

INFORME TÉCNICO Nro. 036-DF-SAPyS-2018

PARA: Ing. Luis Sigifredo Ruales Garces
DIRECTOR FORTALECIMIENTO Y DESCENTRALIZACIÓN
SERVICIOS AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (Enc.)

DE: Ing. Diego Javier Gangotena Rodriguez
ANALISTA FORTALECIMIENTO Y DESCENTRALIZACIÓN
SERVICIOS AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

FECHA: 27 de marzo de 2018

ASUNTO: Diseños Definitivos de las Obras de Intercepción y Tratamiento de las Aguas Residuales para Quito y Parroquias Anexas

1. ANTECEDENTES:

Mediante oficio Nro. EPMAPS-GG-2017-434 de 26 de septiembre de 2017, la Gerencia General de la "Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento" (EPMAPS) presentó una copia en formato digital de los "Diseños Definitivos de las Obras de Intercepción y Tratamiento de las Aguas Residuales para Quito y Parroquias Anexas", solicitando a la Secretaría del Agua (SENAGUA) la emisión de la denominada "Carta de Viabilidad Técnica".

El estudio denominado "Diseños Definitivos de las Obras de Intercepción y Tratamiento de las Aguas Residuales para Quito y Parroquias Anexas", fue financiado con recursos del Préstamo BID 2585/0C-ECD y elaborado por la Asociación Hazen and Sawyer - Pi Épsilon (Asociación HS-PE) mediante Contrato BID GN-2350-9 suscrito en el año 2013 entre el Instituto Nacional de Preinversión - INP (actual SENPLADES) y la Asociación HS-PE.

Con resolución Nro. 231 del año 2013, la Gerencia General de la EPMAPS adjudicó el contrato de fiscalización de los diseños definitivos a la firma consultora C. Lotti & Associati - Società di Ingegneria S.p.A. (LOTTI); el contrato entre EPMAPS y LOTTI se suscribió el 18 de diciembre de 2013.

El Fiscalizador LOTTI actuó y operó como apoyo a la Supervisión de la EPMAPS ejercida a través del "Programa de Saneamiento Ambiental" (PSA) a los "Diseños Definitivos de las Obras de Intercepción y Tratamiento de las Aguas Residuales para Quito y Parroquias Anexas"; como se mencionó anteriormente el estudio fue contratado y administrado por el INP-SENPLADES (Instituto Nacional de Preinversión y Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). La administración del contrato de fiscalización fue ejecutada por el PSA.

Los diseños definitivos corresponden a los siguientes componentes esenciales o sub-proyectos claramente identificables: i) Intercepción y conducción de las aguas residuales mediante emisarios en túnel (La Tola - Vindobona y San Antonio - Vindobona); ii) Tratamiento de las aguas residuales mediante el procesamiento de estas aguas en la



PTAR Vindobona; iii) Recuperación de las aguas residuales para generación hidroeléctrica, usando aguas servidas mediante dos (2) centrales en línea: Batán II y Nayón II, y una (1) central hidroeléctrica en Vindobona que aprovecha el efluente de la PTAR.

2. DOCUMENTACIÓN:

La información digital copia del estudio (tamaño 6.80 GB) entregada por la EPMAPS y el PSA se la encuentra en dos (2) DVDs que se anexaron al oficio EPMAPS-GG-2017-434 de 26 de septiembre de 2017; el contenido y estructura de presentación se resume de la siguiente forma:

DVD Nro. 1			
CARPETA NOMBRE GENERAL	TAMAÑO	CONTENIDO	
		Nro. de ARCHIVOS	Nro. de CARPETAS
COVERS	41.7 MB	29	3
RESUMEN EJECUTIVO 2016	12.1 MB	4	0
VOLUMEN II - SISTEMA DE TRATAMIENTO (PTAR - VINDOBONA)	3.55 GB	2386	106

