



SISTEMA BATÁN AGUA PARA QUERÉTARO ANEXO 3



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE
QUERÉTARO



QUERÉTARO
GOBIERNO DEL ESTADO
Juntos Adelante.



QUERETARO
Comisión Estatal de Agua

Ley de Asociaciones Público
Privadas para el Estado de
Querétaro.
Artículo 15

III. La documentación e
información que acredite la
viabilidad técnica del
Proyecto

COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS



GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO
COMISIÓN ESTATAL
DE AGUAS

SAN TEND



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE

ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA

Proyecto Sistema Batán



VERSIÓN PÚBLICA

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN

DE

ÍNDICE

I. OBJETIVO	5
II. ANTECEDENTES	5
III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	8
III.1 Descripción General	9
III.1.1. Componentes del sistema	9
III.1.2. Filosofía básica de operación	11
III.2. Calendario de Obras	12
III.3. Ubicación del Proyecto	13
III.4. Monto Total de Inversión	14
III.4.1. Pre-Construcción	15
III.4.2. Inversión en Obra Pública y Equipamiento	16
III.4.3. Proyectos ejecutivos	17
III.4.4. Terrenos	17
III.4.5. Adquisición de Terrenos	19
III.4.6. Infraestructura, Equipamiento y Tecnología para el Tratamiento de Agua	20
III.4.6.a PTAR Sur	21
III. 4.6.b PTAR SPM	28
III.4.6.c PTAR AH	29
III.4.7. Infraestructura, Equipamiento y Tecnología para la Potabilización de Agua	31
III.4.8. Líneas de Conducción	34
III.4.8.a. Líneas de Conducción de Aguas Regeneradas	34
III.4.8.b. Líneas de Conducción o de Impulsión de Agua Potable	36
III.4.9. Colectores y emisores	38
III.4.10. Sistema de Bombeo	39
III.4.11. Tanques	40
III.4.12. Humedal	42
III.4.13. Presa El Batán	45
III.5. Costos de Operación	47
III.5.1. OPEX de Tratamiento de Aguas Residuales	48
III.5.2. OPEX de Potabilización de Agua	49
III.6. Metas	49

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISION
DE AG

III.7. Vida Útil	53
III.8 Construcción de Obra y Equipamiento del Proyecto Sistema Batán	54
III.9 Estándares	56
IV.CONCLUSIONES	56
V. GLOSARIO	59
VI. ANEXOS	60

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Calendario Estimado de Obras	13
Ilustración 2. Diagrama General del Proyecto	14
Ilustración 3. PTAR Sur	21
Ilustración 4. Planta de Tratamiento de Agua	27
Ilustración 5. PTAR SPM	28
Ilustración 6. Ubicación Propuesta para la PTAR AH	30
Ilustración 7. Ubicación propuesta para la Planta Potabilizadora	32
Ilustración 8. Altitud PTARs y presa el Batán	35
Ilustración 9. Esquema de Líneas de Conducción de Aguas Regeneradas	36
Ilustración 10. Mapa de las Líneas de Impulsión de Agua Potable del Proyecto	37
Ilustración 11. Esquema de colectores para la PTARs	39
Ilustración 12. Esquema de Ubicación de Tanques	41
Ilustración 13. Tanques vitrificados con domo geodésico	42
Ilustración 14. Humedal	45
Ilustración 15. Ubicación de la presa El Batán	46
Ilustración 16. Presa El Batán	47

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ingeniería y Gastos de Pre Construcción	15
Cuadro 2. Gastos de Capital	16
Cuadro 3. Gastos de Capital más Contraprestación	16

SIN TEXTO



GOBIERNO DE LA REPÚBLICA
COMISIÓN
DE ACUERDOS

Cuadro 4. Terrenos	18
Cuadro 5. Clasificación de lodos bajo la NOM-004-SEMARNAT-2002	26
Cuadro 6. Las seis PTAR más grandes del mundo que utilizan MBR	31
Cuadro 7. Longitudes y Diámetros de colectores.	39
Cuadro 8. Tanques	41
Cuadro 9. OPEX Anual	47
Cuadro 10. Opex por Categoría Anual	48
Cuadro 11. OPEX de Tratamiento de Aguas Residuales Anual	48
Cuadro 12. OPEX de Potabilización de Agua Anual	49
Cuadro 13. Calidad del Agua Regenerada	50
Cuadro 14. Niveles de Metales Permitidos	51
Cuadro 15. Calidad en Aguas Residuales	52
Cuadro 16. CAPEX Mantenimiento	54
Cuadro 17. Componentes Técnicos Sistema Batán	54

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Distribución CAPEX	15
--------------------------------------	----

SIN TEXTO



GOBIERNO DE LA REPÚBLICA DE EL SALVADOR
COMISIÓN DE LA VERDAD
por la Paz

I. OBJETIVO

En cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 15, fracción III de la Ley APP; el presente documento fue generado con el propósito de acreditar la viabilidad técnica del Proyecto de la APP de nominado "Proyecto Sistema Batán", promovido por la CEA.

II. ANTECEDENTES

Las APP tienen como objetivo principal, aumentar el bienestar social y los niveles de inversión en el país, a través de la provisión de infraestructura y/o servicios mediante contratos de largo plazo en los que se utilice infraestructura y equipamiento provistos total o parcialmente por el sector privado. Los proyectos que pueden contratarse mediante esquemas de APP comprenden aquellos relacionados con el desarrollo de infraestructura, que pueden incluir escuelas, universidades, centros de salud, hospitales, carreteras, plantas de tratamiento de aguas, centros penitenciarios, entre otros.

Este tipo de proyectos garantizan la prestación de un servicio público de manera continua, uniforme, profesional, con niveles de servicio y funcionalidad garantizados, motivo por el cual resultan especialmente viables para la edificación, integración tecnológica y mantenimiento integral de la infraestructura pública estratégica para el estado de Querétaro, misma que debe mantenerse en funcionamiento y óptimas condiciones en beneficio de la población.

Con mayor detalle, los objetivos de una APP son los siguientes:

- a. **Desarrollo de infraestructura:** Uno de los principales objetivos de las APP es el desarrollo de infraestructuras públicas. Estas asociaciones permiten a los gobiernos y al sector privado colaborar en la construcción y mejora de

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL TA
COMISIÓN
DE AS

proyectos de infraestructura como carreteras, puentes, aeropuertos, puertos, sistemas de transporte masivo, hospitales, escuelas, acueductos, plantas de tratamiento, etc., mediante la combinación de los recursos financieros, técnicos y de gestión de ambas partes, las APP buscan acelerar la entrega de infraestructura necesaria para el desarrollo económico y social.

- b. **Mejora de servicios públicos:** Otra meta importante de las APP es mejorar la calidad y eficiencia de los servicios públicos. Al asociarse con el sector privado, los gobiernos buscan aprovechar la experiencia y la eficiencia operativa del sector privado para brindar servicios públicos de manera más efectiva. Esto puede incluir áreas como el suministro de agua potable, saneamiento, alcantarillado, la gestión de residuos, la generación de energía, la atención médica y la educación. Las APP coadyuvan en optimizar procesos, reducir costos y mejorar la calidad de los servicios, lo que se traduce en beneficios para los ciudadanos.
- c. **Fomento de la innovación:** Las APP también se utilizan para fomentar la innovación en diversos sectores. Al combinar los conocimientos y recursos del sector público y privado, se pueden impulsar proyectos de investigación y desarrollo, así como la implementación de tecnologías avanzadas. Estas asociaciones pueden promover la transferencia de conocimientos y la aplicación de soluciones innovadoras en áreas como la energía renovable, la tecnología de la información, la inteligencia artificial, la movilidad sostenible y otros sectores estratégicos. El objetivo es promover el crecimiento económico y la mejora de la calidad de vida a través de la innovación.
- d. **Generación de empleo y desarrollo económico:** Las APP pueden tener un impacto significativo en la generación de empleo y el desarrollo económico. Al impulsar proyectos de infraestructura y servicios, estas asociaciones crean oportunidades laborales directas e indirectas en las comunidades locales.

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO DE
COMISIÓN
DE

Además, la inversión en infraestructuras y servicios mejora la competitividad de una región, atrae inversiones adicionales y estimula el crecimiento económico a largo plazo. Las APP pueden contribuir a la creación de un entorno favorable para los negocios, fomentando así la inversión y el emprendimiento.

- e. **Compartir riesgos y responsabilidades:** Un objetivo fundamental de las APP es compartir los riesgos y responsabilidades entre el sector público y el privado. Ambas partes aportan recursos y asumen ciertos riesgos asociados con el Proyecto, lo que permite una distribución equitativa de las cargas financieras y operativas. Esta colaboración reduce la exposición del sector público a los riesgos financieros y técnicos, al tiempo que brinda al sector privado la oportunidad de obtener retornos adecuados a cambio de su participación. El objetivo es minimizar los riesgos y maximizar los beneficios para todas las partes involucradas.

En el estado de Querétaro, los proyectos de APP se encuentran regulados en la Ley de APP, publicada con fecha 18 de septiembre de 2015, en el Periódico Oficial de Gobierno del Estado "La Sombra de Arteaga", así como por del Reglamento de la Ley de APP, publicado con fecha 18 de octubre de 2024 en el Periódico Oficial de Gobierno del Estado "La Sombra de Arteaga".

Dicha normatividad es de orden público, es decir, son normas de cumplimiento incondicional, que no pueden ser derogadas por las partes y, en las cuales el interés general de la sociedad y del Estado supedita el interés particular para la protección de las instituciones, y tienen por objeto regular los esquemas de desarrollo de Proyectos de APP que se realicen en el Estado, los municipios y las entidades gubernamentales.

SIN TEXTO


GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN
DE ASESORIA

III. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto Sistema Batán, planeado por la CEA, tiene como objetivo aprovechar el potencial de regeneración de agua en la ZMQ para incrementar la oferta de agua potable a través del acuaférico de Querétaro.

También, el Proyecto Sistema Batán busca dar cumplimiento a lo establecido en las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- a. NOM-001-SEMARNAT-2021: Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.
- b. NOM-003-SEMARNAT-1997: Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
- c. NOM-127-SSA1-2021: Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad de agua.
- d. NOM-004-SEMARNAT-2002: Protección ambiental. Lodos y biosólidos Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final.

