lento. El movimiento del montacarga deberá tener incorporada facilidad para deslizamiento. El viaje del montacarga deberá estar limitado por un interruptor límite ajustable arreglado para que automáticamente cambie a movimiento reverso.

La unidad deberá tener una altura de elevación de 3½ m, una velocidad rápida de izamiento de aproximadamente 8 metros/minuto y una velocidad lenta de montacarga de aproximadamente 1 metro/minuto.

La unidad de movimiento horizontal deberá ser accionada eléctricamente por medio de un motor de una sola velocidad controlada desde la unidad suspendida de control. La unidad de movimiento horizontal deberá ser del tipo de cuatro ruedas con cubiertas laterales de servicio pesado que se extiendan más allá de los rebordes de las ruedas o que estén arregladas de tal manera que actúen como amortiguadores de golpe en los límites del viaje. El cable eléctrico que alimenta al montacarga deberá ser del tipo de fistón con cada fistón soportado a un soporte con ruedas de baja fricción que corran por una canaleta adyacente a la viga carrilera principal. El cable con fisiones deberá terminar en un extremo en una caja de unión galvanizada y a prueba de agua y deberá estar provisto de un interruptor de desconexión de seguridad al nivel de operación sobre el suelo.



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

7.12.4. VIGA PARA ELEVACIÓN DE TANQUES DE CLORO

Se deberá suministrar, instalar y probar una viga para elevación de tanques de cloro de 2 000 kg, que comprenda una viga de acero con un ojal de elevación para conectar el gancho del montacarga y con ganchos giratorios a cada extremo para enganchar los tanques de cloro. Una vez terminadas las pruebas en el emplazamiento se deberán marcar clara y permanentemente en la viga la carga límite de trabajo.

7.12.5. DOSIFICACIÓN DEL CLORO GASEOSO

El sistema de cloración completo fabricado en ABS-plástico duradero, resistente a la corrosión, debe incluir lo siguiente: 2(dos) reguladores de vacío de 5 kg./hora cada uno con sus respectivos accesorios para montar sobre bidón de 1 tonelada con su respectivo dispositivo de calentamiento, 1(un) módulo de conmutación automático de 5 kg./hora con sus respectivos accesorios para intercambio de los bidones, 3(tres) rotámetros remotos tipo cabina de pared con sus respectivos accesorios de 5 kg./hora cada uno, 2(dos) eyectores, mangueras flexibles y tuberías PVC calibre 80 para el vacío con sus respectivos accesorios, tal y como se detalla en los párrafos que siguen.

7.12.6. UNIDADES REGULADORAS DE VACÍO

El sistema de cloración está diseñado para que la operación de alimentación en solución funcione al vacío. Las 2 (dos) unidades reguladoras de vacío (vacuum regulators), una para la operación y otra para la reserva, estarán montadas sobre cada uno de los bidones y acoplado a la válvula de descarga del tanque mediante un yugo (yoker). Cada múltiple llevará conectado un calentador (heater) de 25 watts y 110 voltios.

7.12.7. MÓDULO DE CONMUTACIÓN AUTOMÁTICA

Un módulo de conmutación automática (automatic switchover module) permitirá el intercambio automático de los bidones de cloro. Cuando el bidón de cloro que se encuentra en operación se agote, el conmutador automáticamente hará el cambio del bidón en reserva. Una manguera flexible conectará el módulo de conmutación automática a los 2(dos) reguladores de vacío.

7.12.8. ROTÁMETROS

Cada rotámetro estará montado en una caja de fibra de vidrio empotrada en la pared, un interruptor de vacío para iniciar una señal al sistema externo de alarma en caso de que ocurran pérdidas del agua de operación o suministros de gas y unidades de inyección ubicadas en las posiciones que se muestran en los planos. Cada clorador será suministrado con un interruptor operado manualmente que diga "en servicio" para evitar que el interruptor de vacío de cualquier falsa alarma cuando un clorador esté fuera de servicio.

Del conmutador automático una tubería PVC calibre 80 conectará este dispositivo a los rotámetros tipo cabina, conformado por 3(tres) unidades de 5 kg/hora cada uno calibrados sobre un ámbito de 20 a 1, y se controlarán manualmente mediante un orificio en V de área variable ajustable; uno para inyectar la solución de cloro en la pré-cloración, otro para la post-cloración y otro para la reserva.

Los rotámetros estarán dispuestos de modo que la unidad de reserva pueda ser utilizada cuando sea necesario para la pré o post-cloración. Las cabinas de los rotámetros contarán con sus respectivas válvulas de diafragma, manómetros de presión y de vacío.

El gas que sale de las cabinas de rotámetros pasará por medio de mangueras flexibles a 2(dos) tuberías de PVC calibre 80 de 1,5" de diámetro, las cuales conducirán el cloro al vacío a los puntos de aplicación, en el canal de agua sedimentada (también como punto alternativo una derivación de esta tubería al canal Parshall) y en el canal de agua filtrada. Las tuberías al vacío deberán estar fijadas a la pared mediante grapas de aluminio o PVC en forma de U.

En la pared frontal del cuarto de rotámetros se dispondrá un vidrio transparente de 2 m de ancho por 1,5 m de alto, tal y cual se muestra en los planos, con el objeto de que en todo momento se garantice la visualización de estos dispositivos.

7.12.9. EYECTORES

En la parte trasera de cada uno de los eyectores se colocará un filtro colador en "yee" así como una válvula de bola PVC, de modo que cuando sea necesario limpiar el colador la válvula aislé el sistema.

Pré - Cloración: El eyector en la pré-cloración estará ubicado al final del canal de agua sedimentada; y como caso alternativo, en caso se requiera inyectar cloro gas directamente al agua cruda, detrás de la cal hidratada, se ha dejado provista una tubería PVC de 1,5" PVC cal 80. El eyector se colocará en una parte accesible, debidamente fijado a la pared por un sostén especial para él mismo, protegido y visible para su debido mantenimiento. Un difusor conectado al eyector rociará la solución de cloro gaseoso a lo largo del canal de agua sedimentada (o en el canal Parshall, en el caso de que se quiera dosificar cloro en el agua cruda). El difusor estará fijado a la pared mediante grapas PVC en forma de U. Dicho difusor será de 1,5" de diámetro calibre 80 y constará de 24 orificios de 0,375" (3/8") separados equidistantemente entre sí, por donde se difundirá la solución. El difusor debe estar sellado en el otro extremo con un tapón hembra. La tubería de vacío que conducirá el cloro gaseoso desde el rotámetro hasta el punto de aplicación en la pré - cloración será de 1,5" PVC calibre 80.

Post - Cloración: El eyector en la post-cloración tendrá las mismas características que las indicadas en la pré - cloración. El eyector estará ubicado en la parte exterior del vertedero de agua filtrada en una parte accesible, debidamente fijado a la pared por un sostén especial para él mismo, protegido y visible para su debido mantenimiento. El difusor estará ubicado a lo largo del vertedero tal y cual como se señala en los planos. La tubería constará de 24 orificios separados equidistantemente a lo largo de todo el vertedero de agua filtrada. La tubería estará sujeta a la pared mediante grapas PVC en U. El difusor debe estar sellado en el otro extremo con un tapón hembra. La tubería de vacío que conducirá el cloro gaseoso desde el rotámetro hasta el punto de aplicación en la post - cloración será de 1,5" PVC calibre 80.

7.12.10. AGUA A LOS EYECTORES

Una tubería de 50 mm PVC calibre 80 presurizada a 50 metros (71 psi), desde el sistema de alta presión, proveerá de agua a los eyectores para generar el vacío y formar la solución que será dosificada en los siguientes sitios:

- ✓ en la rampa de acceso del Canal Parshall antes de la cal hidratada
- ✓ al final del canal común de agua sedimentada
- ✓ en el vertedero de agua filtrada

7.12.11. DETECTOR DE ESCAPES DE CLORO

Se ha provisto un instrumento para detectar la concentración de escapes de cloro gaseoso. El detector será del tipo de célula de voltaje de doble platino impresionable, cuya conductividad cambia en proporción directa a la concentración de gas cloro en la muestra de la corriente de aire, suplido por una unidad de ventilador integral del tipo en el cual la alarma es activada a 2(dos) niveles de concentración diferentes, con rango que varía entre 1 ppm a 10 ppm.

Se suministrarán contactos para dos niveles de alarma: nivel bajo con un máximo de 5 microlitros/litro y nivel alto con un máximo de 15 microlitros/litro y deberán ser capaces de ajustarse con un ámbito de 5 a 1. Los contactos se utilizarán para controlar los ventiladores de extracción y proveerán una alarma audible. El detector debe poseer un indicador gráfico a barras de color acumulativas, para indicación visual de la concentración de gas, así como alarma visual y sonora para mejor aviso y una fuente de energía de reserva. El detector estará encerrado en un gabinete de fibra de vidrio y montado en la pared y estarán completos con un abastecimiento inicial de electrólito y celda de calibración de fluidos. El modelo opera en 110 voltios y 60 ciclos.

Se proveerán avisos de precaución para su colocación afuera de las puertas del Cuarto de Cloración y del Cuarto de Almacenamiento de Tanques con la leyenda que diga "**PELIGRO - GAS DE CLORACION - NO ENTRE CUANDO SUENA LA ALARMA**".

7.12.12. CLORO - VENTILACIÓN

El sistema incluirá todo el equipo requerido para ventilación y extracción de aire del cuarto de almacenamiento de tanques de cloro y del cuarto de cloración.

El sistema de ventilación se diseñará para proveer 4 cambios por hora en condiciones normales, aumentado a 15 cambios por hora cuando ocurra un escape de cloro.

Los ventiladores y motores se diseñarán para operación continua y servicio intermitente, según lo exijan los requerimientos de operación.

Los arrancadores y controles de motor se suministrarán para que hagan las siguientes funciones:

- a) Los ventiladores se moverán a baja velocidad, controlados mediante interruptores locales, ubicados afuera de las puertas de acceso del cuarto de almacenamiento de tanques y del cuarto de dosificación.
- b) La velocidad baja o alta de los ventiladores se seleccionará manualmente en los arrancadores de los motores.



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

- c) Los ventiladores se moverán a alta velocidad y la alarma indicadora local se iniciará cuando haya contacto de nivel bajo en el detector de escape de gas de cloro. La alarma también será enviada al Puesto Principal de Control.
- d) Que los ventiladores paren al recibir una alarma del detector de nivel alto de escape de gas de cloro.

Los ventiladores se seleccionarán de manera que se mantengan a un mínimo los niveles de ruido y se incorporarán silenciadores donde sea necesario. Los ventiladores y motores se soportarán sobre montajes aprobados anti-vibratorios.

Se proveerán cubiertas removibles en las cajas de los ventiladores para que puedan examinarse las aspas y los cojinetes sin disturbar los ductos. La lubricación de los cojinetes deberá realizarse sin necesidad de remover dichas cubiertas o planchas.

Los ductos que conduzcan aire serán de un material resistente a la corrosión debida a la humedad de gas cloro.

Se suministrarán todos los soportes, grapas, eslingas, pernos de anclaje y pernos de cimentación necesarios para soportar los ductos y su equipo asociados en forma aprobada.

Los silenciadores, ventiladores y otros dispositivos montados en los ductos se soportarán independientemente de los ductos a los que están ellos conectados.

En todos aquellos puntos donde los ductos pasen a través de ladrillo, hormigón u otras paredes, deberán utilizarse cajas empotradas que hayan sido aprobadas y serán suministradas e instaladas por el Contratista. Las cajas serán del tipo a ras y deberán tener un diseño nítido y un acabado. Donde las cajas sean suministradas para permitir el paso de ductos a través de paredes exteriores y techos, se suministrarán completas con todos los componentes necesarios para evitar que ocurran goteras dentro del edificio.

Las rejillas y persianas deberán terminarse en forma nítida de acuerdo con los requerimientos arquitectónicos. Las rejillas que estén en un mismo cuarto deberán tener un mismo tamaño y serán del mismo fabricante.

Las rejillas exteriores de extracción serán a prueba de intemperie con persianas fijas para impedir que la lluvia penetre por las aberturas. Se proveerá malla con apertura cuadrada de 15 mm, sobre todas las rejillas exteriores.

Todo el equipo para ventilación deberá estar diseñado para manejar gas cloro seco húmedo y de que deberá utilizarse materiales anti-corrosivos en todas partes.

7.13. POLÍMERO

7.13.1. GENERAL

Las unidades de dosificación de polímero están diseñadas para una capacidad promedio 0,2 ppm cuando se trate del polímero líquido catiónico o aniónico diluido.

Tanto el polímero catiónico como el aniónico serán del tipo líquido y se despacharán en el almacén de químicos en tanques de 190 litros. Mediante una bomba del tipo diafragma el polímero líquido será transferido directamente al tanque de 5 000 litros donde se formará una solución diluida del producto.

La solución preparada del polímero líquido será inyectada por la bomba de medición al punto de aplicación. El sitio de aplicación de la solución de polímero será en la mezcla rápida posterior al sulfato de aluminio, tal como se muestra en los planos.

7.13.2. PREPARACIÓN DEL POLÍMERO DILUIDO

Se suministrarán e instalarán 2 (dos) tanques de polietileno de 5 000 litros cada uno, uno para la operación y otro para la reserva, en los cuales se preparará la suspensión diluida del polímero líquido al 0,2 % en peso.

El tanque poseerá una válvula de flotador con interruptor eléctrico para el control del nivel de agua entrante. El sistema está diseñado para que cuando el tanque de 5 000 litros alcance su máximo nivel, la bomba de transferencia que transfiere el polímero líquido desde el tanque de 190 litros se detenga y arranque cuando el tanque se encuentre en un nivel predeterminado. El interruptor de la válvula de flotador estará incorporado a la caja de control independiente de la bomba de transferencia del polímero líquido.

La tubería de entrada de agua al tanque de 5 000 litros posee un rotámetro de lectura directa con rango de 0 a 5 gpm, para controlar la concentración de la solución presión de trabajo mínima de 35 psi y exactitud de \pm 5% de la escala total. La carcasa y flotador del rotámetro serán de aluminio u otro material resistente a la corrosión.

El tanque de la solución tendrá un dispositivo de mezcla mediante un agitador impulsado por electricidad, de hélice y vástago de acero inoxidable. La unidad mezcladora estará acoplada a la base de metal de la unidad alimentadora mediante una grapa del tipo prensa ajustable en cualquier ángulo. El mezclador será de 380 rpm, 115/230 volts y 60 Hz.

7.13.3. BOMBA DE TRANSFERENCIA DE LA SUSPENSIÓN CONCENTRADA DE POLÍMERO CATIÓNICO O ANIÓNICO

La solución concentrada de polímero líquido catiónico, así como la aniónica serán bombeadas al tanque de dilución de 5 000 litros mediante una bomba de transferencia del tipo diafragma de 18,9 Lph (0,21 Lpm) @ 12 bar, motor de ¼ P (0,19 kw) a 1750 rpm 110/220 volts y 60 Hz. La otra bomba es para la reserva.

7.13.4. DOSIFICACIÓN DEL POLÍMERO

La solución de polímero líquida previamente diluida en el tanque de 5 000 litros será bombeada al punto de aplicación mediante 4 (cuatro) bombas dosificadoras de diafragma de 291,4 Lph (4.85 Lpm) @ 5 bar, diafragma

de 100 mm, motor de ½ HP a 1750 rpm 110/220 volts y 60 Hz, 2 (dos) por cada dosificador, siendo una para la operación y otra para la reserva. La solución de polímero descargará a una tubería común de ¾" PVC calibre 40, la que será inyectada después del sulfato de aluminio en la mezcla rápida. La tubería de descarga posee una válvula de retención, una válvula aliviadora de presión y un amortiguador de pulsaciones.

7.14. SILICO FLUORURO DE SODIO

7.14.1. GENERAL

El silico fluoruro de sodio será despachado en el almacén de químicos en sacos de 50 kilos, los cuales se descargarán en una tolva de almacenamiento que por gravedad alimentará un tornillo sin fin, el cual a su vez dosificará en seco el producto a un tanque para formar la solución. Desde el tanque, la bomba de medición succionará la solución de silico fluoruro de sodio preparada y la bombeará al punto de aplicación en el canal de agua filtrada. El sistema está diseñado para dosificar 0,7 mg/L.

7.14.2. PREPARACIÓN DEL SILICO FLUORURO DE SODIO

La solución de fluoruro se prepara a través de 2 (dos) dosificadores volumétricos en seco del tipo tornillo sin fin con capacidad mínima de 0,06 pies³/hora, con una relación de 5:3:1 y polea de 3 etapas, motor de 1/6 HP y tornillo alimentador de 19 mm (0,75"). Cada unidad de dosificación estará provista de una tolva convergente y de extensión con capacidad de 10 pies³ cada una, de modo que el producto dure por lo menos un turno de 24 horas.

El alimentador está diseñado para que cuando el tanque de solución de 190 litros alcance su máximo nivel, el tornillo sin fin se detenga y arranque cuando el tanque se encuentre en un nivel pré-determinado.

La solución de silico fluoruro de sodio se preparará en un tanque de polietileno de 190 litros de capacidad donde se formará una solución al 0,76%. La tubería de entrada de agua al tanque de 190 litros poseerá un rotámetro de lectura directa con rango de 0 a 5 gpm., para controlar la concentración de la solución, presión de trabajo mínima de 35 psi y exactitud de \pm 5% de la escala total. La carcasa y flotador del rotámetro serán de aluminio u otro material resistente a la corrosión.

7.14.3. DOSIFICACIÓN DEL SILICO FLUORURO DE SODIO

La solución de fluoruro se dosificará mediante 4 (cuatro) bombas de medición, 2 (dos) por cada dosificador, una para operación y otra para la reserva, con capacidad para inyectar cada una no menos de 193 Lph (3,2 Lpm) @ 5 bar (75 psi), motor de ½ HP (0,37 kw) a 1750 rpm, 110/220 volts y 60 Hz.

La descarga de la bomba de medición del silico fluoruro de sodio se efectuará a una tubería de 1" (25 mm) PVC calibre 40, la cual conducirá la solución hasta su punto de inyección en el canal de agua filtrada tal como se muestra en los planos. y el difusor estará ubicado a lo largo del canal tal y cual como se señala en los planos.



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

7.15. CARBÓN ACTIVADO

7.15.1. GENERAL

El carbón activado será despachado en el almacén de químicos en sacos de 22,68 kilos, los cuales se descargarán en una tolva de almacenamiento que por gravedad alimentará un tornillo sin fin, el cual a su vez dosificará en seco el producto a un tanque para formar la suspensión. El sistema está diseñado para dosificar 1 mg/L.

Desde el tanque, la bomba de medición succionará la suspensión de carbón activado preparada y la bombeará al punto de aplicación en la tubería de agua cruda.

7.15.2. PREPARACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO

La suspensión de carbón activado se preparará a través de 2 (dos) dosificadores volumétricos en seco del tipo tornillo sin fin con capacidad mínima de 0,45 pies³/hora, con una relación de 5:3:1 y polea de 3 etapas, motor de 1/6 HP y tornillo alimentador de 38 mm (1,5"). Cada unidad de dosificación estará provista de una tolva convergente y de extensión con capacidad de 10 pies³ cada una, de modo que el producto dure por lo menos un turno de 24 horas.

El alimentador está diseñado para que cuando el tanque de suspensión de 190 litros alcance su máximo nivel, el tornillo sin fin se detenga y arranque cuando el tanque se encuentre en un nivel pre-determinado. La suspensión de carbón activado se preparará en un tanque de polietileno o fibra de vidrio y resina de 190 litros de capacidad donde se formará una suspensión al 5%.

La tubería de entrada de agua al tanque de 190 litros poseerá un rotámetro de lectura directa con rango de 0 a 5 gpm., para controlar la concentración de la solución, presión de trabajo mínima de 35 psi y exactitud de ± 5% de la escala total. La carcasa y flotador del rotámetro serán de aluminio u otro material resistente a la corrosión.

7.15.3. DOSIFICACIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO

La suspensión de carbón activado se dosificará a través de 4 (cuatro) bombas de medición, 2 (dos) por cada dosificador, una para operación y otra para la reserva, con capacidad para inyectar 87 Lph (1,4 Lpm) @ 12 bar (175 psi), motor de ¼ HP (0,19 kw) a 1750 rpm, 110/220 volts y 60 Hz.

La descarga de la bomba de medición del carbón activado se efectuará a una tubería de 1" PVC calibre 40, la cual conducirá la solución hasta su punto de inyección en el mezclador helicoidal tal como se muestra en los planos. La longitud de la tubería de succión debe ser con un diámetro de 1,5 veces el de la manguera de la bomba.