DVD Nro. 2			
CARPETA NOMBRE GENERAL	TAMAÑO	CONTENIDO	
		Nro. de ARCHIVOS	Nro. de CARPETAS
VOLUMEN I - SISTEMA DE INTERCEPCIÓN Y TRANSPORTE DE AGUAS RESIDUALES	527 MB	518	41
VOLUMEN III - SISTEMA CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	1.13 GB	289	55
VOLUMEN IV - MEMORIAS TÉCNICAS GENERALES (Geología - Geotecnia - Afecciones y Expropiaciones - Geodesia y Topografía)	1.16 GB	449	90
VOLUMEN V - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	367 MB	25	2
VOLUMEN VI - PRESUPUESTOS	7.10 MB	9	0
VOLUMEN VII - MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	23.1 MB	4	3

A continuación se presenta un resumen del contenido y estructura de la información técnica relacionada con los tres componentes esenciales de los diseños definitivos:

COMPONENTE SISTEMA DE INTERCEPCIÓN Y TRANSPORTE DE AGUAS RESIDUALES (EMISARIOS - TÚNELES)			
CARPETA NOMBRE GENERAL	TAMAÑO	CONTENIDO	
		Nro. de ARCHIVOS	Nro. de CARPETAS
INFORME PRINCIPAL	29.6 MB	13	5
ANEXOS AL INFORME PRINCIPAL	15.2 MB	28	6
MEMORIAS TÉCNICAS ET	244 MB	47	19
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ET	20.5 MB	82	0
PLANOS EMISARIOS	218 MB	348	6

6



COMPONENTE SISTEMA DE TRATAMIENTO (PTAR - VINDOBONA)			
CARPETA NOMBRE GENERAL	TAMAÑO	CONTENIDO	
		Nro. de ARCHIVOS	Nro. de CARPETAS
INFORME PRINCIPAL	146 MB	85	42
MEMORIAS TÉCNICAS	2.54 GB	530	49
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	9.97 MB	5	0
PLANOS PTAR	876 MB	1766	11

COMPONENTE SISTEMA CENTRALES HIDROELÉCTRICAS			
CARPETA NOMBRE GENERAL	TAMAÑO	CONTENIDO	
		Nro. de ARCHIVOS	Nro. de CARPETAS
INFORME PRINCIPAL	1.75 MB	2	0
MEMORIAS TÉCNICAS CHs	39.5 MB	8	0
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS CHs	29.1 MB	4	0
LÍNEAS DE INTERCONEXIÓN	34.9 MB	3	0
ANEXO DIGITAL	440 MB	241	43
PLANOS CHs	620 MB	31	6

Durante el tiempo empleado por la Secretaría del Agua para la revisión de los diseños definitivos previa la emisión de la Viabilidad Técnica; y, según requerimientos de la SAPyS, la EPMAPS a través del "Programa de Saneamiento Ambiental" (PSA) presentó en medios magnéticos los siguientes documentos:

- i. Oficio SENAGUA-CDHE.15-2014-0246-O de 04 de septiembre de 2014, suscrito por el Subsecretario de la Demarcación Hidrográfica Esmeraldas y dirigido al Director Ejecutivo del PSA, documento según el cual la Secretaría del Agua concluye que en los tramos solicitados –por el PSA– del cuerpo hídrico del río Guayllabamba, se deberá cumplir con los objetivos de Conservación y Preservación de la Flora y Fauna (usos del agua).
- ii. Oficio EPMAPS-2016-GG-105 de 19 de abril de 2016, cuyo signatario es el Gerente General de la EPMAPS y enviado a la Subsecretaría de la Demarcación Hidrográfica Esmeraldas (SENAGUA), solicitando dar inicio al proceso de Autorización para Uso y Aprovechamiento del Agua (turbinar aguas servidas para el caso de las centrales hidroeléctricas Batán II y Nayón II, así como turbinar aguas tratadas para el caso de la central hidroeléctrica Vindobona).
- iii. Oficios EPMAPS-GG-2016-148, 149 y 150 de 07 de junio de 2016, dirigidos por la Gerencia General de la EPMAPS a la Coordinación General Jurídica del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, solicitando disponer el inicio del trámite de la autorización de operación de las Centrales Hidroeléctricas Vindobona, Batán y Nayón respectivamente.
- iv. Informe Final de "Fiscalización de los Diseños Definitivos de las Obras de Intercepción y Tratamiento de las Aguas Residuales para Quito y Parroquias Anexas / Contrato: CONCP-EP-BID-01-2013 / 20 de enero de 2017 / LOTTI"; según el cual, y entre otras se recomienda a la Supervisión del proyecto (PSA) aprobar la versión ajustada del Informe de Diseño Definitivo presentada por la Asociación HS-PE.
- v. Oficio EPMAPS-PSA-2017-011 de 25 de enero de 2017 suscrito por el Director Ejecutivo del PSA y dirigido al Especialista de Proyectos de la SENPLADES (Administrador del Contrato), comunicando que revisada la versión final de los