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO DE
COMISIÓN
DE

III.1 Descripción General

III.1.1. Componentes del sistema

- a) Aumento de la capacidad y la calidad del tratamiento de aguas residuales en las instalaciones existentes de la PTAR Sur y la PTAR SPM, así como construir una nueva en Arroyo Hondo PTAR AH.
- b) Los procesos se llevarán a cabo con tecnología de punta conocida como MBR para la separación de sólidos y sistemas de desinfección.
- c) La PTAR Sur se rehabilitará, modernizará y se pondrá en operación a su capacidad a 800 litros por segundo (L/s); y la PTAR SPM se modernizará y ampliará la capacidad a 1,000 L/s. Adicionalmente se construirá la PTAR AH con capacidad de 60 L/s expandible a 120 L/s.
- d) Líneas de conducción de Aguas Regeneradas con una distancia aproximada de 18 km dividida en dos tramos, el primer tramo inicia de la PTAR SPM hacia las inmediaciones de la PTAR Sur, en donde convergen las Aguas Regeneradas de la PTAR Sur y la PTAR SPM en un cárcamo de bombeo del cual inicia el segundo tramo, que lleva los 1,800 L/s de caudal promedio diario de agua regenerada a uno de los afluentes formadores del vaso de la presa El Batán.
- e) Un humedal de amortiguamiento natural con un diseño funcional mediante vegetación acuática introducida, que permita asegurar la entrada de agua renovada a la presa y la absorción de nutrientes, proporcionando así un margen de seguridad adicional.
- f) Las aguas provenientes de las PTAR Sur se incorporarán a la corriente principal formadora del vaso de la presa El Batán y posteriormente se mezclarán con las

SIN TEXTO



GOBIERNO DE ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
COMISIÓN DE ASUNTOS EXTERIORES
DE ASESORIA LEGAL

aguas resultantes de los escurrimientos naturales de la cuenca del río Huimilpan que desembocan en la presa.

- g) El agua será extraída del vaso mediante la construcción de una obra de toma que bombeará el agua a la Planta Potabilizadora, con tecnología avanzada, que garantizará que las aguas resultantes sean potables. La planta potabilizadora tendrá un gasto de diseño de 1,800 L/s de caudal promedio diario.
- h) Una vez potabilizada el agua, se realizará una regulación mediante un tanque con capacidad aproximada de 30,000 m³ y se colocará una casa de máquinas de la cual se impulsarán y distribuirán las aguas en tres derivaciones o líneas de impulsión o distribución:
1. La primera línea de impulsión con una distancia aproximada de 5.5 km, iniciando en la Planta Potabilizadora hasta la conexión con el acuaférico.
 2. La segunda línea de impulsión con una distancia aproximada de 4.0 km, iniciando en la Planta Potabilizadora hasta el Tanque El Progreso.
 3. La tercera línea de impulsión con una distancia aproximada de 15.0 km, iniciando en la Planta Potabilizadora hasta un nuevo tanque que se ubicará en la zona suroriente de la ZMQ.
- i) Este Proyecto de agua requiere de cinco sistemas de bombeo:
1. Bombeo desde el cárcamo de la PTAR SPM para conducir agua y confluir con el efluente regenerado en la PTAR Sur. La capacidad de bombeo de este sistema será de 1,000 L/s.
 2. Bombeo desde el cárcamo ubicado en el predio donde se ubica la PTAR Sur para conducir las aguas de las PTARs SPM y Sur hacia a uno de los afluentes formadores del vaso de la presa El Batán. Este sistema requiere de una capacidad de bombeo de 1,800 L/s de caudal promedio diario.

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO DE MEXICO
COMISION
DE A...

3. Bombeo en obra de toma flotante para extraer 1,800 L/s de caudal promedio diario del vaso de la presa El Batán, para conducir el agua al cárcamo de bombeo de la planta potabilizadora.
4. Bombeo en cárcamo en la margen derecha norte del vaso de la presa El Batán para extraer 1,800 L/s de caudal promedio diario y descargarla en la Planta Potabilizadora.
5. Bombeo para entregar el agua de la planta potabilizadora al sistema de las líneas de impulsión o distribución que alimentarán al acuaferico.

III.1.2. Filosofía básica de operación

El análisis y la determinación de la filosofía de operación son fundamentales para asegurar una gestión eficiente y sostenible del sistema de abastecimiento de agua potable del Sistema Batán.

Esta descripción conceptual establecerá las estrategias operativas necesarias para guiar la implementación y el funcionamiento integral del sistema. Abarcando las siguientes etapas:

1. La recolección y conducción de las aguas residuales hacia las plantas de tratamiento (estaciones regeneradoras de agua PTAR SPM, PTAR Sur y PTAR AH).
2. La regeneración de Aguas Residuales o Crudas que cumplan con los estándares de las NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-003-SEMARNAT-1997.
3. La conducción del agua regenerada hasta la descarga indirecta en los afluentes de la presa El Batán.
4. La captación del agua regenerada desde la presa El Batán mediante una obra de toma flotante para su conducción hacia la planta potabilizadora.
5. La potabilización del agua en una planta que cumpla con la NOM 127-SSA1-2021.

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISION
DE AC

6. La distribución del agua potable hacia los puntos de interconexión establecidos en el sistema general.

El escenario operativo contemplará un régimen de funcionamiento diario de 19 h, con un paro programado de 5 h durante las horas pico.

Adicionalmente del plan de captar las aguas residuales y tratarlas en estaciones regeneradoras de agua, se incluye el bombeo del agua desde la presa, hacia la planta potabilizadora y su posterior distribución a la población, cerrando así el ciclo sostenible de gestión del agua.

El objetivo es definir principios y procedimientos claros que optimicen la operación, mitiguen riesgos y aseguren que el sistema cumpla con los estándares de calidad, sostenibilidad y eficiencia requeridos.

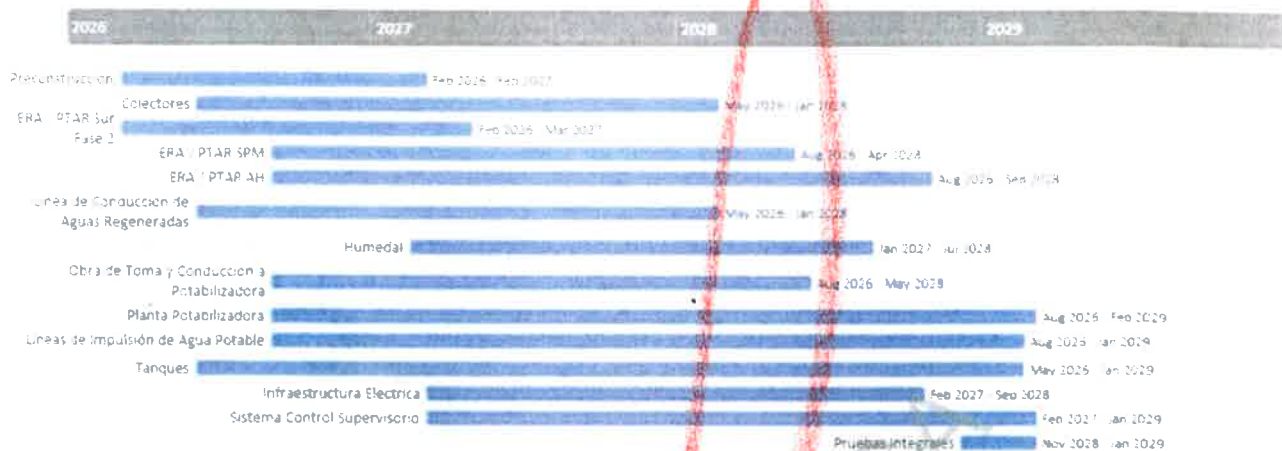
III.2. Calendario de Obras

El Proyecto del Sistema Batán es complejo, ya que involucra obras y equipamiento en 3 (tres) plantas de tratamiento de aguas residuales, una planta de potabilización, plantas de bombeo, colectores, un humedal, líneas de conducción, tanques etc. Por tanto, un elemento relevante de la viabilidad técnica es la adecuada calendarización de las obras y equipamiento que se llevarán a cabo, tal y como se muestra a continuación:

SIN TEXTO

GOBIERNO DE ESTADOS UNIDOS MEXICANOS
COMISION
DE AG

Ilustración 1. Calendario Estimado de Obras



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA.

III.3. Ubicación del Proyecto

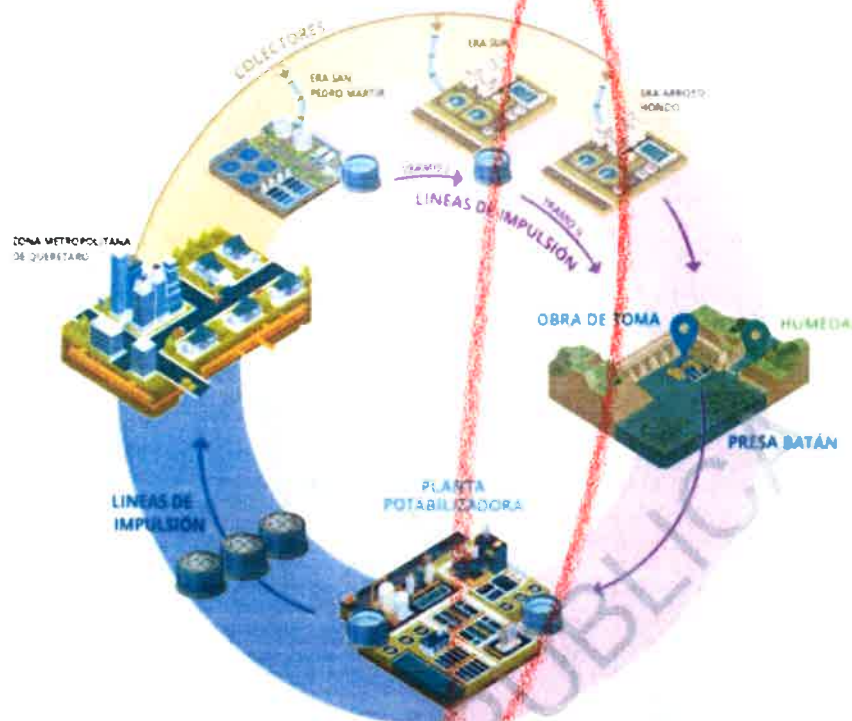
La infraestructura del Proyecto Sistema Batán se desarrollará en los municipios de Querétaro y Corregidora del estado de Querétaro. A continuación, se presenta la descripción de los principales elementos del Proyecto.