7.15.4. SISTEMA DE AGUA DE SERVICIO

Una tubería de 50 mm PVC calibre 80 abastecerá de agua de servicio el edificio de Químicos para abastecer a todos los tanques de solución y suspensiones, así como el suministro de agua a los cloradores. Esta tubería debe proveer como mínimo 50 litros/minuto, en su momento de mayor consumo, para garantizar el agua hacia los dosificadores de sulfato de aluminio, cal hidratada, polímero, silico fluoruro de sodio, carbón activado y

cloro gas. La presión mínima en esta tubería de 50 mm debe ser 50 metros (73,5 libra/pulgada²) de modo que garantice el vacío requerido en los cloradores.

A fin de garantizar la continuidad del suministro de agua potable a los dosificadores volumétricos, la tubería de 50 mm PVC calibre 80 tendrá una válvula reguladora de presión, tal y como se muestra en los planos.

7.15.5. EQUIPO DE MUESTREO

Con el objetivo de mantener un muestreo continuo de las aguas del proceso se instalarán cuatro (4) bombas centrífugas horizontales de 0,5 litros/minuto y carga dinámica de 20 metros cada una. Las bombas serán instaladas en los siguientes sitios:

- ✓ Entrada de agua cruda
- ✓ Canal de agua sedimentada
- ✓ Canal de agua filtrada
- ✓ Salida de agua tratada

Las tuberías del agua de proceso llegarán todas a un fregador común en el cuarto de control e instrumentación de planta.

7.16. EQUIPOS PARA LA MEDICIÓN DE PARÁMETROS QUÍMICOS

7.16.1. UBICACIÓN

Los analizadores de cloro residual y turbiedad estarán ubicados en el cuarto de control e instrumentación de planta. Para los analizadores de turbiedad del agua filtrada se instalará cada uno en la descarga de cada filtro. Cada analizador llevará incorporado un registrador gráfico de 10" de circunferencia con plumilla intercambiable ajustable para 24 horas o 7 días.

7.16.2. AGUA DE SERVICIO PARA LOS ANALIZADORES

El agua cruda y/o tratada para los analizadores continuos de turbiedad y de cloro residual, será la misma que proviene de las bombas de muestreo. Una tubería PVC calibre 40 de 1/2" conducirá la muestra de agua hacia los analizadores.

Previo a la entrada de los analizadores tanto el suministro de agua cruda como el de agua tratada deben llevar integrada una válvula reguladora de presión que permita reducir la presión existente en las tuberías a un valor menor a 0,5 barías antes de que la muestra de agua fluya en los analizadores. Se colocará una válvula de PVC tipo globo a la entrada de los analizadores. Cada analizador debe llevar instalado un filtro en "yee" para cuando sea necesario efectuar rutinas de limpieza.

7.16.3. ANALIZADOR DE CLORO LIBRE RESIDUAL

Un Analizador continuo para medición de cloro **libre** residual del tipo cabina para empotrar en la pared, de material resistente a la corrosión que utilice electrólito de referencia basado en el método colorimétrico DPD, con las siguientes características:



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME DE SELECCIÓN DE PROCESO QUÍMICO



- ✓ Visualización en pantalla de cristal líquido,
- ✓ Rango de concentración de 0 a 5 mg/Litro,
- ✓ Compensación automática de color/turbiedad,
- ✓ Precisión $\pm 5\%$ del valor de la medición,
- ✓ Nivel mínimo de lectura igual a 0,035 mg/Litro,
- ✓ Ciclo de análisis cada 2,5 minutos,
- ✓ Capacidad para medir cloro residual total o libre con solo cambiar de reactivo,
- ✓ Capacidad de auto diagnóstico,
- ✓ Rutina de mantenimiento requerido mínimo,
- ✓ 2 alarmas ajustables para concentración máxima y mínima de cloro residual,
- ✓ Alarma indicadora de aviso audible,
- ✓ Una corriente de salida de 4 – 20 mA ajustable en cualquier valor del rango de 0 a 5 mg/Litro,
- ✓ Frecuencia de cambio de electrólito una vez por mes,
- ✓ Calibración con valor cero con agua y con método de referencia,
- ✓ Para trabajar en 110 voltios y 60 Hz. Presión de trabajo 0,5 baria,
- ✓ Como accesorio incorporado debe traer un registrador gráfico de 10" de circunferencia para empotrar en la pared disponible con una plumilla del tipo intercambiable y ajustable para 24 horas o 7 días, para trabajar en 110 voltios y 60 Hz,
- ✓ El análisis del cloro residual será realizado en una muestra proveniente de la tubería de agua tratada.

7.16.4. ANALIZADOR DE TURBIEDAD DEL AGUA TRATADA Y DE LOS FILTROS

Un Analizador continuo para medición de turbiedad de tipo cabina para empotrar en la pared, de material resistente a la corrosión, con las siguientes características:

- ✓ Visualización en pantalla de cristal líquido,
- ✓ Rango de 0 a 100 Unidades de Turbiedad Nefelométricas (UTN),
- ✓ Precisión $\pm 2\%$ del valor de la medición en un rango de 0 a 40 UTN y $\pm 5\%$ en un rango de 40 a 100 UTN,
- ✓ Resolución de 0,01UTN,
- ✓ Reproducibilidad $\pm 0,002$ UTN,
- ✓ Tiempo de respuesta inicial en 1 minuto, 15 segundos con tanque interno de burbuja,
- ✓ Flujo de agua: 250 a 750 mL/minuto,
- ✓ Rango de temperatura: 0 a 50°C,
- ✓ 2 alarmas ajustables para valores mínimos y máximos de turbiedad,
- ✓ 1 corriente de salida de 0 a 20 mA o 4 a 20 mA ajustable para cualquier valor de 0 a 100 UTN,
- ✓ Alarma indicadora audible,
- ✓ Rutina de mantenimiento requerido mínimo,

- ✓ Calibración con patrones de formazina,
- ✓ Para operar en 110 voltios y 60 Hz. Presión de trabajo 0.5 barias,
- ✓ Como accesorio incorporado debe traer un registrador gráfico de 10" de circunferencia para empotrar en la pared disponible con una plumilla del tipo intercambiable y ajustable para 24 horas o 7 días, para trabajar en 110 voltios y 60 Hz,

7.16.5. ANALIZADOR DE TURBIEDAD DEL AGUA CRUDA

- ✓ Un Analizador continuo para medición de turbiedad de tipo cabina para empotrar en la pared, de material resistente a la corrosión, con las siguientes características:
- ✓ Visualización en pantalla de cristal líquido,
- ✓ Rango de 0 a 999 Unidades de Turbiedad Nefelométricas (UTN),
- ✓ Rango de temperatura: 0 a 50°C,
- ✓ 2 alarmas ajustables para valores mínimos y máximos de turbiedad, 1 corriente de salida de 0 a 20 mA o 4 a 20 mA ajustable para cualquier valor de 0 a 100 UTN,
- ✓ Alarma indicadora audible,
- ✓ Rutina de mantenimiento requerido mínimo,
- ✓ Calibración con patrones de formazina,
- ✓ Para operar en 110 voltios y 60 Hz. Presión de trabajo 0,5 barias,
- ✓ Como accesorio incorporado debe traer un registrador gráfico de 10" de circunferencia para empotrar en la pared disponible con una plumilla del tipo intercambiable y ajustable para 24 horas o 7 días, para trabajar en 110 voltios y 60 Hz.



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

8. MARCAS Y MODELOS DE EQUIPOS

8.1. ALIMENTADORES EN SECO TIPO TORNILLO SIN FIN

Producto químico	Capacidad (pies ³ /hora)		Tolva Pies ³	Marca	Modelo serie	Marca	Modelo serie	Marca	Modelo serie
	Calculado	Propuesto							
Sulfato de aluminio	1,0	1,5	25	W&T Chemfeed	32 - 055	SodaMite	ZFP500	Merrick	Omega.25
Cal hidratada	0,27	1,5	25						
Carbón activado	0,10	0,45	10						
Fluoruro de sodio	0,03	0,06	5						

8.2. BOMBAS DOSIFICADORAS

Producto químico	Capacidad (litros/hora)		Diafragma φ (mm)	Motor @1750 rpm	Marca	Modelo serie	Marca	Modelo serie	Marca	Modelo serie
	Calculado	Propuesto								
Sulfato de aluminio ^a	260	291,4 @5 bar	100	½ HP	W&T Chemfeed	Encore 700	Jesco	Memdos LB	ProMinent	Makro TZ
Polímero ^a	13 ^c	18,9 @12 bar	35	¼ HP						
	210 ^d	291,4 @3 bar	75	¼ HP						
Fluoruro de sodio ^a	193	291,4 @ 5 bar	100	½ HP	Verderflex	R8	Blue White	FlexFlo	ProMinent	Dulco DFYa
Cal hidratada ^b	434	470 @ 2 bar	12,7 x 3,2	½ HP @ 196 rpm & 50 Hz						
Carbón activado ^b	87	93,6 @ 2 bar	8,0 x 2,4	¼ HP @ 220 rpm & 50 Hz						

a. Bombas de diafragma b. Bombas peristálticas c. Bomba de transferencia d. Bomba dosificadora

8.3. CLORO GASEOSO

Producto químico	Capacidad (pies ³ /hora)		Marca	Modelo serie	Marca	Modelo serie	Marca	Modelo serie
	Calculado	Propuesto						
Cloro gaseoso	3,8	5,0	Capitol Control	WX4100	Wallace & Tiernan	V10	Aplicor	NXT 30000

9. ANEXOS

9.1. INFORMES DE ENSAYO DE CALIDAD DE AGUA REALIZADO POR EL LABORATORIO AMBITEK Y FECHADOS OCTUBRE DE 2020 Y ABRIL DE 2021

9.2. PRUEBA DE JARRA REALIZADO EN MARZO DE 2020



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DEL DRENAJE PLUVIAL



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DEL DRENAJE PLUVIAL

Revisión: 00 Fecha: 25/04/2022

Realizado

Ing. José Ramos

PLADES

Comprobado

Ing. Boris Gómez

PLADES

Aprobado

Ing. Boris Gómez

PLADES



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ÍNDICE

1. Drenaje Pluvial	3
1.1. Manuales, normas y/o leyes de referencia	3
1.2. Criterios de Dimensionamiento	3
1.2.1. Diámetro Mínimo	3
1.2.2. Cámaras de Inspección y Tragantes	3
1.2.2.1. Cámara de Inspección	3
1.2.2.2. Tragantes	3
1.2.3. Recubrimiento de las Tuberías y Rellenos de Zanja	3
1.2.4. Condiciones de Velocidades y Flujo Dentro de Tuberías	4
1.2.5. Esfuerzo Cortante	4
1.2.6. Coeficientes para las Tuberías	4
1.2.7. Coeficientes de escorrentía	4
1.2.8. Tiempo de Concentración (TC)	4
1.2.9. Tiempo de Retorno (TR)	4
1.2.10. Intensidad de Lluvia	4
1.2.11. Estimación del Caudal	5
1.2.12. Ecuaciones de flujo en canales	5
1.3. Definición de las cuencas de drenajes	5
1.4. Cálculo de caudal	6
1.5. Resultados del Dimensionamiento:	6
1.6. Drenaje pluvial de la planta	6
1.7. Cunetas	7
2. Conclusiones	7

LISTADO DE IMÁGENES Y TABLAS

<i>Tabla 1</i> Tipos de tragantes y capacidades establecidas por el MOP	3
<i>Tabla 2</i> Velocidades permitidas	4
<i>Tabla 3</i> Curva Intensidad Frecuencia del MOP, Sector Atlántico	5
<i>Figura 1</i> Cuencas de drenaje	5
<i>Tabla 4</i> Resultados de cálculo del caudal	6
<i>Tabla 5</i> Resultados hidráulicos de los cruces de vía	6
<i>Tabla 6</i> Resultados hidráulicos de los cruces de vía en tubería	6
<i>Tabla 7</i> Predimensionamiento del Drenaje Pluvial de la Planta	6
<i>Figura 2</i> Red de drenaje de la planta	7



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

DRENAJE PLUVIAL

1. DRENAJE PLUVIAL

Para el sistema de drenaje pluvial se ha realizado primeramente el análisis de las cuencas de drenaje de la zona del proyecto y se han detectado los cruces de cauce que se generan a lo largo desde la Toma de agua cruda hasta la conexión con la vía principal. Estos cruces que se generan fueron analizados tomando en cuenta información topográfica suministradas tanto de levantamiento topográficos en campo como también información suministrada en digital de las curvas de nivel de Tommy Guardia para las zonas más alejadas del proyecto.

1.1. MANUALES, NORMAS Y/O LEYES DE REFERENCIA

Los documentos de referencia utilizados fueron:

- ✓ “Manual de Requisitos para la Revisión de Planos”, del Ministerio de Obras Públicas de Panamá (MOP). Resolución No. 008-03 de 11 de marzo de 2003 (Gaceta Oficial No. 24766 de 24-03-2003).
- ✓ “Manual de Diseño de Drenaje Urbano (Urban Drainage Design Manual)” del Departamento de Transporte de los Estados Unidos - Administración Federal de Carretera (U.S. Department of Transportation – Federal Highway Administration) Tercera Edición.
- ✓ Decretos, normas locales y gaceta oficial, y por último los códigos internacionales.

1.2. CRITERIOS DE DIMENSIONAMIENTO

1.2.1. DIÁMETRO MÍNIMO

Para la red de tubería pluvial se especifica en la norma del MOP que el diámetro mínimo es 18” en el primer tramo de 10 metro, sin embargo, las últimas exigencia del MOP solicita que el diámetro mínimo para las tuberías deberá ser de 24” para facilitar el mantenimiento. Por consiguiente, se dejará como diámetro mínimo 24” (600mm).

1.2.2. CÁMARAS DE INSPECCIÓN Y TRAGANTES

1.2.2.1. Cámara de Inspección

Estas se construirán para permitir el acceso a las tuberías con el fin de darle mantenimiento y limpieza.

Las cámaras de inspección se localizan en:

- Intervalos no mayores de 100 m.
- Cambio de dirección horizontal.
- Cambio de pendiente.



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

- Cambios de diámetro.
- En el inicio del sistema

1.2.2.2. Tragantes

Se ubicarán en las esquinas de las calles, fuera de los radios de giro, puntos bajos de las calles, tramos rectos que no sean mayores de 60 m, se recomienda, por experiencia, el uso de tragantes tipo L-2 como mínimo.

Para cuando cambian las pendientes longitudinales de las calles se puede seguir el siguiente criterio:

- ✓ 2% > P > 6%, tragantes tipo L-2.
- ✓ 6% > P > 8%, tragantes tipo L-3.
- ✓ 8% > P > 10%, tragantes tipo L-4.
- ✓ P > 10%, tragantes tipo L-5.

En calles con pendientes mayores de 10 % se construirá en el cordón cuneta, antes de la entrada a la primera boca del tragante, difusores de velocidad, consistente en 5 o más líneas de hormigón en alto relieve, separados 20 cm uno del otro con un largo igual al ancho de la cuneta.

La cuneta deberá tener siempre una pendiente hacia el cordón de 5% como mínimo. En la misma entrada a la boca del tragante la pendiente será de 8%.

A continuación, presentamos los diferentes tipos de tragantes y sus capacidades establecidas por el MOP:

Tabla 1 Tipos de tragantes y capacidades establecidas por el MOP

Tipo	Capacidad
L1	8 p.c.s.
L2	12 p.c.s.
L3	16 p.c.s.
L4	20 p.c.s.
L5	24 p.c.s.
P2	5 p.c.s.
P2	10 p.c.s.

Los tragantes tipo parrilla se podrán utilizar en casos especiales como centros comerciales, captaciones en el medio de la vía, estacionamientos y en cajas pluviales con cambios de dirección.

1.2.3. RECUBRIMIENTO DE LAS TUBERÍAS Y RELLENOS DE ZANJA

El recubrimiento mínimo a tomarse en cuenta para las tuberías de H.R., será de 0.60 m al lomo de la tubería, más el espesor de la losa de pavimento (20cm). Para el caso en los cuales no se pueda cumplir este mínimo, se reforzará el pavimento o la tubería. Para el caso de tuberías de poli-cloruro de vinilo (P.V.C.) perfiladas y de polietileno, consultar las especificaciones técnicas del Manual de Instalación del Fabricante respectivo y sus recomendaciones según lo indicado en especificaciones del MOP.

1.2.4. CONDICIONES DE VELOCIDADES Y FLUJO DENTRO DE TUBERÍAS

Las velocidades que se tienen en cuenta para verificación de las tuberías se indican en la a continuación.

Tabla 2 Velocidades permitidas

Tipo de Tubería	Velocidad	
	Máxima (m/Seg)	Mínima
PVC o PRFV (GRP)	4.57	0.914
HR (Hormigón Reforzado)	3.66	0.914
Canales en concreto	4.57	NA
Canales en mampostería	3.048	NA
Canales canto rodado, (arena y tierra)	1.52	NA

1.2.5. ESFUERZO CORTANTE

Al igual que en los sistemas de alcantarillados sanitarios, se debe asegurar un esfuerzo cortante mínimo que, combinado con una velocidad mínima, garantice un flujo autolimpiante en la tubería para el caudal de diseño. En este caso para una lluvia de diseño, se especifica un esfuerzo cortante mínimo de 2.0 N/m² (0.2 Kg/m²), pero debido a que la condición anterior se obtiene valores extremos, es conveniente especificar un esfuerzo cortante para el 10% de la capacidad a tubo lleno sea superior a 1.5 N/m² (0.15 Kg/m²).

1.2.6. COEFICIENTES PARA LAS TUBERÍAS

La selección del coeficiente de rugosidad es una determinación crítica en el dimensionamiento de la tubería. Un valor alto resulta en un sobredimensionamiento y en un diseño antieconómico; por el contrario, un valor muy bajo resulta en una tubería con capacidad insuficiente para transportar el caudal de diseño. De acuerdo a información basada en la bibliografía como en los manuales de las diferentes fábricas se han definidos los siguientes valores:

Tuberías de PVC y Fibra de Vidrio= 0.009- 0.010

Tubos de Concreto= 0.013

1.2.7. COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA

El Ministerio de Obras Públicas exige la utilización de los siguientes valores mínimos de C:

C = 0.85 Para diseños pluviales en áreas suburbanas y en rápido crecimiento.

C = 0.90 – 1.00 Para diseños pluviales en áreas urbanas deforestadas.

C = 1.00 Para diseños pluviales en áreas completamente pavimentadas.

Para el Dimensionamiento se tomó el valor de 0.80 para el coeficiente de escorrentía.

1.2.8. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (TC)

Se recomienda un valor crítico recomendado entre 5 – 10 minutos para áreas pavimentados en cuencas urbanas, para nuestro caso se elige 10 minutos dado que la Curva IDF Datum Balboa establecida por el MOP su valor mínimo registrado es 10 minutos.