6.
4



diseños definitivos por parte de la Fiscalización, se concluye que la documentación ha sido entregada a satisfacción. Adicionalmente se dice que la Supervisión (PSA) ha revisado los archivos digitales y ejecutables en CAD y GIS concluyendo que funcionan adecuadamente. Para finalizar se informa que la EPMAPS se encargará en adelante de las gestiones y trámites con las entidades y autoridades en el tema eléctrico, así como lo hace con la Autoridad Ambiental en lo que al licenciamiento ambiental se refiere.

- vi. Oficio H&S-PI-2016-10 Asociación, de 26 de enero de 2017 enviado al "Especialista de Proyectos – Administrador del Contrato de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo" por parte de "Director del Proyecto Asociación Hazen and Sawyer P.C. – PI Épsilon"; documento según el cual se detallan las actividades Técnico - Científicas desarrolladas dentro de la Categoría Contrato Principal – Transferencia de Tecnología del proyecto "Diseños Definitivos de las Obras de Intercepción y Tratamiento de las Aguas Residuales de Quito y Parroquias Anexas".
- vii. Oficio EPMAPS-PSA-015-2017 de 01 de febrero de 2017, dirigido al "Especialista de Proyectos – Administrador del Contrato de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo" por parte del "Director Ejecutivo del PSA", indicando que el detalle (presentado por la Asociación HS-PE) de las actividades Técnico – Científicas llevadas a cabo en el escenario de Transferencia de Tecnología, tiene la aprobación de la Supervisión del proyecto.
- viii. Acta de Entrega Recepción Definitiva del contrato "Fiscalización de los Diseños Definitivos de las Obras de Intercepción y Tratamiento de las Aguas Residuales para Quito y Parroquias Anexas" (Concurso Público Internacional de Consultoría Nro. SP-CONPC-EP-BID-01-2013); acta suscrita el 02 de febrero de 2017 por parte de: el Administrador del Contrato (PSA), los Técnicos designados por la EPMAPS, y por la Consultora LOTTI el Director de Fiscalización. El numeral 8. del Acta dice: Aceptación de las Partes.- "...la Consultora,...ha cumplido con las obligaciones contractuales...".
- ix. Acta de Recepción Definitiva (Única) del "Contrato de Servicios de Consultoría para el Diseño Definitivo de las Obras de Intercepción y Tratamiento de Aguas Residuales para Quito y Parroquias Anexas / Contratos: Principal con Registro Nro. INP-BID-CC-SP-2013-007, Complementario Nro. 1 con Registro Nro. INP-BID-CCM-2015-002 y Complementario Nro. 2 al Contrato Principal"; acta suscrita el 04 de abril de 2017 por parte de: el Administrador del Contrato (INP-SENPLADES), un Técnico que no intervino en el proceso (INP-SENPLADES), y el Procurador Común y Representante Legal de la Asociación Hazen and Sawyer P.C. – PI Épsilon. La cláusula Décima del Acta dice: Aceptación de las Partes.- "La Comisión designada para verificar y recibir el contrato de Servicio de Consultoría para el "Diseño Definitivo de las Obras de Intercepción y Tratamiento de Aguas Residuales para Quito y Parroquias Anexas", debidamente respaldada en los documentos legalizados por los informes de la Supervisión y Fiscalización, concluye que la Asociación Hazen and Sawyer P.C. – PI Épsilon (Consultora) ha cumplido con las obligaciones establecidas en el Contrato Principal, Complementario Nro. 1, Complementario Nro. 2 y documentos habilitantes de los mismos."
- x. Respecto del trámite de "Regularización Ambiental" del proyecto, el "Programa de Saneamiento Ambiental" (PSA) informó según Acta del 11 de enero de 2018 lo

6.



siguiente: "El Proceso de Licenciamiento de la PTAR Vindobona y todos sus componentes al momento se encuentra en la fase de revisión del Estudio de Impacto Ambiental por parte de la Dirección Provincial de Ambiente de Pichincha MAE (DPAPCh), mismo que fue ingresado el 24 de abril de 2017 al Sistema Único de Información Ambiental SUIA (captura de pantalla adjunta)". Vista la captura de pantalla del proceso de regularización ambiental, se visualiza el cumplimiento de los siguientes procesos: registro, categorización, participación social; y, como se mencionó en trámite de revisión por parte de la Autoridad Ambiental el Estudio de Impacto Ambiental (EslA).