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISION
DE A

Ilustración 2. Diagrama General del Proyecto



Fuente: Esquema de Proyecto CEA, 2024.

III.4. Monto Total de Inversión

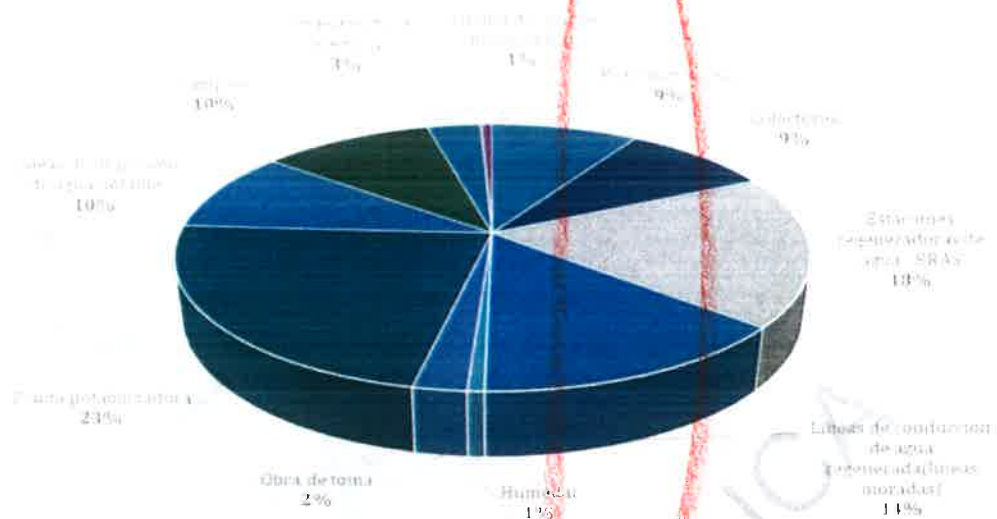
El Proyecto Sistema Batán es intensivo en el uso de capital, principalmente por las obras y la tecnología que se requiere. El monto total de inversión previsto es de **\$9,590,954,699.35** (Nueve mil quinientos noventa millones novecientos cincuenta y cuatro seiscientos noventa y nueve pesos 35/100 M.N.) sin IVA sin IVA. De este monto de inversión se tiene considerado un gasto de capital (CAPEX) de \$8,781,327,397.15 (Ocho mil setecientos ochenta y un millones trescientos veintisiete mil trescientos noventa y siete pesos 15/100 M.N.) sin IVA. Este CAPEX está dividido en varios conceptos, tal y como se muestra en la gráfica siguiente con el porcentaje por cada rubro.

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE ACUERDO

Gráfica 1. Distribución CAPEX



Fuente: Elaboración propia a partir del CBS, 2024

Es importante enfatizar que, en este apartado de inversión, los montos que se señalan no incluyen el Impuesto al Valor Agregado.

III.4.1. Pre-Construcción

El desarrollador, en el rubro de Pre-Construcción erogará un 9% del gasto total de capital, tal y como se describe a continuación:

Cuadro 1. Ingeniería y Gastos de Pre -Construcción

CAPEX		\$ 8,781,327,397.15	
1.00	PRECONSTRUCCIÓN	\$ 823,351,815.00	9%
1.10	Estudios y proyectos ejecutivos	\$ 137,456,041.00	1.6%
1.20	Gerencia de proyecto y supervisión	\$ 205,705,809.00	2.3%
1.30	Tenencia de la tierra	\$ 368,518,150.00	4.2%
1.40	Servidumbres de paso	\$ 74,820,000.00	0.9%
1.50	Escrituración	\$ 36,851,815.00	0.4%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA.

Nota: Montos sin IVA.

SIN TEXTO


GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE AG

III.4.2. Inversión en Obra Pública y Equipamiento

El gasto de inversión que se llevará a cabo en obra pública y equipamiento por rubro se presenta a continuación:

Cuadro 2. Gastos de Capital

CAPEX		\$	8,781,327,397.15	100%
1.00	Preconstrucción	\$	786,500,000.00	9%
2.00	Colectores	\$	787,945,977.48	9%
3.00	Estaciones regeneradoras de aguas ERAS	\$	1,610,612,827.59	18%
4.00	Líneas de conducción de agua regenerada (líneas moradas)	\$	1,234,710,742.23	14%
5.00	Humedal	\$	63,283,086.87	1%
6.00	Obra toma	\$	201,396,318.84	2%
7.00	Planta potabilizadora	\$	1,981,789,418.60	23%
8.00	Líneas de impulsión de agua potable	\$	858,800,935.57	10%
9.00	Tanques	\$	914,496,768.71	10%
10.00	Infraestructura eléctrica	\$	284,041,321.27	3%
11.00	Sistema de control supervisorio	\$	57,750,000.00	1%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA.

Nota: Montos sin IVA

Con base en el número anterior se identifica que el 91% del CAPEX del Proyecto se destinará a obra y equipamiento.

A continuación, se muestra los gastos de capital junto con la Contraprestación única en estos rubros:

Cuadro 3. Gastos de Capital más Contraprestación

Contraprestación única		\$	809,627,302.20	
CAPEX		\$	8,781,327,397.15	100%
1.00	Preconstrucción	\$	786,500,000.00	9%
2.00	Colectores	\$	787,945,977.48	9%
3.00	Estaciones regeneradoras de aguas ERAS	\$	1,610,612,827.59	18%
4.00	Líneas de conducción de agua regenerada	\$	1,234,710,742.23	14%

SIN TEXTO



GOBIERNO DE LA REPÚBLICA
COMISIÓN
DE ASesoría



	(líneas moradas)		
5.00	Humedal	\$ 63,283,086.87	1%
6.00	Obra toma	\$ 201,396,318.84	2%
7.00	Planta potabilizadora	\$ 1,981,789,418.60	23%
8.00	Líneas de impulsión de agua potable	\$ 858,800,935.57	10%
9.00	Tanques	\$ 914,496,768.71	10%
10.00	Infraestructura eléctrica	\$ 84,041,321.27	3%
11.00	Sistema de control supervisorio	\$ 57,750,000.00	1%

Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA.

Nota: Montos sin IVA.

III.4.3. Proyectos ejecutivos

Los proyectos ejecutivos considerados son:

1. Proyecto Ejecutivo de los colectores para la PTAR SPM, la PTAR Sur y PTAR AH
2. Proyecto Ejecutivo para PTAR SPM
3. Proyecto Ejecutivo para la PTAR Sur
4. Proyecto Ejecutivo para PTAR AH
5. Proyecto Ejecutivo para línea de conducción de Aguas Regeneradas
6. Proyecto Ejecutivo del humedal
7. Proyecto Ejecutivo de la obra de toma
8. Proyecto Ejecutivo para planta potabilizadora
9. Proyecto Ejecutivo de las líneas de impulsión o distribución de agua potable
10. Proyecto Ejecutivo de tanques de almacenamiento de agua
11. Proyecto Ejecutivo de infraestructura eléctrica.
12. Proyecto Ejecutivo para el sistema de control supervisorio.

III.4.4. Terrenos

Un elemento relevante de la viabilidad técnica es la identificación de los predios necesarios para desarrollar el proyecto de APP. Considerando los elementos de este

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL E
COM. JIO
DE A

Eliminados: 01, 02, 03, 04, 05 datos; con fundamento en los artículos 1, y 94, de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Querétaro, concatenado con el Acta de la Segunda Sesión Extraordinaria de 2019 celebrada el 27 de mayo de 2018, en el que el Comité de Transparencia de la Comisión Estatal de Aguas determinó clasificar como información reservada la consistente en "nombres y ubicaciones geográficas de la infraestructura hidráulica localizada en el Estado de Querétaro, en el que el Comité de Transparencia de la Comisión Estatal de Aguas determinó clasificar como información reservada la información geográfica en formatos shape, de las fuentes de abastecimiento, líneas principales, válvulas, cruces, tanques, reboseos, red de drenaje sanitario, pozos de visita, red de drenaje pluvial, pozos de visita pluviales (cárcamos), plantas de tratamiento y plantas potabilizadoras", en correlación con el Acuerdo CTAPDP/2SO/01, sobre la determinación de la ampliación del plazo de reserva, en virtud de que la información testada en este documento corresponde la ubicación física de la infraestructura operada por esta Comisión Estatal de Aguas.



PODER EJECUTIVO DEL ESTADO DE
QUERÉTARO



QUERÉTARO
JUNTOS, ADELANTE



CEA QUERETARO
Comisión Estatal de Aguas

Proyecto se determinó que se requieren 16 predios ubicados en la ZMQ. A continuación, se enlistan los terrenos necesarios, superficie requerida aproximada, ubicación y titularidad.

Cuadro 4. Terrenos

Componente del Proyecto	Superficie requerida aproximada	Ubicación	Titularidad
1. PTAR SPM	100,005.5 m ²	Intersección del Río Querétaro y el dren El Arenal en Santa María Magdalena del Municipio de Querétaro.	CEA
2. PTAR Sur	66,719.12 m ²	Camino a Vanezas no. 100, Col. El Retablo, Municipio de Corregidora	Estado de Querétaro
3. PTAR Sur - Cárcamo	4,692.19 m ²	Predio Interior de la Parcela 46 Z-1 P 2/4, del Ejido El Retablo, Col. El Retablo (Procede), Municipio de Corregidora	CEA
4. PTAR AH	20,000 m ²	01	Propiedad Privada
5 Humedales	38,000 m ²	02	Federal CONAGUA
6. Planta Potabilizadora	70,000 m ²	03	Propiedad Privada
7. Tanque 1 Distribución	6,000 m ²	04	Propiedad Privada
8. Tanque 2 Distribución	2,500 m ²	05	Propiedad Privada

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE ASESORIA



GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO



QUERÉTARO
JUNTOS ADELANTE



COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS

Componente del Proyecto	Superficie requerida aproximada	Ubicación	Titularidad
9. Tanque 3 Distribución	6,000 m ²	01	Propiedad Privada
10. PTAR SUR - Tanque / Bombeo	10,000 m ²	02	Propiedad Privada
11. PTAR SUR - Cárcamo 1	3,500 m ²	03	Propiedad Privada
12. PTAR SUR - Cárcamo 2	4,000 m ²	04	Propiedad Privada
13. PTAR SUR - Cárcamo 3	5,000 m ²	05	Propiedad Privada
14. Cárcamo Plaza de Toros	3,000 m ²	06	Federal SICT
15. PTAR AH - Cárcamo 1	1,000 m ²	07	Propiedad Privada
16. PTAR AH - Cárcamo 2	5,000 m ²	08	Propiedad Privada

Fuente: Elaboración propia.