1.2.9. TIEMPO DE RETORNO (TR)

Se utilizó un periodo de retorno de 10 años para el Dimensionamiento del sistema pluvial, según lo recomendado por el Ministerio de Obras Públicas en el "Manual de Requerimientos y Normas Generales actualizadas para la Revisión de Planos, parámetros recomendados en el diseño del sistema de calles y drenajes pluviales de acuerdo a lo exigido por el Ministerio de Obras Públicas". Y de 50 años para las alcantarillas que cruzan las vías

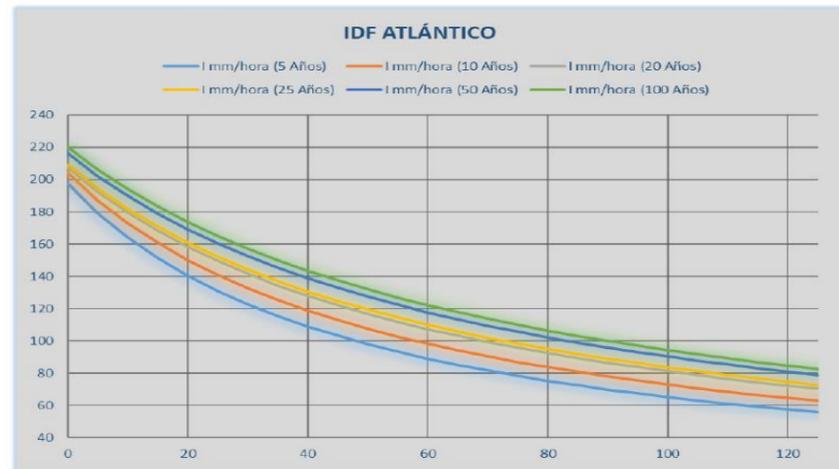
1.2.10. INTENSIDAD DE LLUVIA

Las fórmulas de intensidad de lluvia fueron adoptadas de la norma del MOP que indica que: "Para obtener las Intensidades de Lluvia en la Vertiente del Atlántico, recomendamos utilizar las fórmulas presentadas en el Estudio de Consultoría "Diseño del Sistema Pluvial de la Ciudad de Colón", elaborado para el Ministerio de Obras Públicas en 1981. La Empresa Consultora, para su estudio, obtuvo información de la Estación Meteorológica de Cristóbal, adyacente a la Ciudad de Colón. Esta información consistió de observaciones de precipitaciones por un periodo de 23 años: de 1957 a 1979". Se utilizará un periodo de retorno de año para red pluvial y 50 años para alcantarillas de cruces de vías. Se presentan a continuación las ecuaciones utilizadas:

$$i = \left[\frac{11367}{TC + 55.7} \right] \left(\frac{mm}{hr} \right) = PR \ 10 \ Años$$

$$i = \left[\frac{15508}{TC + 71.7} \right] \left(\frac{mm}{hr} \right) = PR \ 50 \ Años$$

Tabla 3 Curva Intensidad Frecuencia del MOP, Sector Atlántico



1.2.11. ESTIMACIÓN DEL CAUDAL

El caudal se determinará por el Método Racional, por encontrarnos en una cuenca de menos de 250 Ha como lo indica el Manual de Requisitos y Normas Generales del MOP. Se muestra a continuación la ecuación del método racional:

$$Q = \frac{C i A}{360} \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

Q: Caudal punta de cálculo en m³/s

C: Coeficiente de escorrentía

i: Máxima intensidad correspondiente al periodo de retorno en mm/h

A: Área de la cuenca en Hectáreas (Ha)

1.2.12. ECUACIONES DE FLUJO EN CANALES

Para los respectivos cálculos se utiliza para este caso de análisis de flujo en superficie libre la ecuación de Manning mostrando a continuación su expresión más común.

$$Q = \frac{k}{n} A \cdot R_h^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Siendo:

n= coeficiente de rugosidad de Manning

Rh= radio hidráulico, en m, función del tirante hidráulico

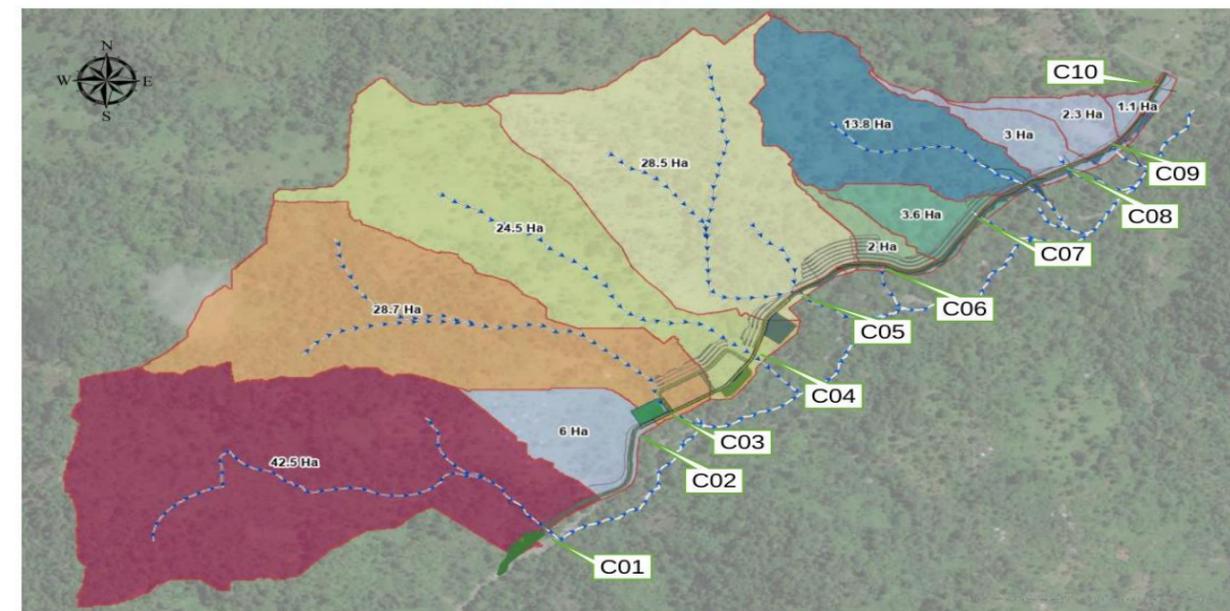
S= pendiente de la línea de agua m/m

A= Área de la sección hidráulica en m2

1.3. DEFINICIÓN DE LAS CUENCAS DE DRENAJES

Estas fueron definidas a partir de la terracería y las vías del proyecto con la topografía suministrada. En la siguiente figura se presenta las cuencas de drenaje generadas:

Figura 1 Cuencas de drenaje



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DEL DRENAJE PLUVIAL



1.4. CÁLCULO DE CAUDAL

Con los datos presentados anteriormente se ha realizado los cálculos de los caudales utilizados para el dimensionamiento de las distintas obras hidráulicas del proyecto. En la siguiente tabla de muestran los resultados del cálculo del caudal.

Tabla 4 Resultados de cálculo del caudal

Cuenca	Área de la Cuenca (Ha)	Tc (min)	i (mm/h)	Q (m3/s)
01	42.50	10	189.8	17.9
02	6.00	10	189.8	2.5
03	28.70	10	189.8	12.1
04	24.50	10	189.8	10.3
05	28.50	10	189.8	12.0
06	2.00	10	189.8	0.8
07	3.60	10	189.8	1.5
08	13.80	10	189.8	5.8
09	3.00	10	189.8	1.3
10	2.30	10	189.8	1.0

1.5. RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO:

En la siguiente tabla se presentan los resultados hidráulicos y de dimensionamiento de los diferentes cruces a lo largo de la vía.

Tabla 5 Resultados hidráulicos de los cruces de vía

Cruce	Sección	Caudal			Velocidad		Depth		HGL@Hw/D = 0.935		
		Total (cms)	Culvert (cms)	Over Top (cms)	Down (m/s)	Up (m/s)	Down (mm)	Up (mm)	Down (m)	Up (m)	Hw (m)
01	3x1.5*2.5	17.900	17.900	0.000	4.680	2.859	510	835	1.510	2.335	2.903
02	1x1.05 Ø	2.500	2.500	0.000	4.094	2.276	402	637	1.402	2.137	2.514
03	2x1.5*2.5	12.110	12.110	0.000	4.658	2.873	520	843	1.520	2.343	2.917
04	2x1.5*2.00	10.300	10.300	0.000	4.769	2.933	540	878	1.540	2.378	2.978
05	2x1.5*2.5	12.020	12.020	0.000	4.714	2.866	510	839	1.510	2.339	2.910
06	1x0.90 Ø	0.840	0.840	0.000	3.876	2.092	336	543	1.336	2.043	2.363
07	1*1.20 Ø	1.500	1.500	0.000	4.145	2.292	428	574	1.428	2.174	2.556



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

Cruce	Sección	Caudal			Velocidad		Depth		HGL@Hw/D = 0.935		
		Total (cms)	Culvert (cms)	Over Top (cms)	Down (m/s)	Up (m/s)	Down (mm)	Up (mm)	Down (m)	Up (m)	Hw (m)
08	2x1.2*1.6	5.800	5.800	0.000	4.421	2.608	410	695	1.410	2.195	2.669
09	1x1.05 Ø	1.200	1.200	0.000	4.079	2.249	394	528	1.394	2.128	2.497
10	1x1.05 Ø	0.970	0.970	0.000	3.920	2.083	347	561	1.347	2.061	2.375

Opcionalmente a los cruces en cajón pueden ser se sección circular con las siguientes dimensiones:

Tabla 6 Resultados hidráulicos de los cruces de vía en tubería

Cruce	Sección	Caudal			Velocidad		Depth		HGL@Hw/D = 0.95		
		Total (cms)	Culvert (cms)	Over Top (cms)	Down (m/s)	Up (m/s)	Down (mm)	Up (mm)	Down (m)	Up (m)	Hw (m)
01	3x1.90 Ø	17.900	17.900	0.000	5.044	3.154	826	1203	1.826	2.703	3.305
03	3x1.60 Ø	12.110	12.110	0.000	4.776	2.944	700	1032	1.7	2.532	3.064
04	3x1.50 Ø	10.300	10.300	0.000	4.692	2.849	648	967	1.648	2.467	2.965
05	3x1.60 Ø	12.020	12.020	0.000	4.776	2.935	696	1028	1.696	2.528	3.055
08	2x1.40 Ø	5.800	5.800	0.000	4.584	2.751	602	906	1.602	2.406	2.871

1.6. DRENAJE PLUVIAL DE LA PLANTA

Para el sistema de drenaje pluvial de la planta se han aplicado los criterios de diseño antes mencionados en cuenta en infraestructura pluvial. Se han realizado un pre-dimensionamiento obteniendo los siguientes resultados:

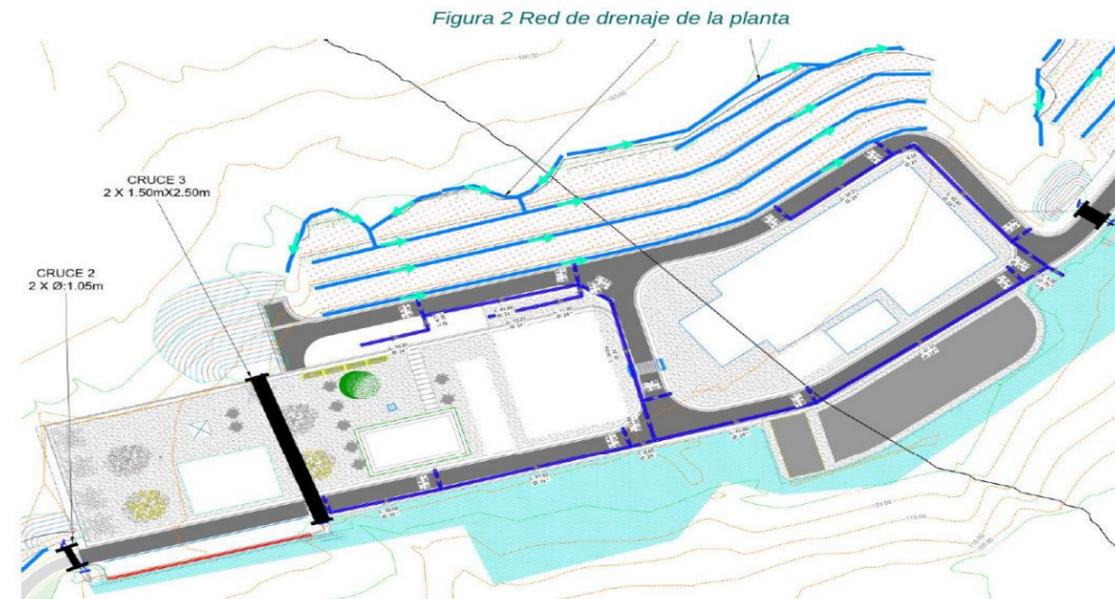
Tabla 7. Predimensionamiento del Drenaje Pluvial de la Planta

Label	Invert (Start) (m)	Invert (Stop) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Slope (Calculated) (%)	Velocity (m/s)	Depth (Normal) / Rise (%)
TP-01	124.76	124.54	600.0	755.59	4.489	4.77	54.7
TP-02	125.46	125.27	600.0	623.13	2.362	3.57	59.3
TP-03	127.08	125.46	600.0	588.58	2.736	3.72	54.6
TP-04	128.09	127.08	600.0	529.09	2.802	3.66	50.9
TP-05	128.58	128.09	600.0	254.21	3.933	3.40	31.0

INFORME CONCEPTUAL DEL DRENAJE PLUVIAL

Label	Invert (Start) (m)	Invert (Stop) (m)	Diameter (mm)	Flow (L/s)	Slope (Calculated) (%)	Velocity (m/s)	Depth (Normal) / Rise (%)
TP-06	132.10	128.58	600.0	208.52	7.907	4.12	23.5
TP-07	132.13	132.10	600.0	180.40	0.400	1.35	47.9
TP-11	132.16	132.13	600.0	92.29	0.468	1.13	33.2
TP-13	132.16	132.36	600.0	67.18	-1.114	1.48	21.7
TP-12	132.49	132.36	600.0	33.59	0.845	1.10	16.6
TP-08	132.61	132.13	600.0	82.24	0.894	1.45	25.4
TP-09	132.82	132.61	600.0	5.76	3.964	1.10	5.0
TP-10	132.64	132.61	600.0	70.44	0.400	1.04	28.8
TP-14	132.72	132.64	600.0	48.75	0.446	0.97	23.3
TP-15	132.51	132.13	600.0	3.95	6.893	1.19	3.7
TP-16	128.62	128.58	600.0	31.68	0.508	0.90	18.2
TP-17	128.32	128.09	600.0	272.09	2.639	3.00	35.7
TP-18	130.10	128.32	600.0	234.81	2.720	2.92	32.8
TP-19	131.06	130.10	600.0	180.93	3.191	2.87	27.5
TP-20	131.12	131.06	600.0	147.28	0.400	1.28	42.7
TP-21	131.16	131.12	600.0	23.98	0.642	0.90	15.0
TP-22	130.13	130.10	600.0	45.37	0.400	0.92	23.1
TP-23	128.35	128.32	600.0	35.04	0.467	0.90	19.5
TP-24	127.10	127.08	600.0	53.89	0.400	0.97	25.2
TP-25	125.49	125.46	600.0	31.24	0.514	0.90	18.0
TP-26	124.81	124.76	600.0	131.75	0.400	1.24	40.1
TP-27	124.95	124.81	600.0	5.74	2.192	0.90	5.7
TP-28	128.98	124.87	600.0	107.72	10.000	3.69	16.0
TP-29	130.20	129.55	600.0	94.41	10.000	3.55	15.0
TP-30	132.11	130.20	600.0	66.16	5.539	2.59	14.6
TP-31	132.19	132.11	600.0	9.48	1.426	0.90	8.0
TP-32	130.43	130.20	600.0	5.43	3.774	1.07	4.9

En la siguiente figura se presenta un esquema de la red propuesta:



1.7. CUNETAS

A las cunetas de drenaje tanto de protección de talud y vías se le aplicarán los detalle típicos de MOP donde corresponda. Se requerirán disipadores de energía en algunos puntos los cuales se dimensionarán en la etapa final de diseño.

2. CONCLUSIONES

Las redes de drenaje propuesta tienen una longitud de 546m con diámetros máximos de 600mm. Estos valores tomados de manera conceptual se van a revisar a detalle y la etapa final del diseño.

De manera conceptual se han hecho los pre-dimensionamientos descritos de los cruces de cauces, estos se revisarán a detalle en la etapa final de diseño



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE ELECTRICIDAD, RESPALDO, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE ELECTRICIDAD, RESPALDO, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES

Revisión: 00 Fecha: 25/04/2022

Realizado

Pedro Ríos
PLADES

Comprobado

Ing. Alfredo Guzman
PLADES

Aprobado

Ing. Boris Gomez
PLADES



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE ELECTRICIDAD, RESPALDO, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES



ÍNDICE

1. Descripción General de la Solución Adoptada	3
2. Descripción cargas instaladas en esta etapa.....	4
2.1. Descripción cargas de fuerza PTAP	4
2.2. Descripción cargas de ILUMINACION PTAP	5
2.3. Descripción cargas de ILUMINACION TOMA	6
2.4. Descripción cargas TOTALES PTAP Y TOMA	6
3. Descripción Cargas Críticas (generador).....	6
4. anexo 1 (tableros de edificios).....	8
5. Descripción Sistema de Telecomunicaciones	12



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

INFORME DESCRIPTIVO DEL SISTEMA ELECTRICO Y TELECOMUNICACIONES

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

El nuevo sistema tendrá capacidad para potabilizar de manera continua, agua cruda mediante tratamiento convencional, el cual incluye los siguientes procesos: mezcla rápida, floculación, sedimentación acelerada, filtración rápida, desinfección en laberinto de cloración y tratamiento químico.

La PTAP propuesta es la siguiente:

- ✓ Medición de caudal de agua cruda entrada a la planta potabilizadora.
- ✓ Cámaras de Mezcla-coagulación
- ✓ Dosificación de coagulante
- ✓ Dosificación de cal hidratada
- ✓ Dosificación de carbón activo en polvo
- ✓ Floculación
- ✓ Dosificación de floculante
- ✓ Sedimentación de alta tasa
- ✓ Filtración rápida con medio dual (Antracita-Arena).
- ✓ Dosificación de cloro gas (post cloración)
- ✓ Dosificación de silicofluoruro de sodio
- ✓ Reservorios de agua tratada
- ✓ Medición de caudal de agua tratada salida de la Planta Potabilizadora.
- ✓ Tratamiento de aguas de lavado y secado de lodos

Los escenarios bajo los cuales se realiza el análisis para suministro eléctrico son los siguientes:

Acometida eléctrica:

La misma será una línea trifásica.

La zona es suplida por Naturgy en 13.2 Kv y será instalada en postes de hormigón de 12 metros. En caso de cambiar los requerimientos a 2 circuitos trifásicos se requerirán postes de hormigón de 14 metros normados por la empresa eléctrica. Estos postes cumplirán con el propósito de llevar la energía eléctrica y a su vez se instalarán las luminarias. Para la iluminación de la vía de acceso, se considera una separación entre postes de +/- 50 metros.

Al ser una zona con características de un área densa de árboles sin control de crecimiento, se recomienda utilizar cable ecológico para las líneas trifásicas de alimentación a la PTAP. Este diseño conceptual será presentando en un paquete separado.

Urbanismo PTAP:

- ✓ Garita de control: en este punto solo se requerirá de iluminación y tomacorrientes.
- ✓ Edificio de Bombeo: en este edificio se encuentran
 - El cuarto de Generador, en donde se instalará el interruptor principal de la PTAP, la transferencia automática, para accionar el generador en caso de falla de suministro eléctrico, el tablero de distribución principal para alimentar cada edificio, el tablero del sistema contra incendios y el tablero de bombeo de agua potable de la estación.
 - Cuarto de Sistema de Bombeo Contra Incendios.
 - Sistema de Bombeo de Agua Potable de la PTAP.
- ✓ Tanque reserva de agua potable: el tanque de reserva solo tendrá iluminación perimetral.
- ✓ Edificio de Sopladores, En este edificio se instalará el tablero de distribución para alimentar:
 - Sopladores.
 - PTAR.
 - Iluminación perimetral del sistema de tratamiento de agua potable
 - Iluminación del tratamiento de aguas de lavado y secado de lodos.
- ✓ Edificio de Químicos: en este edificio se instalará el tablero de distribución para alimentar los dosificadores de procesos.
- ✓ Edificio de Administración: en este edificio se instalará el tablero de distribución para el área administrativa y laboratorio.
- ✓ Edificio de Taller y Almacén: en este edificio se instalará el tablero de distribución para:
 - Iluminación del edificio
 - Iluminación del área recreativa y cancha deportiva
 - Iluminación de vía hacia toma
 - Iluminación de toma.

El sistema contra incendios se plantea con una bomba tipo motor diésel y tanque de reserva de combustible suficiente para 24 horas.

El sistema dentro de la PTAP se plantea soterrado en vigaductos y cámaras, la vía de acceso y toma será aéreo en postes.



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE ELECTRICIDAD, RESPALDO, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES



2. DESCRIPCIÓN CARGAS INSTALADAS EN ESTA ETAPA

2.1. DESCRIPCIÓN CARGAS DE FUERZA PTAP

Inicialmente se determinaron las cargas de fuerza, calculadas en procesos y sistemas por edificio:

Nota: en color amarillos son las cargas de respaldo que no se consideran para la demanda de potencia.