3. RESUMEN DEL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN:

El proceso de formulación, desarrollo y evaluación de alternativas condujo a la selección de las soluciones más apropiadas para cumplir con los objetivos y metas del proyecto, cuya implementación constituirá a futuro la primera línea de protección del ambiente frente a las aguas residuales generadas por los habitantes de Quito.

El proyecto está conformado por los siguientes componentes de infraestructura:

- A. Intercepción y conducción (transmisión) de las descargas existentes mediante dos emisarios en túnel. El emisario que intercepta y conduce las aguas residuales desde el sector la Tola Baja hasta la PTAR (D = 3,7 m; L = 27,5 km) y el emisario que intercepta y conduce las aguas residuales desde el sector de San Antonio hasta la PTAR (D = 3,7 m; L = 2,4 km). La construcción de estos emisarios es indispensable para conseguir la descontaminación de los ríos adyacentes a los centros urbanos de Quito (R. Machángara, R. San Pedro, R. Monjas y R. Guayllabamba) y es un requisito indispensable para que la futura PTAR disponga de aguas residuales para tratar.
- B. Tratamiento de las aguas residuales para lograr un efluente de la calidad apropiada para los usos del río aguas abajo de la descarga. El diseño de la PTAR propone un robusto proceso de tratamiento de líquidos, que incluye tratamiento preliminar, sedimentación primaria, lodos activos de alimentación escalonada, clarificación secundaria y desinfección. El proceso de manejo de sólidos incorpora remoción de arenas de los lodos primarios, espesamiento de lodos primarios y secundarios, digestión anaeróbica mesofílica, deshidratación de lodos y secado térmico. La PTAR ha sido planeada para incrementar gradualmente el nivel de tratamiento con base en metas establecidas y un efluente final con remoción de materia carbonácea (remoción DBO5/DQO) que puede ser nitrificado (nitrificación) con remoción de nitrógeno adicional (nitrificación/desnitrificación). Adicionalmente se tratará una parte de las aguas pluviales de "primer lavado" (first-flush) a nivel de tratamientos preliminar y primario; el sistema de alcantarillado de Quito es un sistema combinado, por lo que las aguas del primer lavado consideradas como las más contaminadas, recibirán tratamiento y desinfección antes de ser descargadas al cuerpo receptor.
- C. Tres (3) centrales de generación hidroeléctrica, dos (2) en línea (Batán II y Nayón II) que utilizarán el agua servida cruda y una (1) ubicada en la descarga de la PTAR que aprovechará las aguas tratadas, las centrales hidroeléctricas tendrán una capacidad combinada de generación de 40 MW, lo que equivale a la energía suficiente para autoabastecer la operación de la "PTAR Vindobona" y adicionalmente producir excedentes en beneficio del proyecto.

6
H



El proyecto se construirá en dos etapas: La etapa constructiva 1 (años 2020 a 2025) consiste en la ejecución de todas las obras de construcción y de aproximadamente el 80% de la PTAR; la etapa constructiva 2 (años 2028 a 2030) aplica a la ejecución de las obras complementarias de la PTAR para atender a la población proyectada hasta el año 2045.