III.4.5. Adquisición de Terrenos

De los 16 terrenos enlistados en la sección anterior, 11 predios tienen que ser adquiridos:

1. PTAR AH
2. Planta Potabilizadora

SIN TEXTO



3. Tanque 1 Distribución
4. Tanque 2 Distribución
5. Tanque 3 Distribución
6. PTAR SUR - Tanque / Bombeo
7. PTAR SUR - Cárcamo 1
8. PTAR SUR - Cárcamo 2
9. PTAR SUR - Cárcamo 3
10. PTAR AH - Cárcamo 1
11. PTAR AH Cárcamo 2

Para el rubro de adquisición de terrenos se tiene contemplado un presupuesto de \$331,666,335.00 (trescientos treinta y un millones, seiscientos sesenta y seis mil trescientos treinta y cinco pesos 00/100 M.N.), sin incluir el Impuesto al Valor Agregado y sin considerar anticipos.

III.4.6. Infraestructura, Equipamiento y Tecnología para el Tratamiento de Agua

El Proyecto Sistema Batán contempla 3 (tres) plantas de tratamiento: PTAR Sur, PTAR SPM y PTAR AH. Para las 2 (dos) primeras, que ya existen, se contempla la ampliación y modernización de las plantas; mientras que en Arroyo Hondo se construirá una nueva.

En el caso de las primeras el objetivo es ampliar su capacidad y modernizarlas para que cumplan con la nueva Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación y la NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

SIN TEXTO


GOBIERNO DEL ES.
COMISIÓN
DE A.



QUERÉTARO

QUERÉTARO
JUNTOS ADELANTECEA QUERÉTARO
Comisión Estatal de Aguas

El objetivo de incremento de capacidad es:

- PTAR Sur: La capacidad se amplía de 400 L/s a 800 L/s.
- PTAR SPM: La capacidad se amplía de 750 L/s a 1,000 L/s.

En cuanto a la tecnología se explica a continuación por cada planta de tratamiento.

III.4.6.a PTAR Sur

La **PTAR Sur** se ubica en el municipio de Corregidora del estado de Querétaro, en la localidad denominada "El Pueblito". De acuerdo con el inventario de plantas de la CONAGUA trataba un caudal promedio de 363.16 L/s. La tecnología que se utilizó en esta planta hasta antes de su última rehabilitación fue la de filtros percoladores, sin embargo, la planta presentó deficiencias en su operación, ocasionando que los vecinos se quejaron de malos olores y fauna nociva en la planta y sus alrededores. El efluente de la planta se descarga al Río Querétaro y su principal destino es el riego agrícola.

Ilustración 3. PTAR Sur



Fuente: CEA.

SIN TEXTO



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN
DE ASESORIA

El tren de tratamiento en la PTAR Sur, actualmente consta de un pretratamiento con cribado grueso y fino de operación manual, canales desarenadores, un cárcamo de bombeo, dos sedimentadores primarios de concreto, cuatro reactores biológicos de concreto (filtros percoladores), dos sedimentadores circulares de concreto y dos reactores biológicos metálicos circulares para los lodos activados, con sus correspondientes sedimentadores circulares metálicos. Seguido de los sedimentadores circulares, se cuenta con un tanque de contacto de cloro para la desinfección con Hipoclorito de sodio al 13%.

En cuanto a la tecnología, en el caso de la PTAR Sur se transformará de utilizar un sistema de lodos activados en la modalidad de aireación extendida a un tren de tratamiento anóxico-aerobio con MBR y desinfección final mediante el proceso de ozonificación.

El sistema MBR es una variante del proceso de lodos activados y como todo proceso biológico requiere de un pretratamiento que implique la eliminación de los materiales gruesos, arenas y grasas. Posteriormente el agua pasa al tratamiento primario, donde se disminuye la concentración de sólidos en suspensión y materia orgánica. El efluente del tratamiento primario ingresará a los reactores biológicos que contemplan una etapa anóxica para la remoción de nutrientes, etapa aerobia o de oxidación y la etapa del proceso con MBR, posterior a la cual se propone una desinfección mediante un proceso de ozonificación.

El gasto de diseño de la planta será de 800 L/s, con una capacidad de regulación en sus tanques homogeneizadores de 4 horas con la finalidad de operar a caudal constante.

Con la tecnología MBR propuesta, es factible alcanzar altas eficiencias de remoción de diversos componentes, incluyendo microorganismos. Los MBR se definen como una combinación de: un reactor biológico responsable de la biodegradación de la materia

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL
COMISARIO
DE

orgánica a través de microorganismos y un módulo de membranas ya sea de micro o ultrafiltración para la separación física sólido-líquido del licor mezclado.

El sistema está conformado por un reactor, un módulo de membranas, soplador de aire, medidor de presión negativa (vacuómetro), medidor de flujo y bomba de succión/retrolavado. En la línea del permeado se encuentran válvulas que permiten abrir o cerrar automáticamente las líneas de agua para llevar a cabo la succión y el retrolavado del MBR. Este sistema tiene un tablero de control que permite ajustar los tiempos de arranque y paro de la bomba. Una parte del Agua Tratada se almacena en un tanque de permeado el cual se utiliza para realizar el retrolavado de las membranas con el objetivo de disminuir el ensuciamiento de las membranas. Adicionalmente estos reactores cuentan también con una zona anóxica, la cual permite llevar a cabo el proceso de desnitrificación y abatir las concentraciones de nitrógeno presentes en el agua residual.

La limpieza del sistema podrá realizarse con una solución química de manera periódica sin necesidad de desmontar las membranas.

Los MBR se usan exitosamente para el tratamiento de aguas residuales con fines de reutilización.¹ Los sistemas MBR operan con tiempos de residencia hidráulicos (TRH) inferiores a los del sistema de lodos activados, lo que implica que, para un mismo flujo volumétrico, el MBR demande un volumen menor para el reactor, además de que al no requerir sedimentador secundario se optimiza el área disponible.

Con el uso de la nueva tecnología en esta planta de tratamiento se cumplirá efectivamente con la NOM-003-SEMARNAT-1997 y la NOM-001-SEMARNAT-2021, que establecen los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la Nación. En adición, se puede afirmar,

¹ (Stephenson et al. Membrane Bioreactors for Waste Treatment. IWA Publishing, 2000).

SIN TEXTO

GOBIERNO DEL E
COMISIO
DE

que la PTAR Sur, al concluirse su rehabilitación y modernización con tecnología de punta, cumplirá más allá de lo dispuesto por la citada norma. Esta condición es esencial dado que los efluentes se convierten en las aguas regeneradas que se verterán en un afluente próximo a la presa El Batán.

El tratamiento de lodos es indispensable cuando se lleva a cabo el tratamiento de agua residual, ya que debe tratarse para reducir su volumen y eliminar los patógenos de acuerdo con la norma NOM-004-SEMARNAT-2002 que permita una adecuada disposición final.

Operaciones y Procesos Propuestos para el Tratamiento de Lodos

El diseño y la operación de los procesos de tratamiento de lodos buscan garantizar su manejo eficiente y sustentable, cumpliendo con los estándares regulatorios establecidos en la NOM-004-SEMARNAT-2002, así como maximizar las posibilidades de aprovechamiento de los biosólidos. A continuación, se describen los procesos considerados:

1. Espesamiento

El espesamiento tiene como objetivo reducir el volumen del lodo mediante la eliminación parcial de agua y aumentar la concentración de sólidos suspendidos, optimizando el manejo posterior. La evaluación de este sistema se realizará considerando las características específicas del lodo generado y los caudales proyectados.

2. Estabilización

La estabilización es fundamental para reducir los olores y la presencia de organismos patógenos, así como para mejorar las condiciones de manejo de los lodos. Se proponen 2 alternativas principales, consistentes en:

SIN TEXTO



GOBIERNO DE LA
COMISIÓN
(E)

- Estabilización biológica aeróbica: Recomendada para proyectos donde la producción de lodos sea moderada y se disponga de espacio suficiente, asegurando la reducción de patógenos y el control de olores.
- Estabilización anaerobia: Ideal para aprovechar el potencial energético del biogás generado, especialmente el metano, mediante su captura y posible valorización energética. Este sistema será evaluado en función del balance costo-beneficio, considerando la producción esperada de lodos.

Ambas opciones deben garantizar una reducción significativa de patógenos y cumplir con los estándares de calidad establecidos para su disposición o aprovechamiento.

3. Deshidratación

La deshidratación se lleva a cabo para reducir la humedad y el volumen del lodo, incrementando su contenido de sólidos. Esto no solo disminuye los costos de transporte, sino que también mejora el manejo y almacenamiento de los biosólidos. Para el Proyecto Sistema Batán, se considera la tecnología de deshidratadores de tipo tornillo.

La selección del sistema dependerá de la evaluación técnica y económica, considerando factores como la cantidad de lodos generados y las características físicas de los mismos tras el acondicionamiento.

4. Acondicionamiento

Antes de las etapas de espesamiento y deshidratación, se requiere el acondicionamiento de los lodos mediante la adición de coagulantes y/o polímeros, que confieren al lodo una consistencia gelatinosa. Este tratamiento mejora la separación de agua, facilitando las etapas posteriores y optimizando el rendimiento de los equipos.

SIN TEXTO

GOBIERNO DEL ES
COM. JO
DE A

5. Proceso de tratamiento de lodos

En el caso específico de los lodos provenientes del espesador y digestor de lodos generados después del proceso de separación en el reactor biológico (separados por el sistema de membranas), se plantea el siguiente proceso de tratamiento:

- I. Espesamiento por gravedad.
- II. Digestión aerobia.
- III. Deshidratación, empleando deshidratadores tipo tornillo como opción inicial, con posibilidad de escalar a sistemas más avanzados dependiendo de las necesidades del Proyecto Sistema Batán.