PLANTA POTABILIZADORA CARGAS DE FUERZA EDIFICIO BOMBEO			
DESCRIPCION	HP	FUERZA WATTS	FUERZA VATIOS
BOMBA AGUA TRATADA	5	4.140,00	4.870,00
BOMBA AGUA TRATADA RESPALDO	5	4.140,00	4.870,00
BOMBA ARRASTRE DE CLORO	10	8.290,00	9.750,00
BOMBA ARRASTRE DE CLORO RESPALDO	10	8.290,00	9.750,00
Total de Carga		24.861,00	29.240,00
Total Carga de demanda		12.430,00	14.620,00

PLANTA POTABILIZADORA CARGAS DE FUERZA EDIFICIO SOPLADORES			
DESCRIPCION	HP	FUERZA WATTS	FUERZA VATIOS
SOPLADOR FILTROS	50	41.430,00	48.740,00
SOPLADOR FILTROS RESPALDO	50	41.430,00	48.740,00
PTAR	5	4.140,00	4.870,00
PTAR RESPALDO	5	4.140,00	4.870,00
TRATAMIENTO LODOS	10	8.290,00	9.750,00
VALVULA COMPUERTA (AREA TRATAMIENTO AGUA)	1	830,00	970,00
VALVULA COMPUERTA (AREA TRATAMIENTO AGUA)	1	830,00	970,00
VALVULA COMPUERTA (AREA TRATAMIENTO AGUA)	1	830,00	970,00
Total de Carga		101.920,00	119.880,00
Total Carga de demanda		56.350,00	66.270,00

PLANTA POTABILIZADORA CARGAS DE FUERZA EDIFICIO QUIMICOS			
DESCRIPCION	HP	FUERZA WATTS	FUERZA VATIOS
DOSIFICADOR CAL HIDRATADA	1	830,00	970,00
DOSIFICADOR CAL HIDRATADA RESPALDO	1	830,00	970,00
DOSIFICADOR CARBON ACTIVO	1	830,00	970,00
DOSIFICADOR CARBON ACTIVO RESPALDO	1	830,00	970,00
DOSIFICADOR FLOCULANTE	1	830,00	970,00
DOSIFICADOR FLOCULANTE RESPALDO	1	830,00	970,00
DOSIFICADOR CLORO GAS	1	830,00	970,00
DOSIFICADOR CLORO GAS RESPALDO	1	830,00	970,00
DOSIFICADOR SILICOFLORURO	1	830,00	970,00
DOSIFICADOR SILICOFLORURO RESPALDO	1	830,00	970,00
DOSIFICADOR COAGULANTE	1	830,00	970,00
DOSIFICADOR COAGULANTE RESPALDO	1	830,00	970,00
Total de Carga		9.960,00	11.640,00
Total Carga de demanda		4.980,00	5.820,00



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE ELECTRICIDAD, RESPALDO, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES



2.2. DESCRIPCIÓN CARGAS DE ILUMINACION PTAP

Las cargas eléctricas de iluminación para los edificios se determinan en esta etapa por los cuadros de cargas elaborados por metro cuadrado según tipo de empleo que se le dará al edificio y adicional las cargas de fuerza determinadas en el análisis anterior.

PLANTA POTABILIZADORA CARGAS ELECTRICAS EDIFICIOS			
DESCRIPCION	AREA M2	ILUMINACION VATIOS	FUERZA VATIOS
ALMACEN / TALLER	468,00	9.580,00	
ADMINISTRACION / LABORATORIO	1.008,00	18.564,00	24.300,00
QUIMICOS	1.024,00	8.610,00	
BOMBEO / GENERADOR	193,30	3.680,00	
SOPLADORES	167,52	7.980,00	
GARITA	167,52	2.860,00	
Total de Carga		51.270,00	24.300,00
Total de Carga Demanda		46.146,60	21.870,00

El detalle de los tableros para los edificios se encuentra en el capítulo 4 - Anexo 1

PLANTA POTABILIZADORA CARGAS AREAS EXTERIORES			
DESCRIPCION	AREA M2	ILUMINACION WATTS	ILUMINACION VATIOS
AREA EXTERNA TRATAMIENTO AGUA (PANEL CARGAS EXTERNAS EDIF. SOPLADOR)	1.607,19	4.821,57	5.303,10
ESPESADOR LODOS (PANEL CARGAS EXTERNAS EDIF. SOPLADOR)	1.134,67	3.404,01	3.744,41
CAMARA CONTACTO /CLORACION (PANEL CARGAS EXTERNAS EDIF. SOPLADOR)	152,39	457,17	502,89
PTAR (PANEL CARGAS EXTERNAS EDIF. SOPLADOR)	152,39	457,17	502,89
TANQUE AGUA POTABLE (PANEL CARGAS EXTERNAS EDIF. BOMBEO)	1.182,37	1.500,00	1.650,00
Subtotales		10.729,62	11.703,29

PLANTA POTABILIZADORA CARGAS VIAS			
DESCRIPCION	DISTANCIA M	ILUMINACION WATTS	ILUMINACION VATIOS
VIA TOMA (PANEL CARGAS EXTERNAS EDIF. SOPLADOR)	378,07	1.890,35	2.079,39
VIAS POLIGONO PLANTA (PANEL CARGAS EXTERNAS EDIF. SOPLADOR)	888,49	4.442,45	4.886,70
VIA ACCESO PLANTA (CONECTADAS A RED DE CONCESIONARIO)	1.012,92	5.064,60	5.571,06
Subtotales		6.332,80	6.966,09

En este cuadro de cargas debemos indicar que la vía de acceso a la PTAP se considera como vía pública hasta la garita de seguridad de la PTAP, por tal razón estas cargas de iluminación, las debe absorber el concesionario que en este caso es Naturgy, por lo cual despreciamos la carga de 5,064.6 Watts.



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE ELECTRICIDAD, RESPALDO, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES



2.3. DESCRIPCIÓN CARGAS DE ILUMINACION TOMA

Las cargas eléctricas de iluminación se determinan en esta etapa por metro cuadrado según tipo de empleo que se le dará al edificio y adicional las cargas de fuerza determinadas en el análisis anterior.

TOMA AGUA CRUDA CARGAS			
DESCRIPCION	AREA M2	ILUMINACION WATTS	ILUMINACION VATIOS
TOMA AGUA CRUDA (PANEL CARGAS EXTERNAS EDIF. SOPLADOR)	468,00	2.860,00	3.146,00
AREA EXTERIOR TOMA (PANEL CARGAS EXTERNAS EDIF. SOPLADOR)	727,49	2.182,47	2.400,72
Total Carga		5.042,47	5.546,72
Total Carga Demanda		4.538,22	4.992,05

2.4. DESCRIPCIÓN CARGAS TOTALES PTAP Y TOMA

Las cargas eléctricas de iluminación se determinan en esta etapa por metro cuadrado según tipo de empleo que se le dará al edificio y adicional las cargas de fuerza determinadas en el análisis anterior.

POTENCIA DISEÑADA			
DESCRIPCION	AREA M2	ILUMINACION VATIOS	FUERZA VATIOS
POTENCIA TOTAL ESTACION		75.486,10	185.060,00
FACTOR DEMANDA		92%	58.7%
		69.808,03	108.580,00
		POTENCIA DE DEMANDA TOTAL	178.388,03

La potencia total para la PTAP en esta etapa es de 178.39 Kva,

Para la escogencia del transformador de energía tomamos un factor de seguridad para la carga de 30%

Lo que nos da un valor de 231.91 Kva, tomamos un valor estándar normado por la empresa eléctrica, lo que nos da un transformador de 300 Kva trifásico en 34Kv / 208v y/ 120v

3. DESCRIPCIÓN CARGAS CRÍTICAS (GENERADOR)

Inicialmente se toman las siguientes premisas:

- ✓ Dosificadores de 1 HP, seis grupos en configuración de 1 + 1
- ✓ PTAR de 5 HP, en configuración de 1 + 1
- ✓ Bomba Agua potable de 5 HP, en configuración de 1 + 1
- ✓ Sopladores de 30 HP, en configuración de 1 + 1
- ✓ Bomba de arrastre de cloro, en configuración de 1 + 1
- ✓ Sistema UPS 2000 W, (automatización de la PTAP)
- ✓ Iluminación edificio químico, área de tratamiento y adicional áreas comunes, disponibles para punto de encuentro en caso de emergencias 42,120 W

En caso de falla de energía eléctrica solo quedarán funcionando los equipos de soporte para telecomunicaciones, sistema Scada, Bombeo agua potable de la PTAP, iluminación de áreas comunes disponibles para punto de encuentro en caso de emergencias, la parte de procesos de la PTAP, llámese dosificadores sopladores y equipos críticos para el funcionamiento de la Planta.

POTENCIA CRITICAS DISEÑADA			
DESCRIPCION	AREA M2	ILUMINACION VATIOS	FUERZA VATIOS
DEMANDA		42.120,00	86.710,00
		100%	58.7%
		42.120,00	86.710,00
		POTENCIA CRITICA TOTAL	128.830,00

La potencia critica total para la PTAP en esta etapa es de 128.83 Kva,

Para la escogencia del Generador de energía se toma en consideración el arranque del motor más grande instalado en la PTAP, mas las cargas criticas instaladas, con lo que obtenemos una carga de 177.57 Kva

Tomamos un valor estándar en el mercado lo que nos da un Generador que tenga estas características 180 Kva (prime) – 218.8 kva max (standby) trifásico 208v / 120v



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

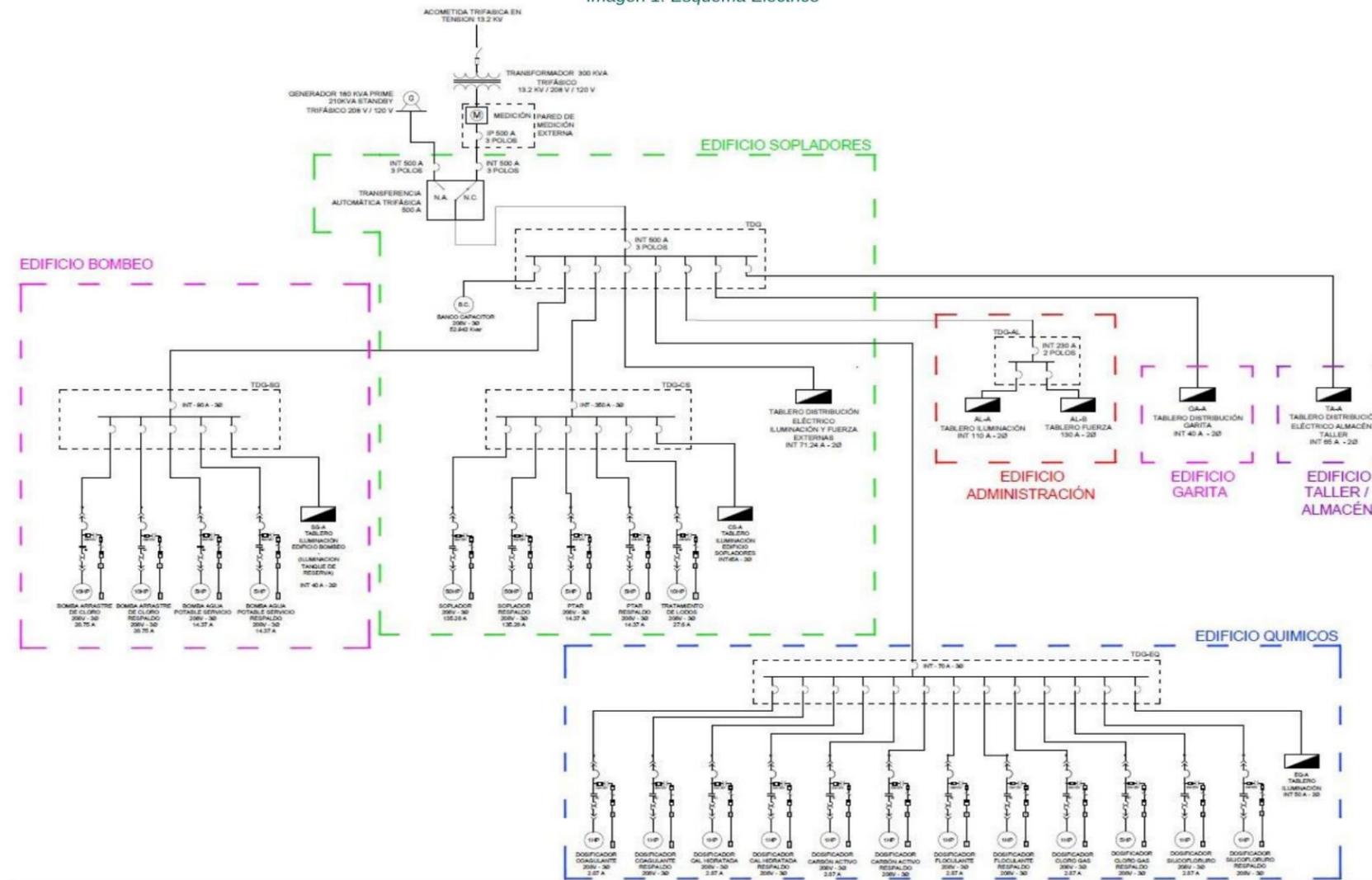


ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQÚ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE ELECTRICIDAD, RESPALDO, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES



Imagen 1. Esquema Eléctrico



CONSORCIO RB-CHIRIQÚ GRANDE



INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE ELECTRICIDAD, RESPALDO, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES



TABLERO DE DISTRIBUCION: AL-B												VOLTAJE				
ADMINISTRACION Y LABORATORIO - AIRE ACONDICIONADO												120/ 208 V				
30 CIRCUITOS												Nº FASES				
												2				
												CAPACIDAD DE BARRAS:				
												125 AMPS				
												CAPACIDAD INTERRUPTIVA:				
												10,000 AMPS				
												NEUTRO SOLIDO				
PROTECCION		DESCRIPCION	SALIDAS		CIRC Nº	BARRAS		CIRC Nº	VATIOS		SALIDAS		DESCRIPCION	PROTECCION		
AMPS	POLOS		A	B		A	B		A	B	A	B		AMPS	POLOS	
20	2	SPLIT #1 - 9,000 BTU - OFICINA LABORATORIO	1	1	1			2	1050			1	1	SPLIT #2 - 18,000 BTU - LABORATORIO FISICO-QUIMICO	20	2
					600	600		4		1050						
20	2	SPLIT #3 - 18,000 BTU - LABORATORIO FISICO-QUIMICO	1	1	5			6	1050			1	1	SPLIT #4 - 18,000 BTU - LABORATORIO BIOLOGICO	20	2
					1050	1050		8		1050						
20	2	SPLIT #5 - 18,000 BTU - LABORATORIO BIOLOGICO	1	1	9			10	1050			1	1	SPLIT #6 - 18,000 BTU - SALA DE REUNIONES	20	2
					1050	1050		12		1050						
20	2	SPLIT #7 - 24,000 BTU - RECEPCION - PASILLO	1	1	13			14	900			1	1	SPLIT #8 - 12,000 BTU - OFICINA JEFE DE PLANTA	20	2
					1200	1200		16		900						
20	2	SPLIT #9 - 24,000 BTU - COMEDOR/COCINA	1	1	17			18	1200			1	1	SPLIT #10 - 24,000 BTU - PASILLO	20	2
					1200	1200		20		1200						
20	2	SPLIT #11 - 12,000 BTU - OFICINA JEFE DE MANT.	1	1	21			22	900			1	1	SPLIT #12 - 12,000 BTU - RECAMARA	20	2
					900	900		24		900						
		LIBRE						26						LIBRE		
		LIBRE						28						LIBRE		
		LIBRE						30						LIBRE		
TOTAL					6000	6000			6150	6150						TOTAL
TOTAL FASE A				12,150	CORRIENTE POR LINEA:			105.14 AMPS								
TOTAL FASE B				12,150	CORRIENTE x 1.25:			131.43 AMPS								
CARGA INSTALADA:				24,300	ALIMENTADORES PRINCIPALES:			2C #2/0 -CU-THHN (FASES) + 1C#2 -CU-THHN (NEUTRAL) + 1C#2-CU-DESNUDO (TIERRA)								
FACT. DEMANDA:				90	DIAMETRO DE TUBERIA:			2"								
CARGA DEMANDA:				21,870.00												

TABLERO DE DISTRIBUCION: EQ-A												VOLTAJE				
EDIFICIO DE QUIMICOS - ELECTRICIDAD GENERAL												120/ 208 V				
20 CIRCUITOS												Nº FASES				
												2				
												CAPACIDAD DE BARRAS:				
												125 AMPS				
												CAPACIDAD INTERRUPTIVA:				
												10,000 AMPS				
												NEUTRO SOLIDO				
PROTECCION		DESCRIPCION	SALIDAS		CIRC Nº	BARRAS		CIRC Nº	VATIOS		SALIDAS		DESCRIPCION	PROTECCION		
AMPS	POLOS		A	B		A	B		A	B	A	B		AMPS	POLOS	
15	1	LAMPARAS - ALMACENAJE (L-IZQUIERDO)	1	12				2	600			1	10	LAMPARAS - ALMACENAJE (CENTRO)	15	1
					720			4		1120			14	LAMPARAS EXTERIORES	15	1
15	1	LAMPARAS - ALMACENAJE (L-DERECHO)	1	10		600		6	240			2	4	LAMPARAS INTERNAS - CTO CARBÓN ACTIVADO	15	1
					240			8		50				LAMPARAS DE EMERGENCIA (L. IZQUIERDO)	15	1
15	1	LAMPARAS - CTO DOSIFICADORES CLORO	1	4				10						LAMPARAS DE EMERGENCIA (L. DERECHO)	15	1
					840			12						LAMPARAS - AREA DE TANQUES DE CLORO	15	1
15	1	LAMPARAS - AREA DE DOSIFICADORES	1	14				14	400					TOMACORRIENTES - LADO DERECHO	15	1
					40			16						TOMACORRIENTES - AREA DE DOSIFICADORES	15	1
15	1	LAMPARAS DE EMERGENCIA (L. DERECHO)						18						LIBRE		
					160			20						LIBRE		
15	1	PANEL PCI-EQ												LIBRE		
15	1	TOMACORRIENTES - LADO IZQUIERDO												LIBRE		
					1600											
		LIBRE														
		LIBRE														
		LIBRE														
TOTAL					2600	1600			1840	2570						TOTAL
TOTAL FASE A				4,440	CORRIENTE POR LINEA:			37.25 AMPS								
TOTAL FASE B				4,170	CORRIENTE x 1.25:			46.57 AMPS								
CARGA INSTALADA:				8,610	ALIMENTADORES PRINCIPALES:			2C #4 -CU-THHN (FASES) + 1C#4 -CU-THHN (NEUTRAL) + 1C#8-CU-DESNUDO (TIERRA)								
FACT. DEMANDA:				90 %	DIAMETRO DE TUBERIA:			2"								
CARGA DEMANDA:				7,749.00												



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO



INFORME CONCEPTUAL DE ELECTRICIDAD, RESPALDO, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES

TABLERO DE DISTRIBUCION: SG-A													VOLTAJE		120/ 208 V										
EDIFICIO DE SERVICIOS GENERALES - ELECTRICIDAD GENERAL													Nº FASES		2										
20 CIRCUITOS													CAPACIDAD DE BARRAS:		125 AMPS										
													CAPACIDAD INTERRUPTIVA:		10,000 AMPS										
													NEUTRO SOLIDO												
PROTECCION		DESCRIPCION	SALIDAS					VATIOS	CIRC Nº	BARRAS		CIRC Nº	VATIOS		SALIDAS					DESCRIPCION	PROTECCION				
AMPS	POLOS		\$	[-O-]	Φ	5/8"	PCI			A	B		A	B	A	B	\$	[-O-]	Φ		5/8"	PCI	Φ	Φ	Φ
15	1	LAMPARAS - CTO. GENERADOR	1	4			240				2	240		1	4							LAMPARAS - CTO. BOMBA C.I.	15	1	
15	1	LAMPARAS - CTO. BOMBA A.P.	1	4				240			4		480	1					6	1	1	LAMPARAS EXTERIORES - LADO IZQUIERDO	15	1	
15	1	LAMPARAS EMERG.-CTO. GENERADOR				2	20				6	480		1					6	1	1	LAMPARAS EXTERIORES - LADO DERECHO	15	1	
15	1	LAMPARAS EMERG.-CTO. SCI Y A.P.				2	20				8		800									TOMACORRIENTES - CTO. BOMBA C.I.	15	1	
15	1	TOMACORRIENTES - CTO. GENERADOR				3	600				10	400										TOMACORRIENTES - CTO. BOMBA A.P	15	1	
15	1	PANEL PCI-SG				1		160			12											LIBRE			
		LIBRE									14											LIBRE			
		LIBRE									16											LIBRE			
		LIBRE									18											LIBRE			
		LIBRE									20											LIBRE			
TOTAL							860	420				1120	1280									TOTAL			
TOTAL FASE A				1,980 VATIOS		CORRIENTE POR LINEA:		15.92 AMPS																	
TOTAL FASE B				1,700 VATIOS		CORRIENTE x 1.25:		19.90 AMPS																	
CARGA INSTALADA:				3,680 VATIOS		ALIMENTADORES PRINCIPALES:		2C #6 -CU-THHN (FASES) + 1C#6 -CU-THHN (NEUTRAL) + 1C#8-CU-DESNUDO (TIERRA)																	
FACT. DEMANDA:				90 %		DIAMETRO DE TUBERIA:		1-1/4"																	
CARGA DEMANDA:				3,312.00 VATIOS																					