El costo total de inversión del sistema de intercepción y transporte de aguas residuales incluido el ingreso a la PTAR asciende a US\$ 299'446.197, de los cuales US\$ 239'556.958 corresponden a costos directos y la diferencia (el 25%) a costos indirectos como se detalla a continuación:

COSTO INVERSIÓN OBRAS INTERCEPCIÓN Y TRANSPORTE AGUAS RESIDUALES			
ETAPA CONSTRUCTIVA	PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN	COSTO TOTAL US\$	% COSTO INVERSIÓN
Etapa 1	2020 a 2025	299'446.197	100
Etapa 2	2028 a 2030		
TOTAL		299'446.197	100

El costo de inversión de la PTAR asciende a US\$ 386'969.259, de los cuales US\$ 247'660.326 en Etapa 1 y US\$ 61'915.081 en Etapa 2 corresponden a costos directos y la diferencia (el 25%) a costos indirectos como se detalla en la siguiente tabla:

COSTO INVERSIÓN "PTAR VINDOBONA"			
ETAPA CONSTRUCTIVA	PERÍODO DE CONSTRUCCIÓN	COSTO TOTAL US\$	% COSTO INVERSIÓN
Etapa 1	2020 a 2025	309'575.407	80
Etapa 2	2028 a 2030	77'393.852	20
TOTAL		386'969.259	100

El costo directo de inversión de las Centrales Hidroeléctricas es de US\$ 71'051.863, y el total de los costos indirectos es de 25%; por lo tanto el costo total asciende a US\$ 88'814.829 (ver la tabla siguiente):

COSTO INVERSIÓN CENTRALES HIDROELÉCTRICAS			
ID	COSTO DIRECTO US\$	COSTO INDIRECTO US\$	COSTO TOTAL US\$
C.H. Vindobona	42'265.962	10'566.491	52'832.453
C.H. Batán II	12'797.009	3'199.252	15'996.261
C.H. Nayón II	15'988.892	3'997.223	19'986.115
TOTAL			88'814.829

Tanto en fase constructiva del proyecto global como durante el proceso de puesta en marcha y explotación de la PTAR, es probable que se requieran de obras complementarias u opcionales las mismas que serán calificadas como necesarias de implementación por parte de los entes competentes en su momento (Prestador - Gestor del Servicio, Constructor, Fiscalizador, Supervisor, Administrador, etc.); a manera de ejemplo el caso "Ventana - Túnel Oyacoto" que bien puede ser un auxiliar de ventilación necesario durante la etapa constructiva así como una descarga de emergencia durante la etapa operativa y de vida útil futura de la PTAR. El resumen de las obras opcionales o complementarias se enuncia en el siguiente cuadro:

6



OBRAS OPCIONALES	COSTO TOTAL US\$
Revestimiento de emisarios - túneles	27'102.921
Secadores de banda térmica de lodos deshidratados	28'957.500
Ventana - Túnel Oyacoto	2'795.075
TOTAL	58'855.496

COSTO INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO			
DESCRIPCIÓN	COSTO DIRECTO US\$	COSTO INDIRECTO US\$	COSTO TOTAL US\$
Sin Obras Opcionales	620'184.228	155'046.057	775'230.285

COSTO INVERSIÓN TOTAL DEL PROYECTO			
DESCRIPCIÓN	COSTO DIRECTO US\$	COSTO INDIRECTO US\$	COSTO TOTAL US\$
Con Obras Opcionales			834'085.781

NOTA.- El PSA a través del Dr. Luis Gómez y mediante correo electrónico de 20 de marzo de 2018, informó lo siguiente: "La EPMAPS, a fin de poder llevar a cabo el Proyecto a través de la ejecución de sus obras y de la O&M del mismo, por ser un monto de inversión muy considerable como Capex (Inversión en Activo Fijo) decidió realizar un proceso de convocatoria pública internacional para la contratación de la Preparación del Proceso de Transacción del Proyecto como Alianza Público-Privada, el cual concluyó con la adjudicación del Contrato a la firma consultora EY ADDVALUE Cía. Ltda. Miembro de ERNST YOUNG Global Limited. La firma está manejando toda la información del proyecto a diciembre de 2016, referente a los diseños definitivos, incluido el presupuesto. El producto de esta consultoría estará lista a fines de agosto de 2018."

En la tabla siguiente se presenta una síntesis de la información con base a los cálculos efectuados por la consultora y por quinquenios; los datos que se proyectan están relacionados con: población, caudal medio, factor pico, caudal sanitario máximo, caudal de infiltración, caudal sanitario máximo más infiltración y dos veces el caudal sanitario máximo.