6. Disposición Final y Aprovechamiento

La disposición final de los biosólidos, en caso de no ser aprovechados, se realizará en un relleno sanitario autorizado, cumpliendo estrictamente con la NOM-004-SEMARNAT-2002. Sin embargo, se busca priorizar el aprovechamiento de los biosólidos mediante su clasificación como Clase B y calidad Excelente o Buena, permitiendo su uso como:

- Mejoradores de suelo.
- Aplicaciones forestales y agrícolas.
- Usos urbanos sin contacto directo con el público, como áreas verdes o campos deportivos.

Cuadro 5. Clasificación de lodos bajo la NOM-004-SEMARNAT-2002

APROVECHAMIENTO DE BIOSOLIDOS		
TIPO	CLASE	APROVECHAMIENTO
Excelente	A	• Usos urbanos con contacto público directo durante su aplicación • Los establecidos para clase B y C
Excelente o Bueno	B	• Usos urbanos sin contacto público directo durante su aplicación • Los establecidos para clase C
Excelente o	C	• Usos forestales

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO
COMISIÓN DE
Derechos Humanos

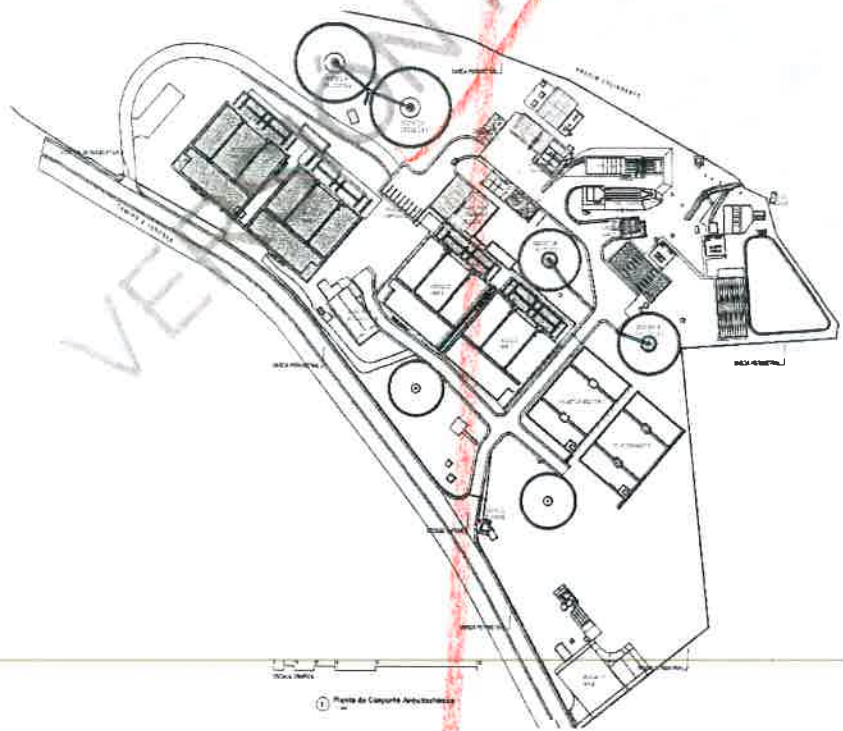
Bueno		• Mejoramientos de suelos • Usos agrícolas
-------	--	--

Fuente: NOM-004-SEMARNAT-2002.

El tren de tratamiento propuesto debe garantizar que los biosólidos cumplan con las especificaciones técnicas y los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en la normativa, promoviendo su valorización y reduciendo el impacto ambiental.

En cuanto a los efluentes de la PTAR Sur, en una primera etapa se enviarán al Dren Cimatario posteriormente, en la segunda fase, estas aguas regeneradas serán bombeadas para ser descargadas en el afluente de la presa El Batán, luego de pasar por un humedal construido exprofeso para el Proyecto Sistema Batán.

Ilustración 4. Planta de Tratamiento de Agua



Fuente: Elaboración propia a partir de información de la CEA.

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISION
DE AG

Eliminados: ** datos, con fundamento en los artículos 1, y 94, de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Querétaro, concatenado con el Acta de la Segunda Sesión Extraordinaria de 2019 celebrada el 27 de mayo de 2018, en el que el Comité de Transparencia de la Comisión Estatal de Aguas determinó clasificar como información reservada la consistente en "nombres y ubicaciones geográficas de la infraestructura hidráulica localizada en el catastro de infraestructura hidráulica, situado en el sistema de información geográfico consistente en capas de información geográfica en formatos shape, de las fuentes de abastecimiento, líneas principales, válvulas, cruceros, tanques, rebombes, red de drenaje sanitario, pozos de visita, red de drenaje pluvial, pozos de visita pluviales (cárcaeos), plantas de tratamiento y plantas potabilizadoras", en correlación con el Acuerdo CTAIPDP/2SO/01, sobre la determinación de la ampliación del plazo de reserva; en virtud de que la información testada en este documento corresponde a la infraestructura operada por esta Comisión Estatal de Aguas



QUERÉTARO



QUERÉTARO
JUNTOS ADELANTE



QUERETARO
Comisión Estatal de Aguas

III. 4.6.b PTAR SPM

La PTAR SPM trata aguas residuales de la ZMQ, bajo un esquema de Construcción, Operación y Transferencia, que consiste en el diseño, construcción, financiación, operación y mantenimiento durante 20 años. Se ubica en el municipio de Querétaro en la localidad de San Pedro Mártir, tiene una capacidad instalada de 750 L/s, pero de acuerdo con las mediciones recientes, se tratan aproximadamente entre 500 y 580 L/s. Al igual que la PTAR Sur, se plantea un incremento en el caudal, de tal manera que se traten en esta planta 1,000 L/s

La PTAR SPM tiene una gran relevancia ya que la mayor parte de aguas residuales que recibe provienen del municipio de Querétaro.

Ilustración 5. PTAR SPM



Fuente: Elaboración propia. Fotografía 2024.

Los principales procesos con los que cuenta actualmente la planta son: pretratamiento compuesto por un sistema de cribas automáticas y desarenado, tratamiento primario mediante un sedimentador primario, tratamiento biológico que incluye la remoción biológica de nutrientes, seguido de un sedimentador secundario para la separación de los lodos biológicos y un sistema de desinfección mediante radiación ultravioleta. Los

SIN TEXTO



GOBIERNO DE
COMISION
DE AC

lodos residuales son estabilizados mediante un proceso de digestión anaeróbica termofílica, deshidratación de lodos y cogeneración con biogás para la producción de energía eléctrica y recuperación de calor.

Los aforos obtenidos en el Proyecto de Factibilidad PASAP – CEA 2023 demuestran que los aportes del sistema de colectores de la PTAR SPM pueden recibir hasta 1,100 L/s, sin embargo con la información del proyecto de la PTAR se encontró que esta tiene una capacidad a caudal medio de 750 L/s, por lo que para poder recibir el incremento de caudal la PTAR tiene que ser modificada para incrementar el caudal de diseño de 750 L/s u operativo de 500 a 580 L/s, hasta 1,000 L/s con la calidad requerida para su reutilización.

La tecnología que se instrumentará en esta planta será similar a la PTAR Sur, es decir que, se implementará el uso del sistema MBR y desinfección por ozono, además de su respectivo proceso de pretratamiento, tratamiento primario, anóxico, aerobio, lodos y demás subproductos.

Al igual que en el caso de la PTAR Sur, en la PTAR SPM se cumplirá con la NOM-001-SEMARNAT-2021, la NOM-003-SEMARNAT-1997 y la NOM-004-SEMARNAT-2002.

III.4.6.c PTAR AH

La PTAR AH será una planta nueva que se construirá con la misma tecnología que las anteriores y con una capacidad inicial de 60 L/s.

SIN TEXTO



GOBIERNO DE LA REPÚBLICA
COMISIÓN
DE



QUERÉTARO

QUERÉTARO
JUNTOS, ADELANTECEA QUERÉTARO
Comisión Estatal de Aguas

Ilustración 6. Ubicación Propuesta para la PTAR AH



Fuente: CEA

La descarga de las Aguas Tratadas de esta PTAR será a uno de los afluentes de la presa El Batán. La PTAR AH también cumplirá con la NOM-003-SEMARNAT-1997 y la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Experiencia internacional

Una evidencia de la viabilidad técnica de las membranas MBR en el tratamiento de aguas residuales son los casos exitosos donde ya se han utilizado, así como las plantas que están en proceso de construcción.

La tecnología MBR se utiliza en numerosas plantas de tratamiento de aguas residuales alrededor del mundo, siendo particularmente popular en instalaciones grandes debido a su eficiencia en el tratamiento y el espacio reducido que requiere. Algunas de las plantas más importante incluyen:

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE AG

Cuadro 6. Las seis PTAR más grandes del mundo que utilizan MBR

Planta	Ubicación	Fecha de Inicio de Operación	Flujo Diario Pico m ³ /s	Flujo Diario Promedio m ³ /s
Planta de Recuperación de Agua Tuas	Singapur	2025	13.89	9.26
PTAR Beihu	Hubei, China	2019	12.04	9.26
PTAR Henriksdal	Estocolmo, Suecia	Etapa 1: 2021 Etapa 2: 2025 Etapa 3: 2027 Etapa 4: 2029	10.42	6.94
Proyecto de Reciclamiento de Agua Huaifang	Beijing, China	2016	9.03	6.94
Wayer Affaris Integrative EPC	Xingyi, Guizhou, China	2017	4.62	3.55
PTAR Parque Industrial Textil Gaoyang	Gaoyong, China	2016	3.01	3.01

Fuente: The MBR Site: <https://www.thembrsite.com/largest-membrane-bioreactor-plants-worldwide>

Estas instalaciones son ejemplos de cómo la tecnología MBR se está empleando en gran escala, reflejando la creciente adopción de esta tecnología debido a su eficiencia y capacidad para manejar grandes volúmenes de aguas residuales en áreas urbanas densamente pobladas donde también se presenta una creciente escasez de agua dulce.

III.4.7. Infraestructura, Equipamiento y Tecnología para la Potabilización de Agua

La Planta Potabilizadora se encontrará ubicada en terrenos aledaños a la presa El Batán en una superficie aproximada de 7 ha, superficie que además de la propia planta albergaría 2 tanques de regulación, colocados uno a la entrada y otro a la salida de aproximadamente 30,000 m³ cada uno. Esta planta tendrá una amplia capacidad y utilizará tecnología de punta, con calidad óptima, contando con una capacidad nominal de 1,800 L/s.