TABLERO DE DISTRIBUCION: GA-A													VOLTAJE		120/ 208 V												
GARITA - ELECTRICIDAD GENERAL													Nº FASES		2												
12 CIRCUITOS													CAPACIDAD DE BARRAS:		125 AMPS												
													CAPACIDAD INTERRUPTIVA:		10,000 AMPS												
													NEUTRO SOLIDO														
PROTECCION		DESCRIPCION	SALIDAS					VATIOS	CIRC Nº	BARRAS		CIRC Nº	VATIOS		SALIDAS					DESCRIPCION	PROTECCION						
AMPS	POLOS		\$	[-O-]	Φ	5/8"	PCI			A	B		A	B	A	B	\$	[-O-]	Φ		5/8"	PCI	Φ	Φ	Φ	Φ	AMPS
15	1	LAMPARAS INTERIORES	2	4			160				2	320			4							1	1	LAMPARAS EXTERIORES	15	1	
15	1	LAMPARA DE EMERGENCIA				2		20			4		600												TOMACORRIENTES INTERNOS	15	1
15	1	TOMACORRIENTES SOBREMESA				2	400				6	600													SPLIT #1 - 9,000 BTU	20	2
15	1	PANEL PCI-GA				1		160			8		600												LIBRE		
		LIBRE									10														LIBRE		
		LIBRE									12														LIBRE		
TOTAL							560	180				920	1200										TOTAL				
TOTAL FASE A				1,480 VATIOS		CORRIENTE POR LINEA:		12.38 AMPS																			
TOTAL FASE B				1,380 VATIOS		CORRIENTE x 1.25:		15.47 AMPS																			
CARGA INSTALADA:				2,860 VATIOS		ALIMENTADORES PRINCIPALES:		2C #8 -CU-THHN (FASES) + 1C#8 -CU-THHN (NEUTRAL) + 1C#10-CU-DESNUDO (TIERRA)																			
FACT. DEMANDA:				90 %		DIAMETRO DE TUBERIA:		1-1/4"																			
CARGA DEMANDA:				2,574.00 VATIOS																							



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO
INFORME CONCEPTUAL DE ELECTRICIDAD, RESPALDO, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES



TABLERO DE DISTRIBUCION: CS-A												VOLTAJE		120/	208 V																						
EDIFICIO DE CONTROL Y SOPLADORES - ELECTRICIDAD GENERAL												Nº FASES		2																							
20 CIRCUITOS												CAPACIDAD DE BARRAS:		125 AMPS																							
												CAPACIDAD INTERRUPTIVA:		10,000 AMPS																							
												NEUTRO SOLIDO																									
PROTECCION		DESCRIPCION	SALIDAS								VATIOS		CIRC Nº	BARRAS		VATIOS		SALIDAS								DESCRIPCION	PROTECCION										
AMPS	POLOS		\$	⊕	⊖	⊕	⊖	⊕	⊖	⊕	⊖	A		B	A	B	\$	⊕	⊖	⊕	⊖	⊕	⊖	⊕	⊖		⊕	⊖	⊕	⊖	⊕	⊖	AMPS	POLOS			
15	1	LAMPARAS - CTO DE CONTROL	1	9							360		1																				LAMPARAS - CTO DE SOPLADORES	15	1		
15	1	LAMPARAS - EXTERIORES	1			6						480	3																				LAMPARAS DE EMERGENCIA	15	1		
15	1	TOMACORRIENTES - CTO DE CONTROL			5						1000		5																				PANEL PCI -CS	15	1		
15	1	TOMACORRIENTES EN PISO - CONTROL				3						600	7																					TOMACORRIENTES - CTO DE SOPLADORES	15	1	
20	2	SPLIT #2 - 18,000 BTU - CTO DE CONTROL						1	1		1050		9																					SPLIT #1 - 18,000 BTU - CTO DE CONTROL	20	2	
		LIBRE										1050	11																								
		LIBRE											13																								
		LIBRE											15																								
		LIBRE											17																								
		LIBRE											19																								
TOTAL											2410	2130																							TOTAL		
TOTAL FASE A											3,980																										
TOTAL FASE B											4,000																										
CARGA INSTALADA:											7,980																										
FACT. DEMANDA:											90 %																										
CARGA DEMANDA:											7,182.00																										
												CORRIENTE POR LINEA:		34.53 AMPS																							
												CORRIENTE x 1.25:		43.16 AMPS																							
												ALIMENTADORES PRINCIPALES:		2C #6 -CU-THHN (FASES) + 1C#6 -CU-THHN (NEUTRAL) + 1C#8-CU-DESNUDO (TIERRA)																							
												DIAMETRO DE TUBERIA:		1-1/4"																							



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE ELECTRICIDAD, RESPALDO, ILUMINACIÓN Y TELECOMUNICACIONES



5. DESCRIPCIÓN SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

La acometida de comunicaciones al proyecto será a través de los postes eléctricos que se instalarán para la acometida eléctrica.

Una vez dentro del proyecto luego de pasar la garita de seguridad, el cableado de telecomunicaciones va en vigaductos para comunicaciones, el mismo conecta todos los edificios de la PTAP.

El cableado de acometida de telecomunicaciones llegará al cuarto de comunicaciones que se encuentra en el edificio de administración, esta infraestructura permite llevar tanto fibra óptica, cableado tipo coaxial y cable de cobre multipares, el mismo va a depender del proveedor de telecomunicaciones que se escoja para el suministro de servicio.

Una vez en el cuarto eléctrico se dispondrá de servicio de telefonía tanto interna como externa de la PTAP a través de una central telefónica y data a través de router o swicht. El monitoreo de equipos e interconectividad de procesos se realiza a través de un sistema de Scada (ver Informe de sistema Scada), el mismo interconectará equipos a través de cableado, el cual viajará en los vigaducto diseñados para telecomunicaciones



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO
DISEÑO CONCEPTUAL OBRAS DE CAPTACIÓN (TOMA DE AGUA CRUDA Y DESARENADOR) ADUCCIÓN



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

DISEÑO CONCEPTUAL OBRAS DE CAPTACIÓN (TOMA DE AGUA CRUDA Y DESARENADOR) ADUCCIÓN

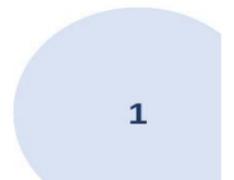
Revisión: 00 Fecha: 25/04/2022

Realizado	Comprobado	Aprobado
Ing. Marcelo de la Rosa PLADES	Ing. Boris Gomez PLADES	Ing. Boris Gomez PLADES



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE





INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO
DISEÑO CONCEPTUAL OBRAS DE CAPTACIÓN (TOMA DE AGUA CRUDA Y DESARENADOR) ADUCCIÓN



ÍNDICE

1. Introducción	3
1.1 Antecedentes	3
1.2 Marco Teórico	3
1.2.1 Clasificación de la Toma Propuesta	3
1.3 Caudales De Referencia	3
2. Alternativa Diseñada. Captación Superior Directa	3
2.1. Generalidades	3
2.2. Ventajas De La Captación Diseñada	3
2.3. Azud Derivador (Dique)	4
2.4. Rejilla De Captación y Canal de Entrada	4
2.5. Cámara de Carga	5
2.6. Tubería de Derivación al Desarenador	5
2.7. Cámara de Acceso al Desarenador y Tubería de Alivio Lateral	5
2.8. Desarenador	6
2.9. Camara de Carga	6
3. Dimensionamiento Hidráulico	6
3.1. AZUD	6
3.2. Rejilla Horizontal y Canal de Entrada	7
3.3. Capacidad Máxima Canal De Entrada	8
3.4. Tubería de Descarga de Excedentes	8
3.5. Cámara de Carga	8
3.6. Tubería de Aducción al Desarenador	9
3.7. Desarenador	9
3.8. Tubería de Descarga del Desarenador a la PTAP	11
4. Literatura Consultada	12

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Caudales de referencia.....	3
Tabla 2. Cálculos de la rejilla.....	7

LISTADO DE IMÁGENES

Figura 1. Toma tipo Coanda	3
Figura 2. Planta azud, toma y canal de entrada	4
Figura 3. Isométrico Azud, toma y canal de entrada	4
Figura 4. Perfil Azud, canal de entrada, cámara de carga y tubería de aducción al desarenador	5
Figura 5. Cámara de carga, descarga y tubería de aducción	5
Figura 6. Isométrico desarenador y cajas.....	6
Figura 7. Vertedero tipo Creager en la zona de rejilla.....	6
Figura 8. Perfil hidráulico del azud para la crecida de diseño de TR= 50 años	7
Figura 9. Esquema del canal de entrada.....	7
Figura 10. Capacidad hidráulica del canal de entrada para la crecida de diseño de TR= 50 años	8
Figura 11. Funcionamiento hidráulico de la tubería de descarga de excedentes	8
Figura 12. Perfil hidráulico de la descarga de la cámara de carga y entrada a la aducción	9
Figura 13. Cálculo hidráulico de la tubería de aducción al desarenador con el caudal mínimo de 0.50 m3/s	9
Figura 14. Cálculo hidráulico del desarenador	10
Figura 15. Planta y vista del desarenador y cámaras	11



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



DISEÑO CONCEPTUAL OBRAS DE CAPTACIÓN (TOMA DE AGUA CRUDA Y DESARENADOR)

1. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El objetivo de este documento es definir la obra de toma realizando los cálculos necesarios para establecer las dimensiones de los distintos elementos que la componen. De este modo se asegura de captar el caudal demandado por la población y proteger la línea de aducción y a la propia toma de los efectos de las avenidas de diseño.

Se ha buscado el punto más alto posible, condicionado por no entrar en el Área de protección. En estas condiciones, la obra de toma se sitúa en las coordenadas E 363137, N 992226. UTM, WGS 84.

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 CLASIFICACIÓN DE LA TOMA PROPUESTA

Las características propuestas para la toma son

- ✓ Fuente: Río La Gloria
- ✓ A gravedad
- ✓ Presa de Derivación (azud)
- ✓ Tipo Tirolesa o caucasiana, variante con rejilla Coanda.

La obra de toma incluye, para situaciones de muy bajo caudal, una galería filtrante aprovechando la existencia de un acuífero potente en las inmediaciones.

1.3 CAUDALES DE REFERENCIA

Los caudales de referencia para el diseño se han obtenido del estudio de proyección de población, demanda y consumo y del Estudio Hidrológico. La tabla a continuación presenta los valores más significativos donde se destaca la enorme variabilidad del río, que agrega complejidad al diseño.

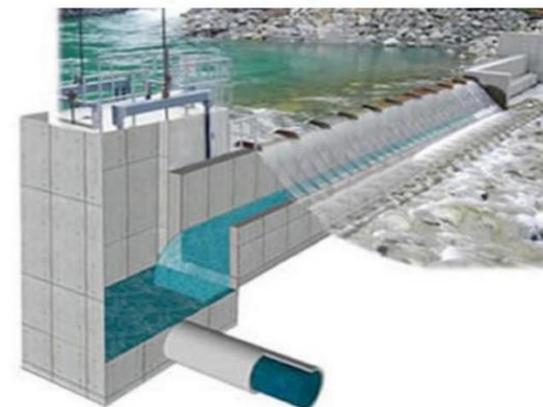
Tabla 1. Caudales de referencia

Caudales	m ³ /s
De diseño obra de toma	0.50
Demanda	0.24
Promedio	1.31
Caudal ecológico	0.13
Mínimo	0.34
Avenida de 50 años	329.89

2. ALTERNATIVA DISEÑADA. CAPTACIÓN SUPERIOR DIRECTA

2.1. GENERALIDADES

Figura 1. Toma tipo Coanda



Se ha buscado atendiendo a las condiciones de licitación, que la captación funcione exclusivamente por gravedad no siendo necesario, por tanto, la utilización de bombeo. Considerando lo indicado anteriormente con respecto a la variabilidad en el régimen de caudales, ha sido necesario introducir algunas obras de control de operación manual (compuestas).

La captación se realiza mediante una rejilla ubicada en la parte superior de un azud de un metro de altura aproximadamente que eleva convenientemente el nivel de agua para los caudales de estiaje (alternativamente podría utilizarse una rejilla tipo Coanda, ver figura).

La rejilla se sitúa a la cota 151 y el fondo del cauce, en la posición del azud, en la cota 150.

2.2. VENTAJAS DE LA CAPTACIÓN DISEÑADA.

- ✓ COTA. La cota de la obra de toma y, por consiguiente, de la PTAP, permite que el trazado sea, en su totalidad, por gravedad.

- ✓ DESARENADOR. – La posición de la toma permite construir el desarenador a una cota superior a la del nivel de agua del río y, de este modo poder devolver las arenas por gravedad, mediante una tubería de evacuación.
- ✓ AFECTACIÓN: No se produce afectación al área protegida situada aguas arriba.

2.3. AZUD DERIVADOR (DIQUE)

La obra de captación se consiste en un azud de baja altura interpuesto en el río; en la zona de la rejilla de captación, el mismo tendrá un perfil guiado tipo Creager mientras que el resto del cierre será un pedraplén con revestimiento de concreto en la cara anterior y la cresta (presa tipo CFRD Concrete Faced Rockfill Dam).

Figura 2. Planta azud, toma y canal de entrada

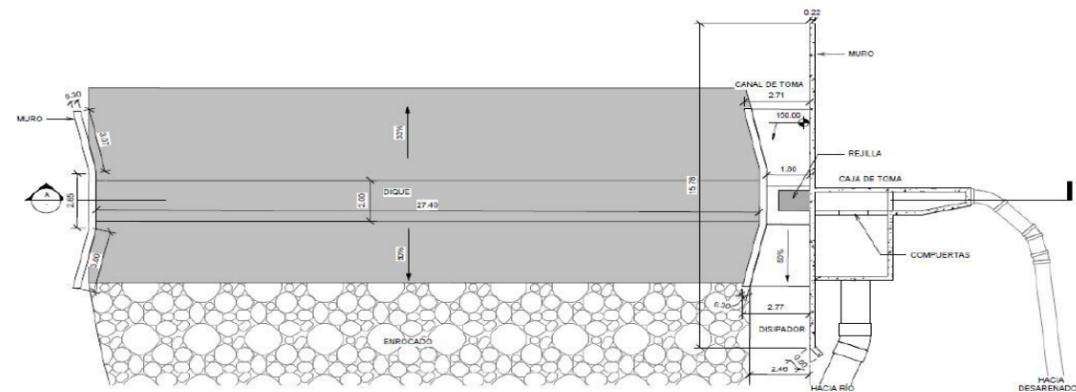
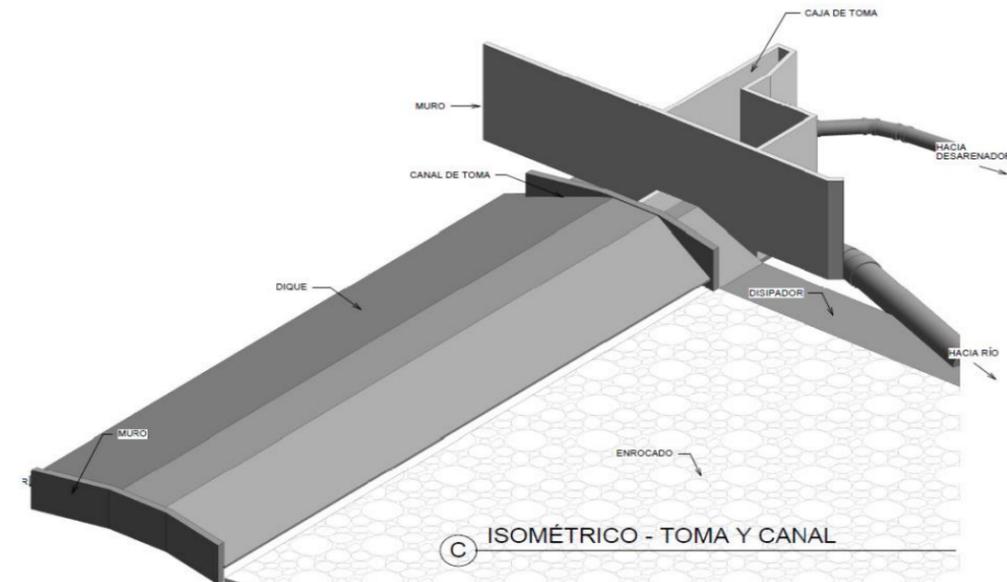


Figura 3. Isométrico Azud, toma y canal de entrada



2.4. REJILLA DE CAPTACIÓN Y CANAL DE ENTRADA

Se ha diseñado una cámara de captación con una rejilla situada en el perfil Creager.

Los criterios para diseño de la captación son:

- ✓ **Caudal de captación**= 0.50 m³/s (se considera el adicional para la limpieza de uno de los canales del desarenador mientras el otro esté operando; el excedente, cuando no sea utilizado, se eliminará en la cámara de aducción al desarenador)
- ✓ **Rejilla horizontal**= 1.50m x 1.00 m, de barros de 1 cm de diámetro, separados 2.54 cm entre caras exteriores en sentido paralelo a la corriente, para favorecer que los arrastres mayores del río no se detengan y pasen paralelos a la misma con el flujo natural.

La parte superior de la rejilla se ha situado a la cota 151 inferior a la lámina de agua con el caudal mínimo en ese punto, de modo que pueda captar el agua del río en cualquier condición.

- ✓ **Canal de entrada:** el canal de entrada es una estructura de 1.0m x 1.0m, con pendiente del 2%, que llevará las aguas desde la rejilla a la cámara de carga de la tubería de aducción al desarenador. El mismo estará sujeto al caudal mínimo antes señalado (0.50 m³/s) y el caudal que puede atravesar la reja con la carga sobre el azud para la crecida de diseño de TR= 50 años, el cual alcanza 4.50 m³/s.

Se incluirá una válvula de compuerta que cierra el canal e impide el acceso del agua al interior de la cámara para eventos de crecidas extraordinarias.

2.5. CÁMARA DE CARGA

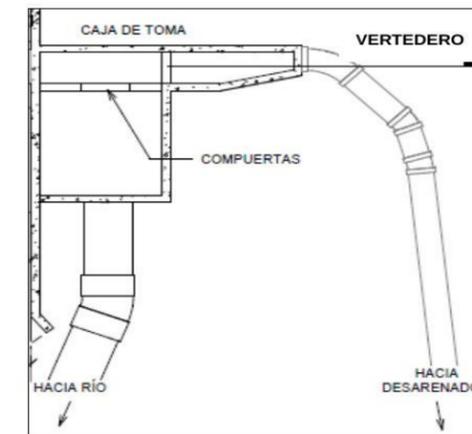
Figura 4. Perfil Azud, canal de entrada, cámara de carga y tubería de aducción al desarenador



A continuación del canal de entrada se encuentra la cámara de carga que cumple doble función: por un lado, derivar el caudal de alimentación de la planta de tratamiento, aumentado por las razones de limpieza antes expuestas. Para ello contará con un vertedero de cresta afilada de 1.0 m de ancho que da continuidad al canal de acceso y posee, aguas abajo, una transición hacia la tubería de aducción al desarenador.

Por otro, evacuar los excedentes que ingresen al sistema producto de las crecidas, junto con el material en suspensión asociado. Para ello contará con una tubería de descarga de $\phi = 1,200$ mm de Hierro Dúctil (HD) con una pendiente del 1% que asegura una velocidad de más de 4 m/s para el caudal máximo esperable.

Figura 5. Cámara de carga, descarga y tubería de aducción



En la partición entre ambos recintos se ha proyectado un vertedero lateral de pared afilada que desborda cuando el caudal excede los 0.50 m³/s, controlado a partir del nivel en el vertedero frontal y que limita la entrada de caudales mayores a los de diseño en la línea de aducción.

2.6. TUBERÍA DE DERIVACIÓN AL DESARENADOR

A continuación de la cámara de carga se ha proyectado una transición a la tubería de aducción al desarenador con un ángulo de 12°.

A continuación, la tubería de HD conduce hacia la cámara del desarenador 0.50 m³/s, con un diámetro $\phi = 600$ mm, pendiente del 0.5%, y longitud de 50 m aproximadamente. La velocidad es de 1.87 m/s, suficiente para la conducción del flujo todavía con arena en su interior.

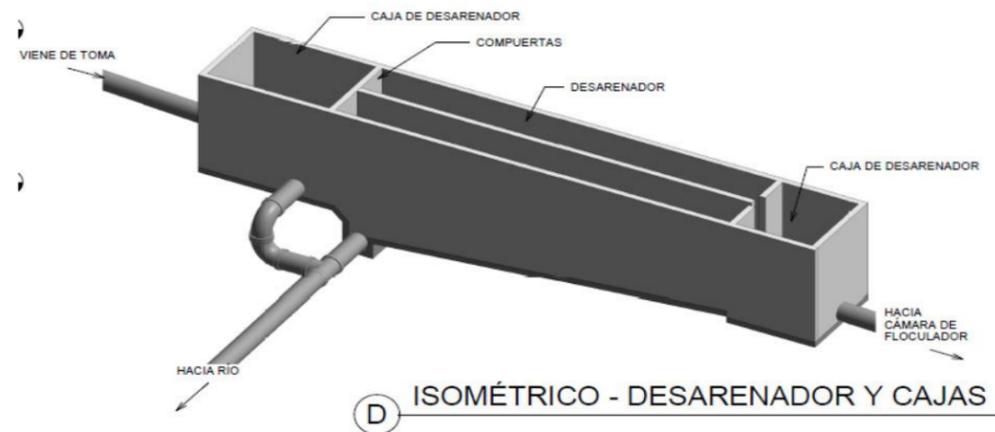
2.7. CÁMARA DE ACCESO AL DESARENADOR Y TUBERÍA DE ALIVIO LATERAL

La cámara recibe la tubería de aducción y presenta una transición en la que pasa de 1.0 m de ancho del canal de derivación a los 2.70 metros del desarenador doble con una pared divisoria de 0.20m. El acceso a cada desarenador estará controlado por un vertedero de pared y una compuerta. Los excedentes de la aducción (0.50 m³/s vs. 0.24 m³/s de alimentación a la planta), serán utilizados para limpieza de cada desarenador en desuso respectivamente, o descargados nuevamente al río que conecta a la tubería de evacuación de sólidos de los desarenadores. Esta tubería tendrá una compuerta a la entrada y será de HD con $\phi = 600$ mm y pendiente del 1%, para facilitar la evacuación.