AÑO	POBLACIÓN Hab	CAUDAL MEDIO m3/s (a)	FACTOR PICO (b)	CAUDAL SANITARIO MÁXIMO m3/s (c)=(a)+(b)	CAUDAL DE INFILTRACIÓN m3/s (d)	Q MEDIO + Q INF. m3/s (e)=(a)+(d)	Q SAN. MÁX. + Q INF. m3/s (f)=(c)+(d)	2 Q SAN. MÁX. m3/s (g)=2*(c)
2020	2'036.973	3,71	1,51	5,62	2,14	5,85	7,76	11,24
2025	2'236.879	4,03	1,51	6,08	2,16	6,20	8,24	12,16
2030	2'456.451	4,36	1,50	6,58	2,16	6,54	8,74	13,16
2040	2'860.679	5,07	1,49	7,55	2,16	7,23	9,71	15,10
2045	3'120.694	5,39	1,49	8,01	2,16	7,55	10,17	16,02
2065	4'005.654	6,91	1,47	10,15	2,16	9,08	12,31	20,30

Se establece que la "PTAR - Vindobona" se diseñó para atender el caudal medio más el caudal de infiltración del año 2045, que corresponde a 7,55 m3/s. Los Emisarios - Túneles se dimensionaron para dos veces el caudal sanitario máximo al año 2065. Los caudales se establecieron como resultado de la actividad "Medición de Caudales y Caracterización de Aguas Residuales".

6
JP



A continuación en la tabla siguiente se presenta un resumen de las principales características técnicas de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales – Vindobona:

PARÁMETRO	UNIDAD	HORIZONTE DE DISEÑO	
		2030	2045
Área servida	Ha	28270	28270
Población servida	Hab	2456451	3120694
Capacidad de tratamiento preliminar y primario caudal medio	m3/s	6.54	7.55
Capacidad de tratamiento preliminar y primario caudal pico	m3/s	9.83	11.50
Capacidad de tratamiento preliminar y primario caudal de primer lavado	m3/s	13.15	16.02
Capacidad de tratamiento secundario y clarificadores secundarios a caudal medio	m3/s	6.54	7.55
Capacidad de desinfección ultravioleta	m3/s	6.54	7.55
Caudal de desinfección de primer lavado con hipoclorito	m3/s	3.32	4.52
Producción de lodos deshidratados y secados	ton/día	73	103
Área de la PTAR	Ha	40	60
Tratamiento de línea líquida	Tratamiento preliminar, sedimentadores primarios rectangulares, lodos activados de alimentación escalonada y clarificación secundaria		
Desinfección	Radiación ultravioleta para aguas residuales domésticas y cloración con gas para aguas de primer lavado		
Tratamiento de línea sólida	Espesamiento de lodos primarios y secundarios por gravedad, estabilización por digestión anaeróbica, deshidratación con filtro de presión de banda y secado térmico		
Disposición final de lodos	Aplicación para la agricultura / monorelleno		
Cuerpo receptor de aguas tratadas	Río Guayllabamba		

La infraestructura y los sistemas de la PTAR pueden ser implementados por fases para tratar el aumento de los caudales y cargas de aguas residuales con el paso del tiempo, y para cumplir progresivamente con los estándares más estrictos de descarga. El proceso de tratamiento seleccionado corresponde a un Tratamiento de Lodos Activados. El Proyecto se puede implementar en tres fases distintas, en conexión con los estándares específicos de descarga de las aguas residuales tratadas, como se señala en la siguiente tabla:

FASES DEL PROYECTO	ESTÁNDARES DE DESCARGA			
	DBO5 (mg/l)	SST (mg/l)	NH3-N (mg/l)	NOx-N (mg/l)
Fase 1 - Remoción de DBO / DQO	< 30	< 30	N/A	N/A
Fase 2 - Nitrificación	< 30	< 30	< 5	N/A
Fase 3 - Nitrificación / Desnitrificación	< 30	< 30	< 5	< 10

Las condiciones de diseño de los "Emisarios – Túneles" para el proyecto se resumen en los datos relevantes que se presentan a continuación:

6



TÚNEL EMISARIO LA TOLA - VINDOBONA				CAUDALES ACUMULADOS AÑO 2065	
UBICACIÓN	COTA (msnm)	L (m)	P (%)	Q SAN. MÁX. + INF. + % (m ³ /s)	PRIMER LAVADO 2QMÁX. (m ³ /s)
TRAMO 1 LA TOLA - BATÁN					
Ingreso La Tola	2699,91	5433,37	0,30	6,16	8,98
Salida Batán	2683,48				
TRAMO 2 BATÁN - NAYÓN					
Ingreso Batán	2541,00	6229,22	0,096	9,53	14,14
Salida Nayón	2535,00				
TRAMO 3 NAYÓN - VINDOBONA					
Ingreso Nayón	2364,87	15742,17	0,21	11,08	16,21
Salida Vindobona	2332,00				
TÚNEL EMISARIO SAN ANTONIO - VINDOBONA				CAUDALES ACUMULADOS AÑO 2065	
UBICACIÓN	COTA (msnm)	L (m)	P (%)	Q SAN. MÁX. + INF. + % (m ³ /s)	PRIMER LAVADO 2QMÁX. (m ³ /s)
Ingreso San Antonio	2339,00	2373,56	0,29	3,18	4,61
Salida Vindobona	2332,00				

Considerando que entre la cota de implantación de la PTAR – Vindobona y el sitio de descarga de las aguas tratadas (Río Guayllabamba) existe una diferencia de nivel próxima a los 500 m se decidió implantar una central de generación eléctrica denominada Central Hidroeléctrica Vindobona. Igualmente a lo largo de los alineamientos de los “Túneles – Interceptores” se plantearon dos aprovechamientos hidroeléctricos identificados como Batán II y Nayón II, los cuales trabajan con aguas servidas no tratadas que luego son llevadas a la PTAR - Vindobona. A continuación se describe cada una de las Centrales Hidroeléctricas señalando sus aspectos técnicos más importantes, a saber:

CENTRAL HIDROELÉCTRICA VINDOBONA CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Potencia y Energía	
Capacidad instalada	30 MW
Energía media	227,58 GWh/año
Caudal de diseño	7,55 m ³ /s
Salto neto	467,41 mca
Factor de planta	0,87
Obras de conexión con la PTAR	
Cota de implantación	2310 msnm
Capacidad tanque de compensación	31200 m ³
Conducción	
Tipo y características: Estructura superficial, conformada por tubería metálica, soportada por anclajes en los cambios de dirección y silletas cada 9,00 m	
Longitud (en planta)	1575,00 m
Diámetro de la tubería	1450,00 mm
Casa de Máquinas	
Cota de turbinamiento	1824,00 msnm
Nivel de piso acabado	1825,20 msnm
Dimensiones estructura (ancho/largo/altura)	19,70 m / 39,00 m / 16,00 m
Tipo de turbinas	Pelton eje vertical
Número de unidades	2
Sistema de transformadores	2 trifásicos de 18 MVA

6.

H.



Obras de Descarga	
Ancho del canal	2,70 m
Cota vertedero de control	1818,80 msnm
Cota del dissipador de energía	1805,00 msnm
Longitud total de la descarga	65,00 m
Vías	
Longitud total vías nuevas	4132 m
Número de puentes	3
Longitud total de puentes	75,70 m

CENTRAL HIDROELÉCTRICA NAYÓN II CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Potencia y Energía	
Capacidad instalada	7 MW
Energía media	49,42 GWh/año
Caudal de diseño	5,04 m ³ /s
Salto neto	160,86 mca
Factor de planta	0,82
Conducción	
Tipo y características: Estructura superficial, conformada por tubería metálica, soportada por anclajes en los cambios de dirección y silletas cada 9,00 m	
Longitud (en planta)	258,42 m
Diámetro de la tubería	1250 mm
Casa de Máquinas	
Cota de turbinamiento	2370,05 msnm
Nivel de piso acabado	2369,20 msnm
Dimensiones estructura (ancho/largo/altura)	15,40 m / 31,10 m / 14,40 m
Tipo de turbinas	Pelton eje vertical
Número de unidades	1
Obras de Descarga	
Ancho del canal	2,50 m
Longitud total de la descarga	30,00 m