SIN TEXTO



GOBIERNO DE CHILE
COMISIÓN
DE ASESORIA



QUERÉTARO



QUERÉTARO
JUNTOS, ADELANTE



CEA QUERÉTARO
Comisión Estatal de Aguas

Ilustración 7. Ubicación propuesta para la Planta Potabilizadora



La planta potabilizadora contará con un tren de tratamiento para la potabilización del agua renovada de la presa El Batán. El tren iniciará con un sistema de coagulación - floculación seguido de una sedimentación lamelar para posteriormente será filtrada mediante filtros con arena, posteriormente se implementarán los procesos de adsorción con carbón activado y se revisará el uso de un sistema a base de membranas de ultrafiltración para finalmente realizar la desinfección mediante un sistema de ozonificación.

A la salida de la Potabilizadora se contará con un tanque de regulación con capacidad aproximada de 30,000 m³ y una casa de máquinas para bombear el agua potable hacia tres líneas de impulsión o distribución que conectarán con tres puntos del sistema de distribución de la ZMQ.

SIN TEXTO


GOBIERNO DEL
COMISI
DE

Experiencia Internacional

Al igual que en el caso de las plantas de tratamiento de aguas residuales, para la potabilización de agua hay evidencia internacional de la capacidad, tecnología y resultados.

A continuación, se presentan algunas de las plantas más representativas:

1.- Planta de Tratamiento de Agua de Sulaibiya (Kuwait):

- Capacidad: 6.9 m³/s promedio diarios.
- Descripción: Considerada una de las mayores instalaciones de ultrafiltración del mundo, esta planta utiliza tecnología de membranas para tratar aguas residuales y producir agua potable de alta calidad.

2.- Planta de Tratamiento de Agua de NEWater en Singapur:

- Capacidad: 3.16 m³/s promedio diarios.
- Descripción: Forma parte del programa de reutilización de agua de Singapur, así mismo, esta planta emplea ultrafiltración junto con otros procesos avanzados para producir agua potable a partir de aguas residuales tratadas.

3.- Planta de Tratamiento de Agua de Bangalaru (India):

- Capacidad: 8.97 m³/s promedio diarios.
- Descripción: Esta planta utiliza tecnología de ultrafiltración para tratar el agua del río Cauvery, proporcionando agua potable a la creciente población de la ciudad.

4.- Planta de Tratamiento de Agua de Wulpen (Bélgica):

- Capacidad: 1.39 m³/s promedio diarios.

SIN TEXTO

GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE AG

- Descripción: Operada por la compañía IWVA, esta planta utiliza ultrafiltración para producir agua potable a partir de agua subterránea, garantizando una alta calidad y seguridad en el suministro.

5.- Planta de Tratamiento de Agua de Perth (Australia):

- Capacidad: 1.62 m³/s promedio diarios.
- Descripción: Esta instalación emplea ultrafiltración en combinación con otros procesos para desalinizar agua de mar, suministrando agua potable a la región occidental de Australia.

Estas 5 plantas son un claro ejemplo de que los avances de la tecnología en relación con el agua pueden desempeñar un papel muy relevante en proveer agua limpia y segura a poblaciones amplias.

Así mismo estas plantas utilizan una variedad de tecnologías, incluyendo ósmosis inversa, filtros de membrana, ultravioleta, procesos de oxidación, y filtros aireados para generar agua potable segura, demostrando la importancia de la innovación tecnológica en la gestión del agua.

III.4.8. Líneas de Conducción

Las líneas de conducción permiten conectar a todos los elementos del Proyecto Sistema Batán. El Sistema Batán contará con líneas de conducción de aguas regeneradas y líneas de conducción de agua potable.

III.4.8.a. Líneas de Conducción de Aguas Regeneradas

En concreto, las líneas de conducción de aguas regeneradas permitirán que el agua producida en las Estaciones Regeneradoras de Agua (ERAs) se conduzca al afluente que desembocará a la presa El Batán.

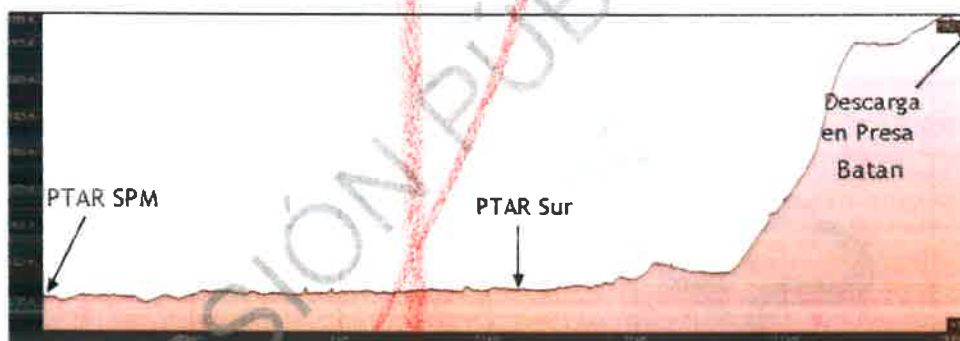
SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO
COMISIÓN
DE

Las líneas de conducción que vienen de las ERAs tendrán una longitud de aproximadamente 18 km. La conducción se llevará a cabo a través de tuberías de hierro dúctil de altas prestaciones en cuanto a presiones y resistencia físico-química que estarán reforzadas con sistemas de bombeo y con sistemas de control supervisorio que permitirán supervisar y controlar en forma remota las líneas de conducción a través de la recopilación, transmisión y análisis de datos en tiempo real. Parte del reto de las líneas de conducción y el sistema de bombeo es la altitud de la presa el Batán, en comparación a la ZMQ.

Ilustración 8. Altitud PTARs y presa el Batán



Fuente: CEA.

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE ACUERDO

Eliminados: 01 cuatros; con fundamento en los artículos 94 y 108, fracción I, de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública del Estado de Querétaro, en correlación con el numeral 112 de la fracción I, de la Ley General de Transparencia, y Acuerdo número CTAIPDP/3SO/2025/01 de la 1.ª Sesión Ordinaria del Comité de Transparencia. Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales de la Comisión, en el que se determinó la clasificación de la información como reservada totalmente los entregables del contrato de Prestación de Servicios 86-CEA-PCEA-SER-CDPE-2024, por contener información que forma parte del proceso deliberativo de toma de decisiones para el desarrollo y ejecución de acción gubernamental denominativo "Sistema Batán" por tanto los datos testados se trata de términos y referencias en el que se aprecia la ubicación física del proyecto y al formar parte de un proceso deliberativo es por lo que se realiza el testado de estos datos



QUERÉTARO



QUERÉTARO
JUNTOS ADELANTE



QUERETARO
Comisión Estatal de Aguas

Ilustración 9. Esquema de Líneas de Conducción de Aguas Regeneradas



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth 2024.

Línea de agua regenerada	Diámetro	Longitud	Tramo
		aproximada	
Línea 01 (Magenta)	36" ø	8 Km	I
Línea 02 (Morado)	48" ø	10 Km	II

Fuente: Elaboración propia con información de la CEA.

III.4.8.b. Líneas de Conducción o de Impulsión de Agua Potable

Adicionalmente, se construirán líneas de impulsión de agua potable que conducirán e incorporarán el agua al sistema de distribución de agua potable de la ZMQ.

SIN TEXTO





QUERÉTARO



QUERÉTARO
JUNTOS ADIANTE



QUERETARO
Comisión Estatal de Aguas

Las líneas de impulsión tendrán una longitud de aproximadamente 24 km dividida en 3 tramos. La conducción se llevará a cabo a través de tuberías de hierro dúctil de altas prestaciones en cuanto a presiones y resistencia físico-química que estarán reforzadas con sistemas de bombeo y con sistemas de control supervisorio que permitirán supervisar y controlar en forma remota las líneas de conducción a través de la recopilación, transmisión y análisis de datos en tiempo real.

Ilustración 10. Mapa de las Líneas de Impulsión de Agua Potable del Proyecto



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth 2024.

Línea de agua potable	Diámetro	Longitud aproximada	Color
Línea de Impulsión 01	40" y 20" ø	5 Km + 3 Km Derivación	Azul
Línea de Impulsión 02	24" ø	4 km	Verde
Línea de Impulsión 03	36" ø	15 Km	Naranja

Fuente: Elaboración propia con información de la CEA.

La selección del diámetro y material de la tubería para el Proyecto Sistema Batán se realizará con base en un análisis hidráulico. La tubería deberá garantizar el óptimo

Eliminados: 01 datos, en fundamento en los artículos 94 y 108, fracción I, de la Ley de Transparencia, y Acuerdo número CTAIPDP/3SO/2025/01 de la Tercera Sesión Ordinaria del Comité de Transparencia, Acceso a la Información Pública y Protección de Datos Personales de la Comisión, en el que se determinó la clasificación de la información como reservada totalmente los entabables del contrato de Prestación de Servicios 86-CEA-PCEA-SER-CDPE-2024, por contener información que forma parte del proceso deliberativo de toma de decisiones para el desarrollo y ejecución de acción gubernamental denominado "Sistema Batán" por tanto los datos testados se trata de términos y referencias en el que se aprecia la ubicación física del proyecto y al formar parte de un proceso deliberativo es por lo que se realiza el testado de éstos datos.

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE AC

funcionamiento en un periodo mayor a 30 años y que otorgue ventajas energéticas de operación con mínimo mantenimiento, así como un óptimo nivel de confiabilidad.

III.4.9. Colectores y emisores

La rehabilitación e interconexión de los colectores y emisores es fundamental para asegurar el funcionamiento eficiente del sistema de saneamiento. Estas acciones permitirán la incorporación adecuada de los volúmenes de aguas residuales hacia las Plantas de Tratamiento, garantizando así un manejo integral y sostenible de las aguas residuales.

En el caso de la PTAR SPM y la PTAR Sur, se llevarán a cabo trabajos de rehabilitación e interconexión en aproximadamente 1 y 5 líneas de colectores y emisores respectivamente. La ejecución de estos trabajos mejorará la capacidad y eficiencia del sistema de recolección y transporte de aguas residuales hacia las plantas de tratamiento correspondientes.