2.8. DESARENADOR

El desarenador es de sección rectangular y pendientes variables, definidas en planos.

Figura 6. Isométrico desarenador y cajas



Está diseñado para retener las partículas mayores de 0.34 mm. Cada desarenador tiene un ancho de 1.25m y una altura final de 1.0 m; cuenta asimismo con una contra-pendiente del fondo del 10% para recoger el sedimento en una canaleta de descarga. La longitud total del desarenador es de 8 m, más las respectivas transiciones.

El ancho de la canaleta de recolección de sedimentos es de 0.6 m, y tiene una pendiente lateral del 5% hacia la tubería de limpieza, separada de la misma por una compuerta.

Contará con una pasarela que de acceso a los actuadores de las compuertas del desarenador con barandales de acero galvanizado según especificaciones.

2.9. CAMARA DE CARGA

El desarenador desemboca en el tanque de carga que enlaza con la tubería de aducción a la planta, de 2.5 x 2.5 metros. Lleva las aguas a la tubería de aducción de ϕ 600 mm y 0.1% de pendiente. Se ha previsto un vertedero de 0.53 m de caída que asegura la disipación de energía previa al conducto,



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

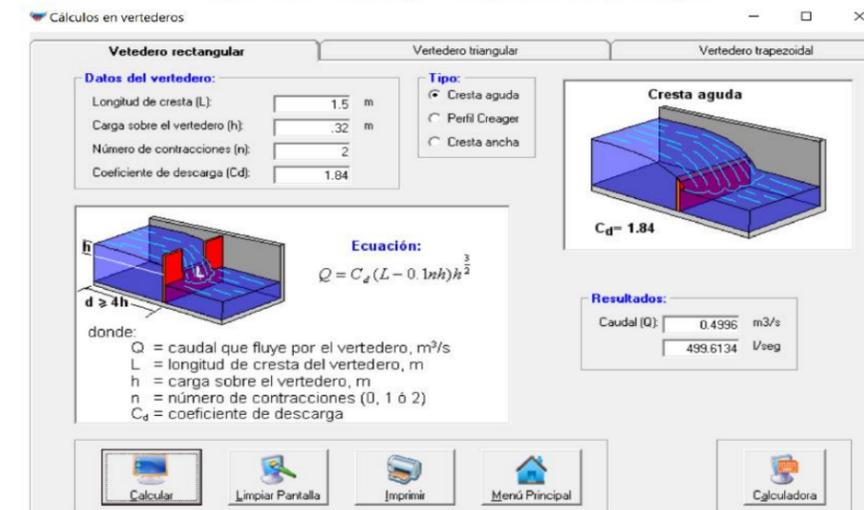
3. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

Se presentan a continuación los cálculos, planillas y modelos que determinan las características geométricas e hidráulicas de las obras.

3.1. AZUD

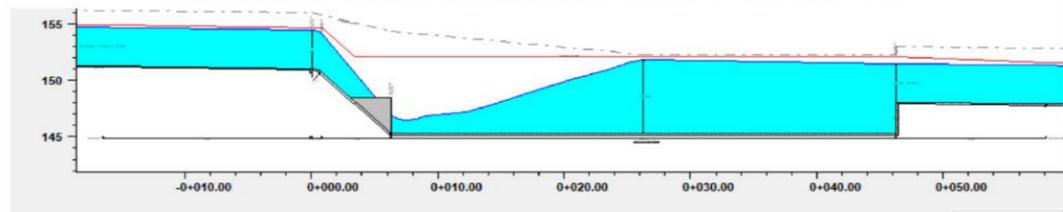
Las figuras a continuación representan el cálculo hidráulico para el caudal de derivación de $Q = 0.50 \text{ m}^3/\text{s}$, sobre la porción de vertedero tipo Creager

Figura 7. Vertedero tipo Creager en la zona de rejilla



Para el caudal de diseño $Q_{50} = 329.89 \text{ m}^3/\text{s}$, se producirá el derrame sobre toda la estructura y, en particular, en la obra de disipación aguas abajo, necesaria para evitar la erosión del lecho.

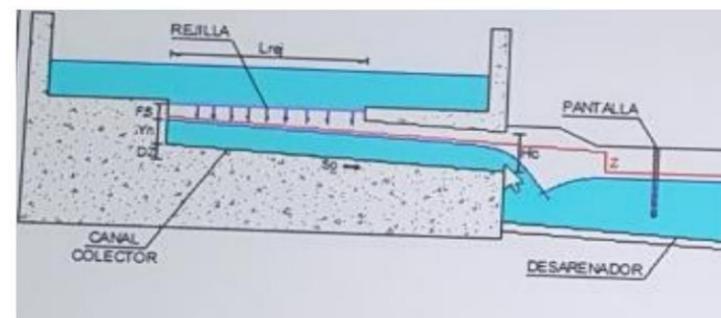
Figura 8. Perfil hidráulico del azud para la crecida de diseño de TR= 50 años



Para la porción del perfil tipo Creager, la misma se trata de un cuenco disipador USBR TIPO I de concreto, de 40 m de longitud, 2.8 m de profundidad y bloques al pie. Para la porción del pedraplén, la protección del lecho consistirá en un enrocado de tamaño medio de 0.70m

3.2. REJILLA HORIZONTAL Y CANAL DE ENTRADA

Figura 9. Esquema del canal de entrada



Se ha utilizado la expresión:

$$B = 0.313 * Q / ((C * K)^2 * Lr^2)$$

donde:

B= Longitud de la rejilla

Q= Caudal de diseño (0.50 m3/s)

C= Coeficiente de descarga= 0.5 – 0.325 tanθ

K= Coeficiente de contracción= (1-f) s/ (e+s)



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

Lr= Longitud de la barra = 1 metro

θ= Ángulo de la rejilla

e= Espesor de las rejas

s= Separación de las rejas

La tabla a continuación resume los datos y resultados:

Tabla 2. Cálculos de la rejilla

Tema	Unidad	Valor
Q _{toma}	m3/s	0.50
Largo reja Lr	m	1.00
Aceleración de la gravedad g	m/s ²	9.81
h _{crítica}	m	0.22
Coef. de contracción K		0.50
Espesor barra e	m	0.01
Espacio abierto s	m	0.025
Coef. de descarga C		0.44
Longitud total B	m	1.50
Ángulo de la rejilla θ	grados	10

La altura crítica mínima calculada para el caudal de acometida es la h_{cmin}= 0.22m para el caudal mínimo de 0.50 m3/s. La cota superior de la rejilla se sitúa a la cota 151.0 en la cresta del azud.

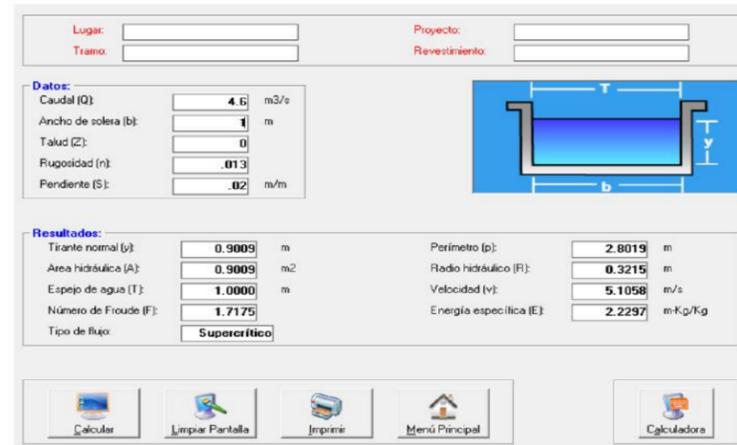
En base a estos datos se ha diseñado una rejilla de 1.50 m x 1.00 m; los barrotes serán barras redondas de φ= 1 cm, separadas una pulgada entre ellas.

El caudal mínimo de captación es de 0.50 m3/s, se produce durante el estiaje y es superior al requerido de 0.240 m3/s, lo que brinda un adicional para la limpieza del desarenador ubicado más adelante.

El caudal máximo de captación de la rejilla es de 4.6 m3/s para unad altura crítica máxima h_{cmax}= 2.48 m correspondiente al caudal de diseño de TR= 50 años; en esas condiciones ingresan al canal 4.6 m3/s. El cálculo hidráulico del canal de entrada, en esas condiciones, se presenta en la figura a continuación.

3.3. CAPACIDAD MÁXIMA CANAL DE ENTRADA

Figura 10. Capacidad hidráulica del canal de entrada para la crecida de diseño de TR= 50 años



Como puede comprobarse, no se excede la capacidad del canal para la sección de 1.0 x1.0 m.

3.4. TUBERÍA DE DESCARGA DE EXCEDENTES

La tubería de descarga de excedentes de la cámara de carga tiene por objeto devolver al río el caudal excedente de los 0.50 m³/s derivados al desarenador a través de una pared divisoria que funciona como vertedero de pared gruesa. La misma está provista de una compuerta para la limpieza del sedimento depositado, restituyéndolo asimismo al río.

Figura 11. Funcionamiento hidráulico de la tubería de descarga de excedentes



3.5. CÁMARA DE CARGA

La figura a continuación representa el funcionamiento hidráulico de la cámara de carga de la tubería de aducción al desarenador, calculada como caída desde el umbral del vertedero separador; las dimensiones están previstas para que el caudal derivado a la planta tenga disipación de energía al pie del vertedero e ingrese a la tubería en régimen subcrítico. Para ello cuenta con un espacio de transición de 3 m de longitud aproximadamente.

Figura 12. Perfil hidráulico de la descarga de la cámara de carga y entrada a la aducción

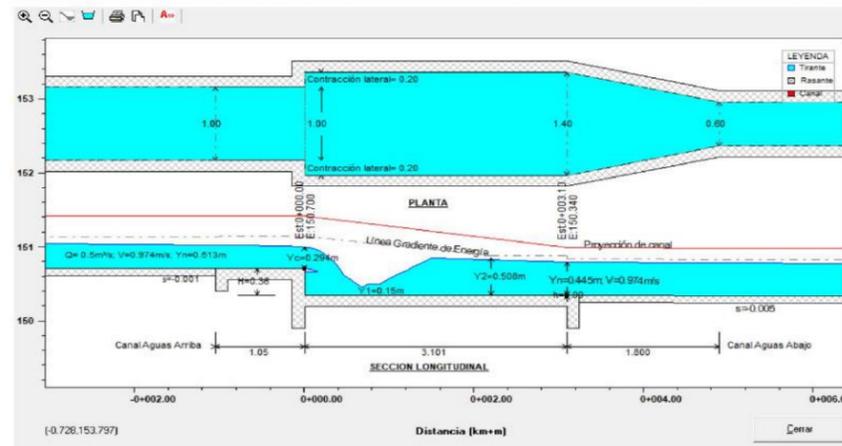
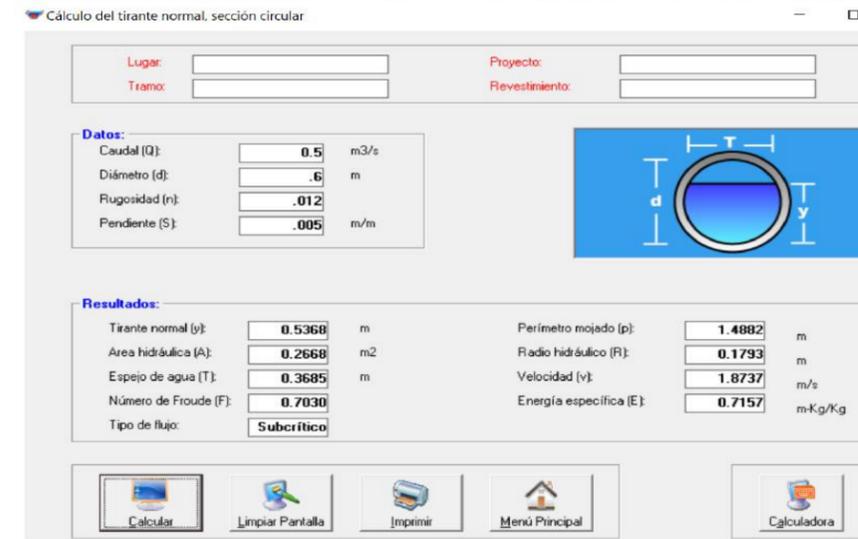


Figura 13. Cálculo hidráulico de la tubería de aducción al desarenador con el caudal mínimo de 0.50 m3/s



3.6. TUBERÍA DE ADUCCIÓN AL DESARENADOR

Se proyecta una tubería de $\phi = 1,2\text{m}$ (24") de HD, con una pendiente del 0.5 % hacia el desarenador, y una longitud de 50 m.

Con el caudal mínimo captado por la rejilla no entra en carga la tubería.

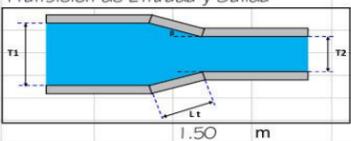
3.7. DESARENADOR

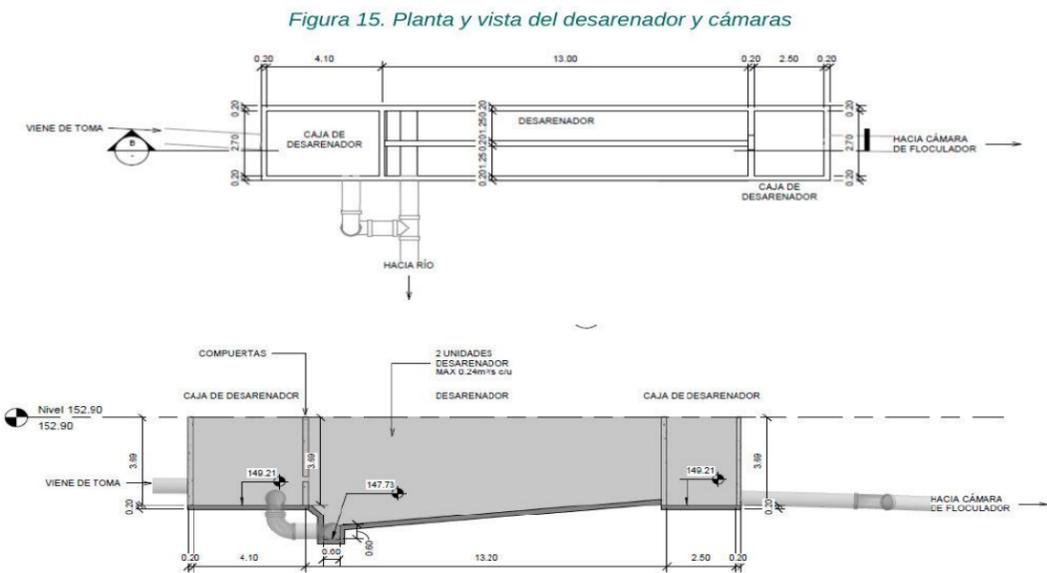
El desarenador constituye un elemento indispensable en la obra de toma, ya que este tiene la función de retener los sedimentos que pasen la rejilla con el fin de evitar su ingreso en la línea de aducción.

Figural 14. Cálculo hidráulico del desarenador

CÁLCULO DEL DESARENADOR											
1.-	CALCULO DEL DIAMETRO DE LAS PARTICULAS A SEDIMENTAR										
	DATOS:										
D=	0.34 mm	Diametro de la Particula									
Q=	240 L/s	Caudal de Diseño									
n=	0.013	Rugosidad de Manning H°Cº									
2.-	CALCULO DE VELOCIDAD DE FLUJO										
	La velocidad en un desarenador se considera lenta cuando esta comprendida entre 0,10 a 0,60 m/s										
	Utilizando la formula de Camp:										
	$V_d = a\sqrt{d}$										
	Donde:										
Vd=	25.66	velocidad de escurrimiento cm/s									
d =	0.34	diametro mm.									
a=	44	constante en función al diametro									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Diametro D (mm)</th> <th>a</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>D < 0.1mm</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>0.1mm < D < 1mm</td> <td>44</td> </tr> <tr> <td>D > 1mm</td> <td>36</td> </tr> </tbody> </table>			Diametro D (mm)	a	D < 0.1mm	51	0.1mm < D < 1mm	44	D > 1mm	36
Diametro D (mm)	a										
D < 0.1mm	51										
0.1mm < D < 1mm	44										
D > 1mm	36										
	Vd=	25.66	cm/s								
Se adopta	Vd=	0.260	m/s velocidad de escurrimiento								
3.-	ANCHO DE CAMARA (asumido)										
	B=	1.25	m								
	Tomando en cuenta que: $0.8 \leq \frac{H}{B} \leq 1$ relacion H/B = 0.80 OK!!! Cumple condicion										
4.-	ALTURA DE LA CAMARA DE SEDIMENTACION										
	$H = \frac{Q}{v * B} \quad V = \frac{Q}{A}$										
	Caudal de diseño:	Q=	0.24 m ³ /s								
	Por lo tanto:	H=	0.74 m								
	Se asume	H=	1 m								
	Numero de Reynolds	$Re = \frac{w * D}{v}$									
	Donde:	Laminar Re < 1									
	w=	0.05 velocidad de sedimentación m/s									
	D=	3.E-04 Diametro particula m									
	v=	1.E-06 Viscosidad cinematica m ² /s 20º C									
	Re=	15.92 Flujo Turbulento									

5.-	CALCULO DE LA VELOCIDAD DE SEDIMENTACION FLUJO TURBULENTO										
	$V_s = \sqrt{(\gamma_s/\gamma - 1) * \frac{4 * g * D}{3 * C_D}}$										
	Donde										
Vs=	0.0457	velocidad de sedimentacion (cm/s)									
λs=	2.65	peso especifico de las particulas (g/cm ³)									
g=	9.81	aceleracion de la gravedad (m/s ²)									
D=	0.0003	diametro de las particulas (m)									
c _D =	3.51	coeficiente de resistencia de los granos									
Vs=	0.046	m/s									
Vs=	4.57	cm/s									
		c=0.5 granos redondos									
		Rubey	0.0454 m/s								
		Allen	0.0478 m/s								
6.-	TIEMPO DE RETENCION										
	$T_s = \frac{H}{V_s}$										
Turbulento	Ts=	21	seg. tiempo que demora la particula en caer desde la superficie al fondo.								
7.-	LONGITUD DE LA CAMARA										
	Flujo Turbulento										
	$L = k * V_d * t_s$										
	Donde:										
L=	Longitud de camara (m)										
k=	Coeficiente de seguridad										
	coeficient										
	Coeficiente de Seguridad										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>escurrimiento (m/s)</th> <th>K</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.2</td> <td>1.25</td> </tr> <tr> <td>0.3</td> <td>1.5</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>			escurrimiento (m/s)	K	0.2	1.25	0.3	1.5	0.5	2
escurrimiento (m/s)	K										
0.2	1.25										
0.3	1.5										
0.5	2										
	Interpolacion										
		Vd	k								
	1	0.3	1.5								
	2	0.26	k								
	3	0.5	2								
k=	1.4000 cm/s										
L=	7.6 m										
Se asume L=	8 m										

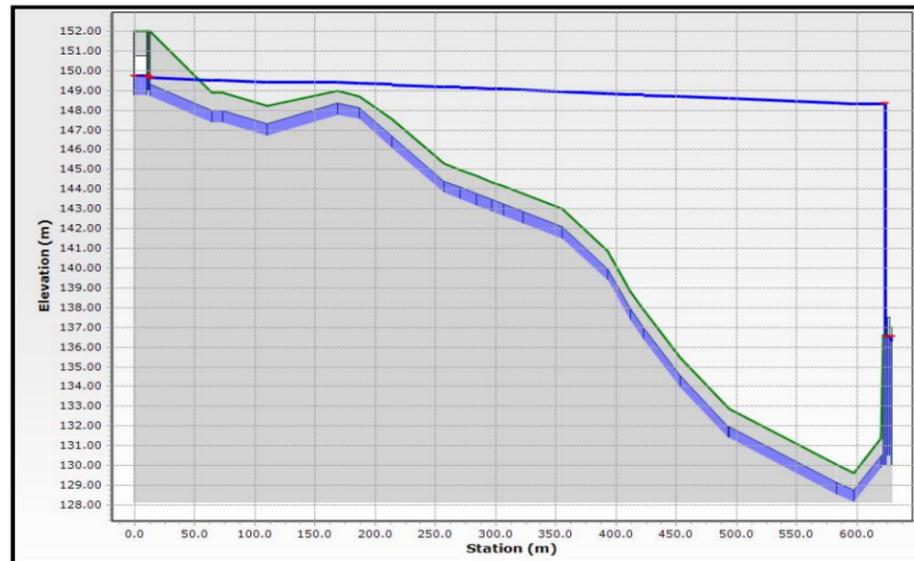
8.-	TRANSICION DE ENTRADA
	$L_T = \frac{T_2 - T_1}{2 * \tan(12.5^\circ)}$
	donde:
	LT: longitud de la transicion m
	T 2: 1.25 Espejo de agua en la camara de sedimentacion (m)
	T 1: 0.6 Espejo de agua en el canal de entrada (m)
	LT = 1.466 m
	Se adopta LT = 1.50 m
9.-	DIMENSIONAMIENTO FINAL :
	Transición de Entrada y Salida
	



3.8. TUBERÍA DE DESCARGA DEL DESARENADOR A LA PTAP

El desarenador descarga el caudal de diseño de la planta de 0.24 m³/s a través de una tubería de HD de $\phi=0.6$ m desprovista de material grueso (sólo conduce el material más fino que será finalmente floculado y sedimentado en la planta). La misma está sometida a presión en algunos tramos como se indica en el perfil hidráulico del sistema:

Figura 16. Perfil Hidráulico de la línea de aducción



Esta línea de aducción inicia en la cota 149.21 en la salida de la caja del desarenador hasta el canal de entrada a la PTAP con una pérdida de carga de 0.77m y una presión máxima de 26psi.