CENTRAL HIDROELÉCTRICA BATÁN II CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
DESCRIPCIÓN	VALOR
Potencia y Energía	
Capacidad instalada	3 MW
Energía media	21,55 GWh/año
Caudal de diseño	3,28 m ³ /s
Salto neto	115,42 mca
Factor de planta	0,83
Obras de Derivación	
Cota de implantación	2667 msnm
Capacidad tanque de carga	1000 m ³

6



Conducción	
Tipo y características: Estructura superficial, conformada por tubería metálica, soportada por anclajes en los cambios de dirección y silletas cada 9,00 m Inicia con un tramo de 150 m enterrado.	
Longitud (en planta)	384,00 m
Diámetro de la tubería	1100 mm
Casa de Máquinas	
Cota de turbinamiento	2545,80 msnm
Nivel de piso acabado	2545,00 msnm
Dimensiones estructura (ancho/largo/altura)	14,35 m / 42,60 m / 12,60 m
Tipo de turbinas	Pelton eje vertical
Número de unidades	1
Obras de Descarga	
Ancho del canal	3,00 m
Longitud total de la descarga	20,00 m

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

1) La Secretaría del Agua a través de la Subsecretaría de Agua Potable y Saneamiento, en cumplimiento al Art. 18, Literal m) de la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, emite el presente Informe Técnico y deja expresa constancia de que las acciones derivadas del mismo, en ningún caso, en ningún tiempo y por ningún motivo suplen las funciones o responsabilidades de los siguientes actores: ejecutores y promotores de los estudios, consultores y firmas consultoras responsables y encargadas de los estudios y diseños definitivos, administradores, fiscalizadores, supervisores de los contratos de consultorías para la ejecución y desarrollo de los estudios y diseños definitivos; lo anteriormente mencionado se vincula además a lo tipificado en el Art. 100 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública que hace referencia a la responsabilidad de los consultores de los estudios.

2) La SAPyS según memorando SENAGUA-SAPYS.4.01-2017-1319-M de 31 de octubre de 2017 conformó un "Equipo de Apoyo Técnico" para la revisión de los diseños definitivos; los pronunciamientos -todos favorables- según el componente y la especialidad se resumen a continuación:

COMPONENTE / ESPECIALIDAD	PRONUNCIAMIENTO
Topografía	SENAGUA-DFDSAPS.4.01.02-2018-0067-M (2018-02-28)
Ambiental	Informe Técnico SENAGUA-PIRSA-003-2018 (2018-03-02)
Química	Informe Técnico Nro. 021-DF-SAPyS-2018 (2018-02-27)
Hidráulica	Informe Técnico Nro. 023-DF-SAPyS-2018 (2018-03-05)
Presupuesto	SENAGUA-DPSAPS.4.01.01-2018-0040-M (2018-03-07)
Geología y Geotecnia	Memorando S/N (Email Institucional SENAGUA 2017-12-18)

3) Los presupuestos correspondientes a los componentes esenciales o sub-proyectos: i) Intercepción y conducción de las aguas residuales mediante emisarios en túnel; ii) Tratamiento de las aguas residuales mediante el procesamiento en la PTAR Vindobona; iii) Recuperación de las aguas residuales para generación de hidroelectricidad mediante tres (3) Centrales Hidroeléctricas; están conformados técnicamente y su valor global calculado en el año 2016 asciende a US\$ 775'230.285 sin obras opcionales y US\$ 834'085.781 con obras opcionales (Ver Nota.- en la pág. 7 de 12 del presente Informe

6
H



Técnico). Los presupuestos así determinados son de estricta responsabilidad de los Consultores, Fiscalizadores, Supervisores, Administradores de Contratos y de las Instituciones por ellos representadas.

4) A través de un proceso de revisión aleatorio, la SAPyS ha verificado que los documentos técnicos presentados por la EPMAPS y el PSA cumplen con requisitos técnicos y normas de diseño; por lo expuesto se recomienda la emisión de la "Carta de Viabilidad Técnica" a los Diseños Definitivos de las Obras de Intercepción y Tratamiento de las Aguas Residuales para Quito y Parroquias Anexas.

ELABORADO POR:

Ing. Diego Gangotena Rodríguez
ANALISTA AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

APROBADO POR:

Ing. Sigfredo Ruales Garces
DIRECTOR FORTALECIMIENTO Y
DESCENTRALIZACIÓN (Enc.)