Adicionalmente, para la PTAR AH, se realizarán tanto los trabajos de construcción de la planta como la implementación de los colectores que dirigirán el flujo de las aguas residuales. Esta incorporación de tratamiento garantizará la disponibilidad de un volumen adicional de tratamiento eficiente y de calidad adecuada para su incorporación al Sistema Batán.

SIN TEXTO



GOBIERNO DE LA REPÚBLICA
COM. JIO
DE A



Ilustración 11. Esquema de colectores para la PTARs



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth 2024.

Cuadro 7. Longitudes y Diámetros de colectores.

PTAR	Colector	Longitud aproximada	Diámetro
SPM	Verde	0.40 km	152 cm
Sur	Rojo	16.43 km	De 30 a 122 cm
AH	Naranja	9.53 km	De 30 a 61 cm

Fuente: Elaboración propia con información de CEA.

III.4.10. Sistema de Bombeo

Este Proyecto de agua requiere de 5 sistemas de bombeo consistentes en lo siguiente:

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE AC



- a. Bombeo desde el cárcamo de la PTAR SPM para conducir agua y confluir con el efluente regenerado en la PTAR Sur. La capacidad de bombeo de este sistema será de 1,000 L/s.
- b. Bombeo desde el cárcamo ubicado en el predio donde se ubica la PTAR Sur para conducir las aguas de las PTARs SPM y Sur hacia a uno de los afluentes formadores del vaso de la presa El Batán. Este sistema requiere de una capacidad de bombeo de 1,800 L/s de caudal promedio diario.
- c. Bombeo en obra de toma flotante para extraer 1,800 L/s de caudal promedio diario del vaso de la presa El Batán, para conducir el agua al cárcamo de bombeo de la planta potabilizadora.
- d. Bombeo en cárcamo en la margen derecha norte del vaso de la presa El Batán para extraer 1,800 L/s de caudal promedio diario y descargarla en la Planta Potabilizadora.
- e. Bombeo para entregar el agua de la planta potabilizadora al sistema de las líneas de impulsión o distribución que alimentarán al acuaférico.

III.4.11. Tanques

Si bien, en torno a las 2 plantas de tratamiento existentes en la ZMQ existen 2 tanques de almacenamiento, para que este Proyecto Sistema Batán sea viable técnicamente, se quiere ampliar la capacidad de almacenamiento en forma congruente con los nuevos caudales que se manejan.

SIN TEXTO





GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO



QUERÉTARO
JUNTOS ADELANTE



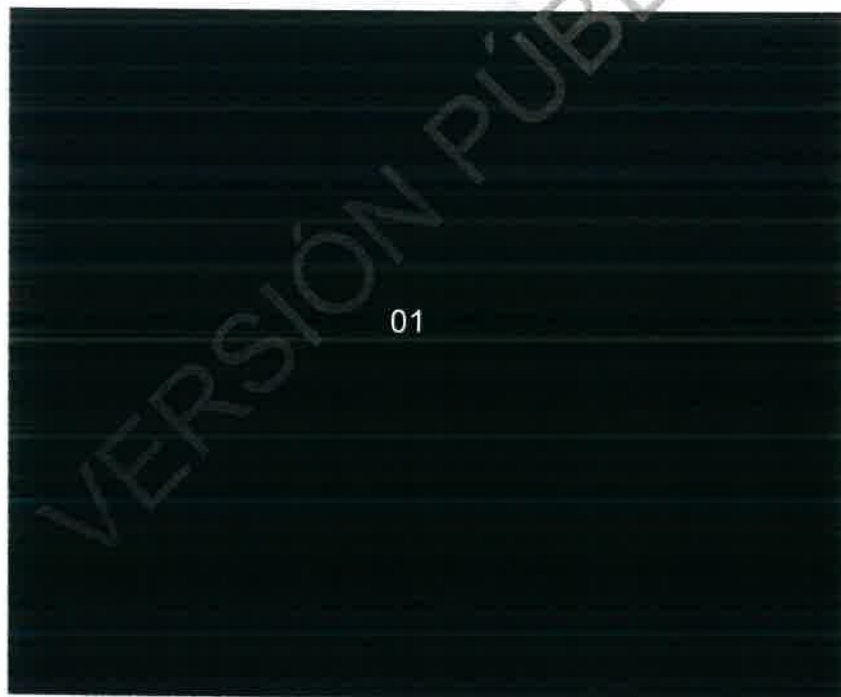
QUERÉTARO
Comisión Estatal de Aguas

Cuadro 8. Tanques

Tanque	Ubicación	Función	Capacidad aproximada (m3)
1	PTAR SPM	Regulación de Influyente	18,000
2	PTAR Sur	Regulación de efluente	14,000
3	Planta Potabilizadora	Regulación de Influyente	30,000
4	Planta Potabilizadora	Regulación de efluente	30,000
5	Tanque 1 Distribución	Punto de entrega	30,000
6	Tanque 2 Distribución	Punto de entrega	6,000
7	Tanque 3 Distribución	Punto de entrega	12,000

Fuente: Elaboración propia con información de la CEA.

Ilustración 12. Esquema de Ubicación de Tanques



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth 2024.

SIN TEXTO

GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE ASESORIA

Ilustración 13. Tanques vitrificados con domo geodésico



Fuente: CEA

III.4.12. Humedal

Se instalará un humedal de amortiguamiento natural de aproximadamente 38,000 m² con un diseño funcional que actuará como una barrera natural para la absorción de nutrientes. Para su configuración, se seleccionarán especies acuáticas adecuadas para promover la fitorremediación, proporcionando un margen de seguridad adicional y fortaleciendo la viabilidad técnica del Proyecto Sistema Batán.

El humedal artificial en la presa El Batán será un tratamiento adicional para el agua del efluente de las PTAR, garantizando el cumplimiento de los parámetros de la NOM-001-SEMARNAT-2021, antes de ingresar a la presa. Además, podrá actuar como indicador de la vulnerabilidad a la contaminación.

Existen condiciones geomorfológicas favorables para la instalación del humedal con un flujo constante de agua, complementado por aportes pluviales que pueden influir en la

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE ACUERDOS

carga de sedimentos y contaminantes. La vegetación de matorral crasicaule ayuda a retener el suelo y reducir la erosión; sin embargo, el cambio de uso de suelo podría aumentar estos impactos. La infiltración al subsuelo es un factor clave a considerar en el diseño del sistema.

Dado que el objetivo del Humedal de la presa El Batán, es la reducción de contaminantes remanentes y la protección del ecosistema acuático, el diseño del humedal debe ajustarse a las condiciones locales y a la función complementaria con las PTAR. Existen distintos tipos de humedales artificiales, que varían según la vegetación (flotante, emergente o sumergida), el régimen de flujo (superficial o subsuperficial) y la dirección del flujo (horizontal o vertical). La selección deberá priorizar aquel que maximice la captura de sedimentos, la retención de nutrientes y la eficiencia en la depuración, adaptándose a las necesidades específicas del sitio.

La construcción incluirá la excavación, nivelación, instalación de estructuras, colocación de materiales filtrantes y plantación de especies vegetales adecuadas con una densidad adecuada.

El diseño y la operación del humedal requiere un equipo capacitado en ciencias ambientales y sistemas hidráulicos, además de técnicos y operarios capacitados para el mantenimiento y monitoreo del sistema. Se debe garantizar la formación continua del personal para optimizar el desempeño del humedal y asegurar su sustentabilidad a largo plazo.

SIN TEXTO


GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE ASESORIA

Las especies propuestas para la implementación son:

Plantas Emergentes

- *Typha domingensis* (Tule)
- *Eleocharis macrostachya* (Tul)
- *Eleocharis palustris* (Tule de agua)
- *Pontederia sagittata* (Platanillo)
- *Sagittaria latifolia* (Bayoneta)
- *Ludwigia peploides* (Duraznillo de agua)



Título: *Typha domingensis*
Fuente: Fern, K. (s.f.). *Typha domingensis*. En *Useful Tropical Plants*.

Plantas Flotantes

- *Lemna minor* (Lenteja de agua)
- *Azolla microphylla* (Helecho lentejita)
- *Ceratophyllum demersum* (Mil hojas de agua)
- *Heliconia psittacorum* (Avecilla)



Título: *Lemna minor*
Fuente: Álvarez, G., & González, M. (2004). El uso de la planta acuática *Lemna minor* en la remediación de aguas residuales. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 15(1), 53-64.

Plantas Bioindicadoras de Contaminación

- *Marathrum foeniculaceum*
- *Noveloa coulteriana*
- *Marathrum plumosum*



SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE AG



GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO



QUERÉTARO
JUNTOS ADELANTE



CEA QUERÉTARO
Comisión Estatal de Aguas

Ilustración 14. Humedal



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth 2024.

III.4.13. Presa El Batán

La presa El Batán se encuentra ubicada sobre el Río Pueblito, afluente del río Laja y el cual contribuye al río Lerma, se encuentra en las coordenadas 20.49833, -100.40916, aguas arriba de la localidad El Pueblito, del municipio de Corregidora del estado de Querétaro. En su origen la presa buscó aprovechar el escurrimiento del río El Pueblito para riego de terrenos ribereños y dotar de agua a habitantes del municipio de Corregidora. La presa tiene una cortina de 207.50m de longitud por la corona y 45.50m de altura máxima, que forma un embalse con capacidad de 8.77 millones de m³; la obra de toma es tipo torre y se ubica en la ladera izquierda, su capacidad de diseño es para un gasto de 1,200 L/s. Actualmente, la presa solo alberga un 15% de su capacidad de almacenamiento según reportes de la CONAGUA (El Universal Querétaro, 2023).

SIN TEXTO

GOBIERNO DEL
COMISI
DE

Ilustración 15. Ubicación de la presa El Batán



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth 2024.

El agua regenerada de las PTAR SPM, PTAR Sur y PTAR AH se incorporará a un afluente del vaso de la presa El Batán. El agua del vaso podrá ser extraída y reutilizada como fuente de abastecimiento para uso potable al ser mezclada con agua del propio vaso. De esta manera, las obras contempladas en la presa son la implementación de una nueva obra de toma mediante un sistema de bombeo sobre plataforma flotante.