4. LITERATURA CONSULTADA

1. GUÍA PARA EL DISEÑO DE DESARENADORES Y SEDIMENTADORES; Organización Panamericana de la Salud, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, CEPIS, Lima, 2005.
2. Programa HCanales
3. Programa Cálculo Rápidas
4. Planilla Excel Cálculo de Desarenador



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE TUBERÍAS DE PROCESOS



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE TUBERÍAS DE PROCESOS

Revisión: 00 Fecha: 25/04/2022

Realizado

Ing. Ernesto Ocón

PLADES

Comprobado

Ing. Luis de León

PLADES

Aprobado

Ing. Boris Gomez

PLADES



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ÍNDICE

1. Dosificación.....	3
1.1. Descripción Dosificación Sulfato de Aluminio Granular.....	3
1.2. Dosificación de Cal Hidratada.....	4
1.3. Dosificación de Silicofluoruro de Sodio.....	4
1.4. Dosificación Carbón Activo en Polvo.....	5
1.5. Dosificación de Polímero Aniónico Líquido.....	5
1.6. Dosificación de Polímero Catiónico Líquido.....	6
1.7. Dosificación de Cloro Gas.....	6

LISTADO DE IMÁGENES

<i>Figura 1. Vista Isométrico Sistema Sulfato de Aluminio Granular.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2. Vista Isométrico Dosificación de Cal Hidratada</i>	<i>4</i>
<i>Figura 3. Vista Superior Dosificación de Silicofluoruro de Sodio</i>	<i>4</i>
<i>Figura 4. Isométrico Dosificación Carbón Activo</i>	<i>5</i>
<i>Figura 5. Isométrico Dosificación de Polímero Aniónico Líquido.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 6. Vista en Planta Polímero Catiónico Líquido</i>	<i>6</i>
<i>Figura 7. Reguladores de vacío.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 8. Cabinas de dosificación y eyectores</i>	<i>6</i>



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

DESCRIPCIÓN DE REDES DE QUÍMICOS

1. DOSIFICACIÓN

En el edificio de químicos se encontrarán los elementos químicos que se necesitarán para realizar la dosificación al agua cruda en los canales de mezcla rápida, los reactivos que se necesitan adicionar son la adición del reactivo cal hidratada para el ajuste de pH, del reactivo coagulante sulfato de aluminio, polímero catiónico, carbón activo, silicofluoruro de sodio (solamente en casos de emergencia) y del reactivo cloro gas para la desinfección (solamente en casos de emergencia).

Los productos químicos a emplear, que se encuentran en el edificio de dosificación de químicos son los siguientes:

- ✓ Sulfato de aluminio granular
- ✓ Cal hidratada
- ✓ Silicofluoruro de sodio
- ✓ Carbón activo en polvo
- ✓ Polímero aniónico líquido
- ✓ Polímero catiónico líquido
- ✓ Cloro gas

1.1. DESCRIPCIÓN DOSIFICACIÓN SULFATO DE ALUMINIO GRANULAR

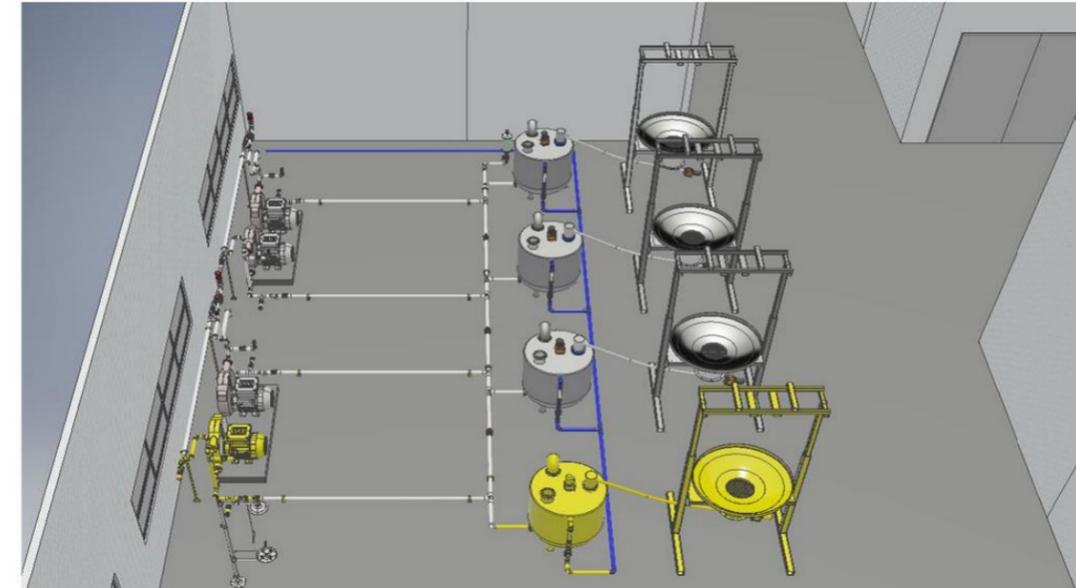
Las partículas coloidales, las sustancias húmicas y algunos microorganismos presentan una carga negativa en el agua, lo cual impide la aproximación de las mismas. En el tratamiento del agua será necesario alterar esta fuerza iónica mediante la adición de sales de aluminio, que provoquen el fenómeno de la coagulación, por el que tiene lugar la desestabilización de estos coloides y la posterior formación de flóculos fácilmente sedimentables.

En cuanto al coagulante escogido para este tratamiento, se trata del sulfato de aluminio, tanto en forma sólida como líquida. La primera se presenta en gránulos de diverso tamaño.

Se han proyectado instalaciones de almacenamiento y suministro de sulfato de alúmina en dos formas: líquido y sólidos. Independientemente de ello, cada instalación de almacenamiento y dosificación del reactivo se ha calculado en base a dos dosis: una dosis máxima (42 mg/l) que garantiza una capacidad mínima de producción diaria del reactivo (expresada en kg/día), y una dosis media (20 mg/l) que ha sido tenida en cuenta en el cálculo de las instalaciones de almacenamiento para una autonomía de 180 días en el caso de sulfato de aluminio granular y 90 días en el caso del sulfato de aluminio líquido. Además, se ha calculado también una dosis media real (también 20 mg/l), en base a las características del agua cruda, que determina la producción media de lodos químicos prevista.

El sulfato de aluminio granular, con una densidad de 2,710 kg/l, se suministrará mediante sacos. Dichos sacos se almacenarán en la sala del Edificio de químicos prevista.

Figura 1. Vista Isométrico Sistema Sulfato de Aluminio Granular



1.2. DOSIFICACIÓN DE CAL HIDRATADA

La alcalinidad es uno de los parámetros más importantes en el tratamiento del agua, pues influye directamente en la coagulación o el ablandamiento, ya que los iones acuosos – metálicos de aluminio (derivado del coagulante sulfato de alúmina seleccionado para esta planta) no solo reaccionan con el agua sino también con la alcalinidad: ésta favorece que la reacción se produzca.

Para optimizar el mecanismo de coagulación a partir de la dosificación de sulfato de alúmina, previamente se dosificará cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), para regular la alcalinidad del agua y/o modificar su pH.

En cualquier caso, la instalación de almacenamiento y dosificación del reactivo se ha calculado en base a dos dosis: una dosis máxima de 41.1 mg/l que garantiza una capacidad mínima de producción diaria del reactivo (expresada en kg/día), y una dosis media de 22.2 mg/l que ha sido tenida en cuenta en el cálculo de las instalaciones de almacenamiento para una autonomía de 2 meses, ya que tiempos de retención superiores no son recomendables por la tendencia a absorber humedad que presenta este reactivo en su forma comercial.

El hidróxido cálcico con una densidad de 2,240 kg/l, se suministrará en sacos. Los cuales se almacenarán en su sala correspondiente del Edificio de químicos prevista.

Figura 2. Vista Isométrico Dosificación de Cal Hidratada

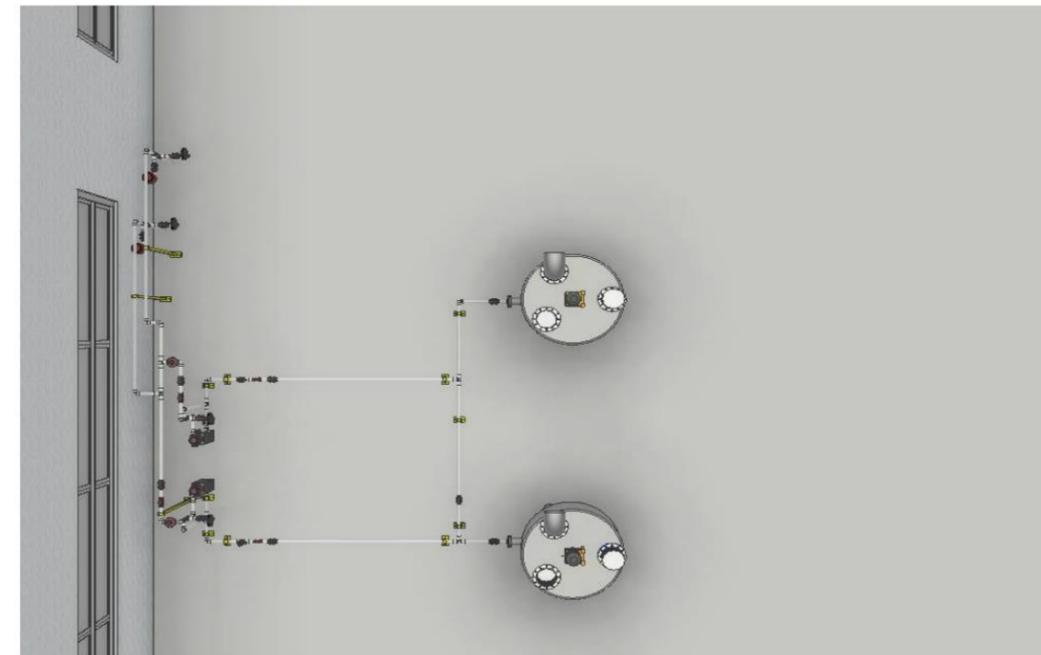


1.3. DOSIFICACIÓN DE SILICOFLUORURO DE SODIO

La dosificación de silicofluoruro de sodio se proyecta a dosis media y máxima de 0,8 y 1,0 ppm respectivamente, con el objetivo de ajustar el flúor deficiente al nivel recomendado para una salud dental óptima. El silicofluoruro de sodio con una densidad de 2,68 kg/l, se suministrará en sacos. Los cuales se almacenarán en su sala correspondiente del Edificio de químicos prevista. La preparación y dilución se realizará mediante:

- ✓ Alimentación del reactivo desde cajón estanco situado sobre cuba de preparación.
- ✓ Cuba de preparación de la solución.

Figura 3. Vista Superior Dosificación de Silicofluoruro de Sodio



1.4. DOSIFICACIÓN CARBÓN ACTIVO EN POLVO

Las sustancias generadoras de olor y sabor en aguas crudas pueden ser compuestos orgánicos derivados de la actividad de microorganismos y algas, o provenir de descargas de desechos industriales. La eliminación de los olores y sabores puede realizarse mediante la aireación o la adición de carbón activado.

El carbón activo adsorbe las sustancias orgánicas que comunican olores y sabores al agua, así como otras sustancias que sin afectar directamente la calidad organoléptica del agua son perjudiciales si se consumen y a su vez son más difíciles de eliminar por los procedimientos convencionales del tratamiento del agua. Elimina sustancias orgánicas como disolventes, hidrocarburos, pesticidas y algunas otras sustancias inorgánicas, presentes también en el agua, como el propio cloro, arsénico, mercurio, cromo, etc.

Las sustancias o moléculas que originan olores y sabores en el agua suelen ser moléculas pequeñas fácilmente absorbibles por el carbón activo con porosidad tipo microporos, mientras que, para la adsorción de moléculas mayores, como por ejemplo las de ácidos húmicos y fúlvicos, precursores de trihalometanos, es más adecuado el carbón con poros de mayor tamaño o macroporos.

La dosificación de carbón activo se diseña para una dosis media de 3 mg/l y una dosis máxima de 6 mg/l. El suministro de reactivo se realizará mediante sacos y se almacenarán en su sala prevista en el Edificio de químicos.

Figura 4. Isométrico Dosificación Carbón Activo



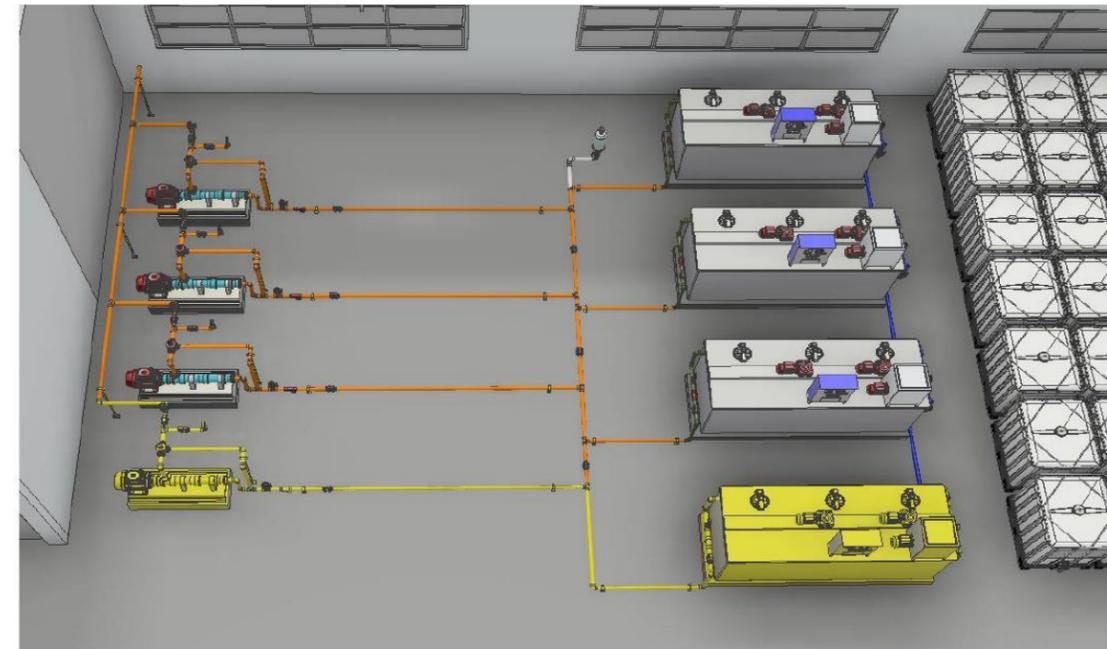
1.5. DOSIFICACIÓN DE POLÍMERO ANIÓNICO LÍQUIDO

El polielectrolito aniónico es un polímero usado como floculante, con cuya adición se busca aumentar la velocidad de sedimentación de los flóculos, la resistencia de los mismos a las fuerzas de cizalla (que puede ocurrir en el transporte del agua floculada), y disminuir la dosis de coagulante necesaria y la tasa de filtración.

Los polielectrolitos son macromoléculas de cadena larga, de peso molecular muy elevado y que poseen cargas eléctricas o grupos ionizables. Los polielectrolitos aniónicos se caracterizan concretamente por contener el poliacrilato sódico, y por ser copolímeros de la acrilamida y del ácido acrílico; son la mejor opción para combinar con un coagulante inorgánico como es el sulfato de alúmina escogido en este caso.

El floculante se diseña para una dosis media de 1,0 mg/l y máxima de 2,5 mg/l. Se ha elegido un polielectrolito aniónico con presentación comercial en emulsión líquida. Para su dilución hasta el 0,50 % se utilizarán tres unidades (2+1Reserva) de equipos de dilución automático, de capacidad horaria de producción de 3.000 l/h.

Figura 5. Isométrico Dosificación de Polímero Aniónico Líquido



1.6. DOSIFICACIÓN DE POLÍMERO CATIÓNICO LÍQUIDO

El polielectrolito catiónico es un polímero que se usará de manera ocasional en la PTAP; En este caso el polímero catiónico se diseña para una dosis media de 2,5 mg/l y máxima de 5,0 mg/l. Al igual que el polímero aniónico, se ha elegido un polielectrolito catiónico con presentación comercial en emulsión líquida.

El equipo de dilución es un sistema compacto. Consta de bomba de trasvase desde bidón de almacenamiento de producto líquido, cuba compartimentada en tres (3) cámaras y dos electroagitadores situados en los dos primeros compartimentos. Además, está equipado con conexiones para agua de dilución, vaciado, toma de producto, etc.

Figura 6. Vista en Planta Polímero Catiónico Líquido



1.7. DOSIFICACIÓN DE CLORO GAS

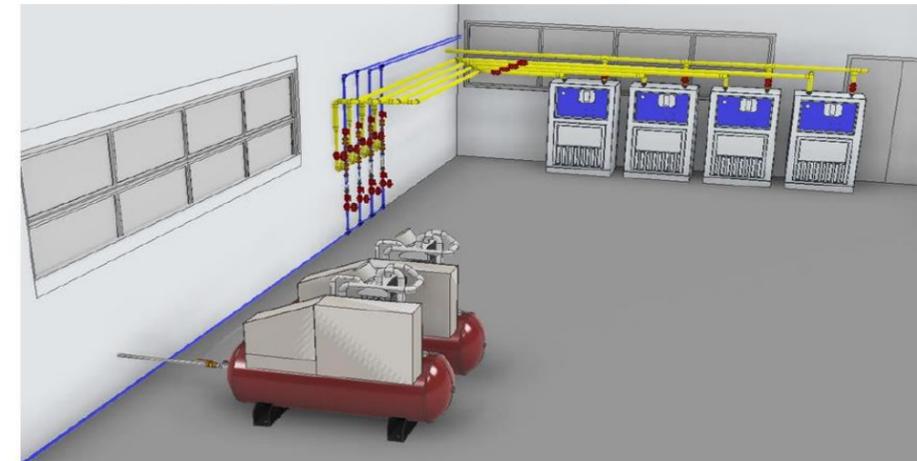
La desinfección es último proceso unitario de tratamiento del agua y tiene como objetivo garantizar la calidad de la misma desde el punto de vista microbiológico y asegurar que sea inocua para la salud del consumidor.

Las aguas suministradas por una planta de tratamiento de agua para consumo humano pueden sufrir recontaminación en los tanques de almacenamiento o en las redes de distribución antes de ser distribuidas a la población. La desinfección debe protegerlas también de estas situaciones de riesgo posteriores al tratamiento.

Figura 7. Reguladores de vacío



Figura 8. Cabinas de dosificación y eyectores





ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA
DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE VIALIDAD



ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE VIALIDAD

Revisión: 00 Fecha: 25/04/2022

Realizado
Ing. Ernesto Ocón
PLADES

Comprobado
Ing. Boris Gómez
PLADES

Aprobado
Ing. Boris Gómez
PLADES



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ÍNDICE

1. Geometría vial	3
1.1. Descripción general del diseño geométrico de la calzada	3
1.1.1. Acceso Principal a PTAP	3
1.1.2. Acceso a Obra de Toma	3
1.1.3. Vías Internas	3
1.2. Determinación de parámetros de diseño	3
1.2.1. Velocidad de diseño	3
1.2.2. Vehículo de diseño	3
2. Pavimento	4
2.1.1. Cálculo de tráfico vehicular	4
2.1.2. Sección Típica	4
3. Señalización	5
3.1. Señalización vertical	5
3.1.1. Señalización Preventiva	5
3.1.1.1. Ubicación	5
3.1.1.2. Dimensiones	5
3.1.1.3. Altura.....	6
3.1.2. Señalización Reglamentaria	6
3.1.2.1. Ubicación y Altura.....	7
3.2. Señalización horizontal	7
3.3. Barreras	7

LISTADO DE IMÁGENES Y TABLAS

<i>Figura 1. Vehículo de Diseño SU-12</i>	3
<i>Figura 2. Sección Típica para la Vía de Acceso a la PTAP</i>	4
<i>Figura 3. Sección Típica para la Vía de Acceso a la Obra de Toma</i>	4
<i>Figura 4. Estructura de Pavimento de la Vía de Acceso a la PTAP y Obra de Toma</i>	5
<i>Tabla 1. Ubicación Longitudinal de las Señales Preventivas (Tabla 5 según Normativa del MOP)</i>	5
<i>Tabla 2. Dimensiones del Tablero de las Señales Preventivas (Tabla 3 según Normativa del MOP)</i>	6
<i>Figura 5. Ubicación Lateral y Alturas de Señales Preventivas</i>	6
<i>Tabla 3. Dimensiones del Tablero de las Señales Restrictivas</i>	7
<i>Figura 6. Ubicación Lateral y Alturas de Señales Restrictivas</i>	7



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

ACCESOS A PTA, ACCESO A OBRA DE TOMA Y VIAS INTERNAS

Para el desarrollo del proyecto de la potabilizadora en Chiriquí Grande, se requiere construir una vía de acceso interceptando la vía Chiriquí - Almirante, que garantizará su acceso independiente para trabajadores y suministro de insumos.

1. GEOMETRÍA VIAL

El principal objetivo de este trabajo es realizar un diseño que describe los criterios adoptados para el diseño geométrico de la calzada. Como parte de los elementos que integran el diseño geométrico, se incluirán los criterios tomados para el desarrollo de los alineamientos horizontal y vertical y dimensionamiento de la sección típica.

1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CALZADA

Para el proyecto se han considerado dos accesos una al cual llamaremos acceso a PTAP (Principal) y un segundo Acceso a Obra de Toma.

1.1.1. ACCESO PRINCIPAL A PTAP

La vía de acceso de la PTAP tiene una longitud de 1014.53m comprendida compuesta por una calzada de 4.50m según pliego. La vía de acceso de la PTAP inicia en el estacionamiento 0K+000 en la intersección la Vía Chiriquí – Almirante y finalizando partiendo en el estacionamiento 1K+014.52 a la garita de seguridad de la PTAP.

1.1.2. ACCESO A OBRA DE TOMA

Al igual que la vía de acceso de la PTAP se compone por una calzada de 4.50m según pliego. La vía de acceso a obra de toma en la zona noroeste de la PTAP, esta tiene una longitud de 366metros.

1.1.3. VIAS INTERNAS

En el caso de las vías internas se compone por una calzada de 5m.

1.2. DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

1.2.1. VELOCIDAD DE DISEÑO

La velocidad de diseño de un tramo homogéneo (Vtr) está definida en función de la categoría de la vía y el tipo de terreno.

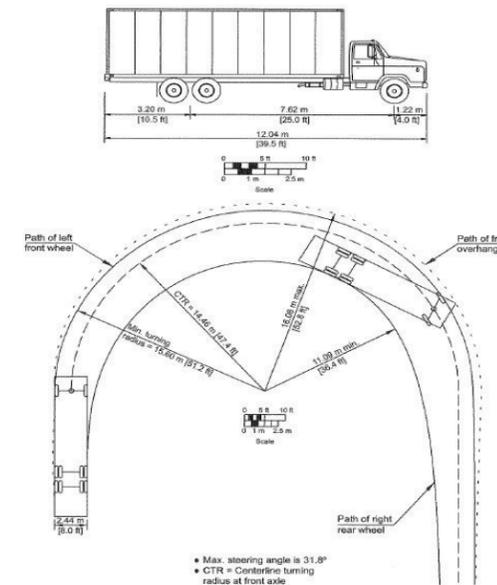
Dado el caso de tratarse de una vía de acceso a una Instalación Pública, se adopta una velocidad de diseño de 40Km/h.

1.2.2. VEHÍCULO DE DISEÑO

Se denomina Vehículo de diseño al vehículo representativo de todos los vehículos que puedan circular por una vía.

Con el fin de optimizar el buen funcionamiento de la vía, la geometría del diseño está basado para un vehículo de diseño SU-12 según AASHTO "A policy on Geometric Design of Highways ans Streets" v2011.

Figura 1. Vehículo de Diseño SU-12



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

2. PAVIMENTO

2.1.1. CÁLCULO DE TRÁFICO VEHICULAR

Para las consideraciones de tráfico se estimó la cantidad de vehículos livianos que ingresarán a la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), dentro de los cuales se consideró los vehículos para el funcionamiento de la PTAP, los de visitas así como los camiones de suministros de materia prima, camiones de servicio o mantenimiento y un porcentaje de camiones que harán uso de la vía durante la construcción y los que tendrán a su cargo la instalación del equipo necesario para el funcionamiento de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de (PTAP).

Para determinar el Número de Ejes Equivalentes (cargas de Diseño):

$$ESALs = \sum TPDA * FC_{Global} * \%Tráfico Pesado * FD * FO$$

- ✓ **Transito Anual para el periodo de Diseño y su composición:** Los datos del TPDA en el año primer año de uso y su composición fueron resultado de una proyección según el uso y tipo de vehículos que tendrán acceso a la PTAP.
- ✓ **Factores equivalentes de carga:** Para este factor se utilizaron las tablas que se encuentran definidas en la guía AASHTO 93, empleadas para pavimento rígido con espesor de losa de D=8 pulgadas y una serviciabilidad final de 2.0.
- ✓ **Factor de Dirección (FD):** Se considera una distribución del 50% para cada dirección.
- ✓ **Factor de Ocupación (FO):** Se adopta un factor de ocupación de 0.8, por tratarse de una vía de doble carril.

Obteniendo como resultado un total de ejes equivalentes ESALs de 1,119,593 con las consideraciones adoptadas.

2.1.2. SECCIÓN TÍPICA

Para la sección típica de la vía de acceso a la PTAP y acceso a la obra de toma, se ha optado por implementar la sección típica que se muestra a continuación:

Figura 2. Sección Típica para la Vía de Acceso a la PTAP

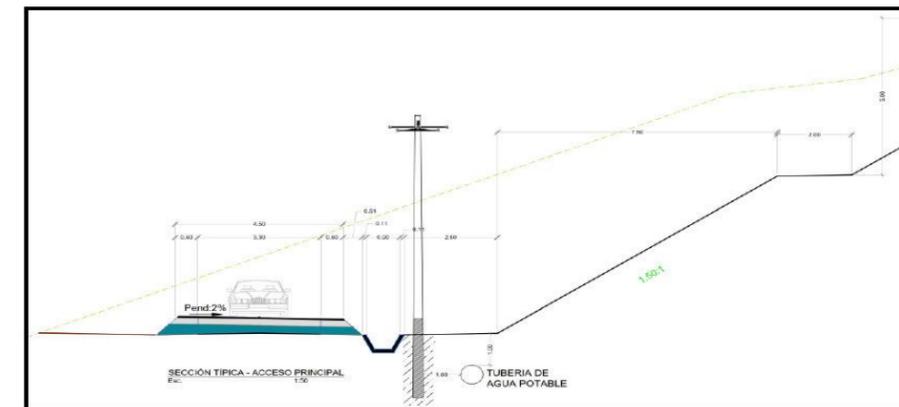


Figura 3. Sección Típica para la Vía de Acceso a la Obra de Toma

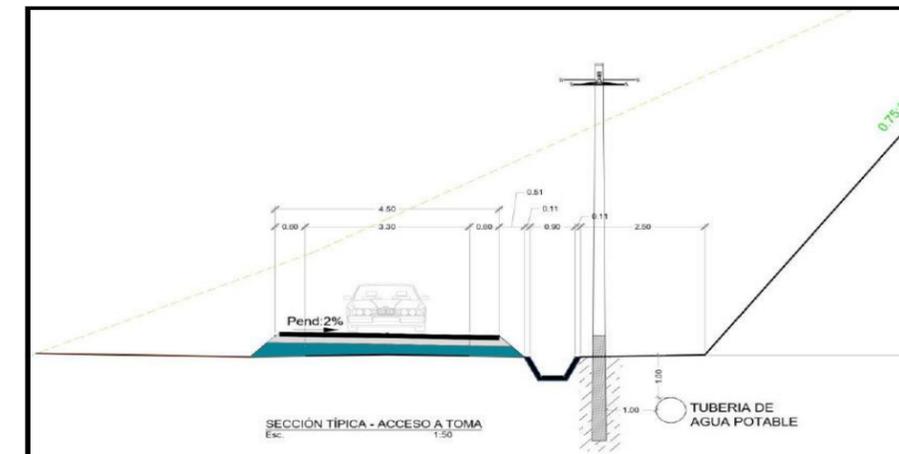
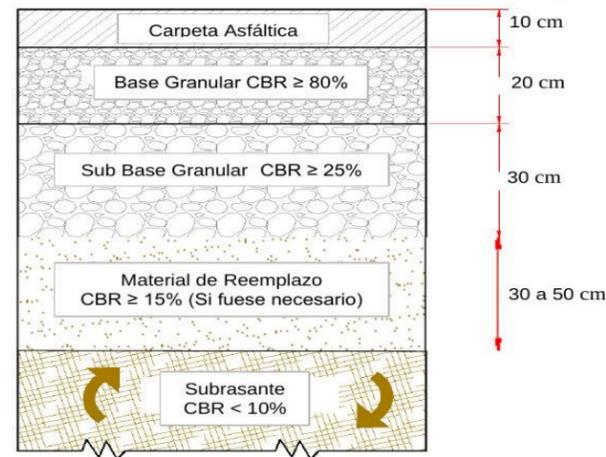


Figura 4. Estructura de Pavimento de la Vía de Acceso a la PTAP y Obra de Toma



3. SEÑALIZACIÓN

3.1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Las señales verticales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de vehículos y peatones.

Pueden contener instrucciones las cuales debe obedecer el usuario de las vías, prevención de peligros que pueden no ser muy evidentes o información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés. Las señales deben ser reconocidas como tales y los medios empleados para transmitir información constan de la combinación de un mensaje, una forma y un color destacado.

3.1.1. SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA

Las señales preventivas tienen por función prevenir a los usuarios de la carretera sobre la existencia de peligros y la naturaleza de los mismos.

3.1.1.1. Ubicación

Dada su función, la ubicación lateral, y longitudinal están normadas sobre la base de su visibilidad nocturna y diurna.

En forma lateral el MOP norma: "en carreteras, la señal se colocará en todos los casos, de modo que su orilla interior quede a una distancia no menor de 50 cm de la proyección vertical del hombro del camino" esta ubicación no deberá interferir el funcionamiento hidráulico en estos casos se deberá implementar doble poste de fijación, para liberar la cuneta; en zonas urbanas la normativa establece "la distancia entre la orilla del tablero y la orilla de la acera, deberá ser de 30 cm".

En forma longitudinal, la ubicación es función directa de la velocidad directriz y responden a la tabla 5 incluida en las normativas del MOP.

Dado que el tramo en diseño posee sectores con velocidad directriz de 40 km/h, la ubicación longitudinal de las señales preventivas adoptadas fue de 40 metros, para la situación a prevenir.

Tabla 1. Ubicación Longitudinal de las Señales Preventivas (Tabla 5 según Normativa del MOP)

VELOCIDAD Km/h	30	40	50	60	70	80	90	100	110
DISTANCIA M	30	40	55	75	95	115	135	155	175

3.1.1.2. Dimensiones

Los tableros están dimensionados en las Normativas MOP (tabla 3), con un tamaño que permiten su correcta visualización tomando en cuenta las características de la carretera a señalizar. En nuestro caso los tableros serán de 117cm x 117cm pues el diseño de ensanche califica "Carreteras con ancho de corona entre 6.00m y 9.00m y Avenidas principales urbanas".

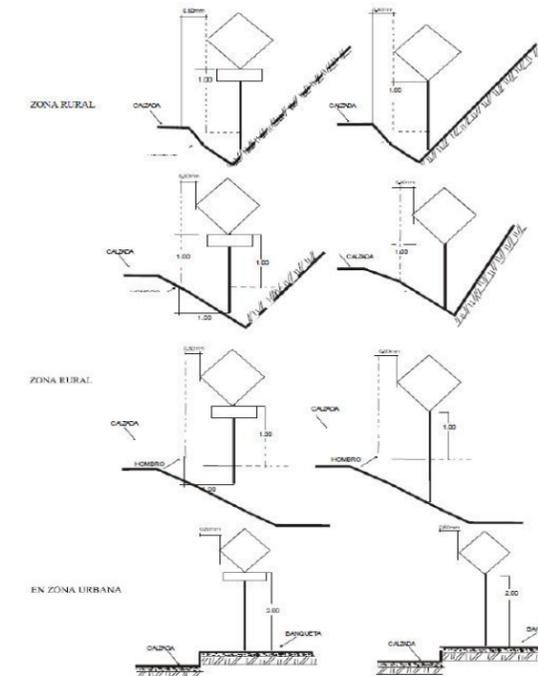
Tabla 2. Dimensiones del Tablero de las Señales Preventivas (Tabla 3 según Normativa del MOP)

SEÑAL DIMENSIONES CM	USO
61 X 61 (SIN CEJA)	EN CARRETERAS CON ANCHO DE CORONA MENOR DE 6.00m Y CALLES URBANAS
71 X 71 (CON CEJA)	EN CARRETERAS CON ANCHO DE CORONA ENTRE 6.00 Y 9.00m Y AVENIDAS PRINCIPALES URBANAS
86 X 86 (CON CEJA)	EN CARRETERAS CON ANCHO DE CORONA ENTRE 9.00 Y 12.00m Y VIAS RAPIDAS URBANAS Y CARRETERAS CON CUATRO CARRILES DONDE SE PUEDAN UBICAR PARA EL MISMO SENTIDO EN AMBOS LADOS
117 X 117 (CON CEJA)	EN CARRETERAS CON CUATRO CARRILES O MÁS CON O SIN SEPARADOR CENTRAL

3.1.1.3. Altura

Las alturas de las señales son diferentes para asegurar su visibilidad nocturna y diurna por probables obstrucciones, por lo tanto, en zonas urbanas, en las que la posibilidad de obstrucción de visibilidad por la presencia de vehículos que estacionen y peatones a la altura entre la parte inferior de la señal y el pavimento, la altura debe ser de 2.00 metros mínimo y 2.50 metros máximo, que el MOP establece para la zona urbana. Los conceptos de ubicación lateral y alturas se grafican en la figura adjunta.

Figura 5. Ubicación Lateral y Alturas de Señales Preventivas



3.1.2. SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA

Este tipo de señales son las que establecen condicionamientos al usuario debido a reglamentaciones de tránsito vigente, por lo que el no cumplimiento de lo que ellas indiquen constituye un delito.

El tamaño está normado por el MOP según la siguiente tabla. En ella se describen sus dimensiones que dependen del ancho del coronamiento, que en nuestro caso está comprendido entre 6.00 y 9.00 metros, por lo que la medida es de 71 cm x 71 cm en general.



CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE

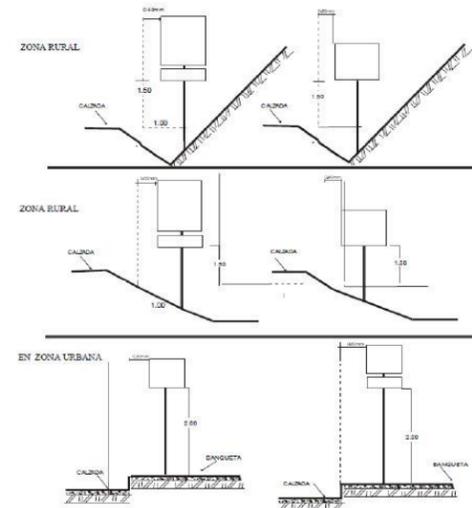
Tabla 3. Dimensiones del Tablero de las Señales Restrictivas

Señal	Uso según normativa
71x71 (con ceja)	En carreteras con ancho de calzada comprendido entre 6.00 y 9.00 metros y avenidas principales urbanas.

3.1.2.1. Ubicación y Altura

- ✓ Ubicación Longitudinal: La ubicación es el punto donde la restricción exista.
- ✓ Altura: Para zona urbana la parte inferior de la señal deberá estar a por lo menos 2.00 metros del nivel de calzada, si son dos las señales incluidas en el poste, la altura inferior será de 2.00 metros del nivel de calzada.

Figura 6. Ubicación Lateral y Alturas de Señales Restrictivas



3.2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin de que ésta pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda. La señalización horizontal en carreteras tiene funciones importantes en proveer información y guía para los usuarios de las vías. Entre los tipos más importantes de demarcaciones encontramos demarcaciones de pavimento y de bordillos, demarcadores de objetos, delineadores, pavimentos de color, dispositivos de canalización e isletas.

En función de las características de la carretera, sección transversal y los parámetros de diseño se han proyectado:

- ✓ Líneas centrales o líneas divisorias de sentido de circulación amarilla continua de 0.10 metros.
- ✓ Líneas centrales o líneas divisorias de sentido de circulación amarilla segmentadas de 0.10 metros.
- ✓ Líneas limitadoras de borde externos en línea de color blanco continua de 0.10 metros.
- ✓ Textos: para el diseño se ha utilizado el texto de ALTO, con dimensiones de 122.5 cm de altura y un ancho de 37.5 cm dimensiones acordes con la velocidad (menores a 40 km/h) donde se las ubicó.
- ✓ Líneas de restricciones en color blanco: en aquellos sectores donde se indique ALTO o CEDA por la existencia de alguna restricción en cruce de carriles (por ejemplo, intersecciones, dársenas de giro a la izquierda etc.).
- ✓ Flechas orientadoras en color blanco: se incluyeron en los casos que es necesario orientar al usuario (giros y sentidos de circulación en accesos, retornos, carriles de aceleración y frenado). El dimensionamiento de las flechas responde a la normativa del MOP que establece medidas para velocidades menores a 40 km/h (dársenas de giros de los retornos y accesos).

3.3. BARRERAS

Uno de los dispositivos de seguridad más utilizados en las carreteras son las barreras de defensa con el fin de incrementar la seguridad de los usuarios. Se instalan en uno o ambos lados de la carretera, en los lugares donde exista peligro, ya sea por el alineamiento del camino, altura de los terraplenes, alcantarillas, otras estructuras o por accidentes topográficos, entre otros, con el fin de incrementar la seguridad de los usuarios, evitando en lo posible que los vehículos errantes salgan del camino y encauzando su trayectoria hasta disipar la energía del impacto. Existen diversos tipos, entre otras: metálicas (flex-beam), del tipo cable (de baja y alta tensión), de hormigón (New Jersey) etc. Las barreras son una protección indispensable y es criterio del proyectista su ubicación siendo los casos en donde más se recomiendan los siguientes:

- ✓ Carreteras de alta especificación
- ✓ Autopistas
- ✓ Como la división central de los sentidos
- ✓ Curvas pronunciadas y terraplenes
- ✓ Puentes de autopistas de alta velocidad



INSTITUTO DE
ACUEDUCTOS Y
ALCANTARILLADOS
NACIONALES

ESTUDIO, DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA POTABILIZADORA DE CHIRIQUÍ GRANDE Y REDES DE ABASTECIMIENTO, PROVINCIA DE BOCAS DEL TORO

INFORME CONCEPTUAL DE VIALIDAD



Para este proyecto se han considerado la implementación de barreras metálicas del tipo flex-beam:

- ✓ En tramos de terraplén con taludes muy inclinados y/o alturas mayores a los 1,50 metros.
- ✓ En aquellas curvas que lo merezcan (radios próximos a mínimos recomendados para la velocidad de diseño) se colocarán barreras en hombro interno y/o externo según el caso.

NOTA: Las barreras de seguridad son elementos estándares, probados en laboratorios y aprobadas por normas americanas MASH y NCHRP-350, como también lo realiza la norma europea EN 1317.



btd

CONSORCIO RB-CHIRIQUÍ GRANDE