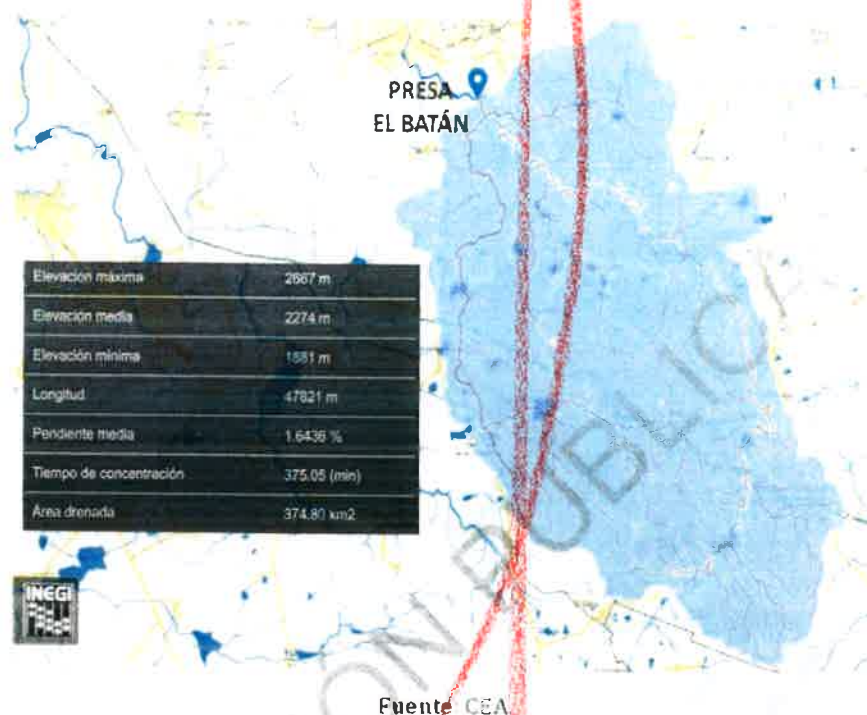
En promedio se incorporarán al vaso de la presa El Batán unos 155,520 metros cúbicos por día. Las aguas procedentes del Sistema Batán tendrán un período promedio de retención o permanencia en el vaso de la presa El Batán de 60 a 180 días en función de la época del año de la que se trate (época de lluvias o época de estiaje) así como del escurrimiento natural que aporte la cuenca propia que capta el embalse referido. En promedio, las aportaciones mensuales significarán hasta 4.67 millones de metros cúbicos con un flujo establecido y controlado de entradas y salidas con base en las

SIN TEXTO

GOBIERNO DE
COMISI
JE

recomendaciones de retención de los volúmenes en el embalse de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos.

Ilustración 16. Presa El Batán



III.5. Costos de Operación

Uno de los elementos relevantes de la viabilidad de cualquier proyecto es tener identificados y presupuestados correctamente los costos de operación (OPEX). Estos se pueden analizar desde diferentes perspectivas.

Primero dividiéndolos por Opex Fijo u Opex Variable. A continuación, se presentan estos costos estimados para el primer año de operación completa.

Cuadro 9. OPEX Anual

OPEX	Monto	S/m ³
OPEX Fijo	\$ 103,861	\$ 1.83
OPEX Variable	\$ 43,432	\$ 0.77

SIN TEXTO

GOBIERNO DEL E
COMISIO
DE

OPEX TOTAL	\$ 147,293	\$ 2.59
------------	------------	---------

Cifras en miles de pesos

Fuente: Elaboración propia de un año no bisiesto sin preoperativos.

Como se puede observar en el cuadro, se estima que el costo fijo representa un 14% (catorce por ciento) del OPEX total.

En este análisis también se consideró el OPEX dividido por categoría: OPEX de tratamiento de aguas residuales, OPEX de potabilización de agua.

Cuadro 10. OpeX por Categoría Anual

OPEX	Monto	\$/m3
Tratamiento de Aguas Residuales	\$ 119,683	\$ 2.11
Potabilización de Aguas	\$ 13,568	\$ 0.24
Bombeos	\$ 14,041	\$ 0.25
Total OPEX	\$ 147,293	\$ 2.59

Cifras en miles de pesos

Fuente: Elaboración propia de un año no bisiesto sin preoperativos.

III.5.1. OPEX de Tratamiento de Aguas Residuales

En el OPEX del proceso de tratamiento de aguas residuales se consideran los siguientes conceptos: reactivos químicos, mantenimiento programado, personal especializado y mano de obra, supervisión, manejo, retiro y disposición de lodos.

Cuadro 11. OPEX de Tratamiento de Aguas Residuales Anual

OPEX	Monto	\$/m3
Tratamiento de Aguas Residuales	\$ 119,683	\$ 2.11
Potabilización de Aguas	\$ 13,568	\$ 0.24
Bombeos	\$ 14,041	\$ 0.25
Total OPEX	\$ 147,293	\$ 2.59

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ES
COM. DÓ
DE A

OPEX - Tratamiento de Aguas Residuales	Total	
Reactivos Químicos	\$ 40,441	\$ 0.71
Total Costo Variable	\$ 40,441	\$ 0.71
Mantenimiento Programado	\$ 54,117	\$ 0.95
Personal Especializado y Mano de Obra	\$ 9,664	\$ 0.17
Supervisión	\$ 3,865	\$ 0.07
Manejo, Retiro y Disposición de Lodos	\$ 11,596	\$ 0.20
Total Costo Fijo	\$ 79,242	\$ 1.40
OPEX Total Tratamiento de Aguas Residuales	\$ 119,683	\$ 2.11

Cifras en miles de pesos

Fuente: Elaboración propia de un año no bisiesto sin preoperativos.

III.5.2. OPEX de Potabilización de Agua

En el cuadro se desglosa el OPEX de potabilización de agua en la parte fija y la parte variable.

Cuadro 12. OPEX de Potabilización de Agua Anual

OPEX - Potabilización de Aguas	Monto	S/M3
Costo Variable	\$2,991	\$0.05
Costo Fijo	\$10,577	\$0.19
OPEX - Potabilización de Aguas	\$13,568	\$0.24

Cifras en miles de pesos

Fuente: Elaboración propia de un año no bisiesto sin preoperativos.

III.6. Metas

La meta más relevante de este Proyecto es la producción de 1.8 metros cúbicos de agua potable por segundo, que atienda a la creciente demanda de agua en ZMQ.

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE

Adicionalmente, se tiene que cumplir con las Normas Oficiales Mexicanas tanto para Aguas Tratadas como para agua de consumo humano. A continuación, se presentan los cuadros con los indicadores que deberá tener el agua procesada en este sistema.

Cuadro 13. Calidad del Agua Regenerada

Parámetros (*) (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	Ríos, arroyos, canales, drenes			Embalses, lagos y lagunas			Zonas marinas mexicanas			Riego de áreas verdes			Suelo			Infiltración y otros riegos			Cárcstico		
	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.			
Temperatura (°C)	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35	35			
Grasas y Aceites	15	18	21	15	18	21	15	18	21	15	18	21	15	18	21	15	18	21			
Sólidos Suspendidos Totales	60	72	84	20	24	28	20	24	28	30	36	42	100	120	140	20	24	28			
Demanda Química de Oxígeno	150	180	210	100	120	140	85	100	120	60	72	84	150	180	210	60	72	84			
Carbono Orgánico Total*	38	45	53	25	30	35	21	25	30	15	18	21	38	45	53	15	18	21			
Nitrógeno Total	25	30	35	15	25	30	25	30	35	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA			
Fósforo Total	15	18	21	5	10	15	15	18	21	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA			
Huevos de Helminthos (huevos/litro)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1											
Escherichia coli. (NMP/100 ml)	250	500	600	250	500	600	250	500	600	250	500	600	250	500	600	50	100	200			
Enterococos fecales* (NMP/100 ml)	250	400	500	250	400	500	250	400	500	250	400	500	250	400	500	50	100	200			
pH (UpH)	6-9																				
Color verdadero	Longitud de onda									Coeficiente de absorción espectral máximo											
	436 nm									7,0 m -1											
	525 nm									5,0 m -1											
	620 nm									3,0 m -1											
Toxicidad aguda (UT)	2 a los 15 minutos de exposición																				

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
D^o AC

N.A: No Aplica

P.M: Promedio Mensual

P.D: Promedio Diario

V.I: Valor Instantáneo

NMP: Número más probable

UpH: Unidades de pH

UT: Unidades de Toxicidad

* Si Cloruros es menor a 1000 mg/L se analiza y reporta DQO.

* Si Cloruros es mayor o igual a 1000 mg/L se analiza y reporta COT.

* Si la conductividad eléctrica menor a 3500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ se analiza y reporta *E. coli*.

* Si la conductividad eléctrica es mayor o igual a 3500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ se analiza y reporta Enterococos fecales.

Las determinaciones de Conductividad eléctrica y de Cloruros no requieren la acreditación y aprobación de la entidad correspondiente.

Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021 (Tabla 1)

Cuadro 14. Niveles de Metales Permitidos

Parámetros (miligramos por litro)	Ríos, arroyos, canales, drenes			Embalses, lagos y lagunas			Zonas marinas mexicanas		
	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.
Arsénico	0,2	0,3	0,4	0,1	0,15	0,2	0,2	0,3	0,4
Cadmio	0,2	0,3	0,4	0,1	0,15	0,2	0,2	0,3	0,4
Cianuro	1	2	3	1	1,5	2	2	2,50	3
Cobre	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Cromo	1	1,25	1,5	0,5	0,75	1	1	1,25	1,5
Mercurio	0,01	0,015	0,02	0,005	0,008	0,01	0,01	0,015	0,02
Níquel	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Plomo	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,5	0,75	1
Zinc	10	15	20	10	15	20	10	15	20
Parámetros medidos de manera total	P.M: Promedio Mensual P.D: Promedio Diario V.I: Valor Instantáneo								

Parámetros (miligramos por litro)	Suelo								
	Riego de áreas verdes			Infiltración y otros riegos			Cárstico		
	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.	P.M.	P.D.	V.I.
Arsénico	0,2	0,3	0,4	0,1	0,15	0,2	0,1	0,15	0,2
Cadmio	0,05	0,075	0,1	0,1	0,15	0,2	0,05	0,075	0,1

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISION
DEL

Cianuro	2	2.5	3	1	1.50	2	1	1.5	2
Cobre	4	5	6	4	5	6	4	5	6
Cromo	0.5	0.75	1	0.5	0.75	1	0.5	0.75	1
Mercurio	0.005	0.008	0.01	0.005	0.008	0.01	0.005	0.008	0.01
Níquel	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Plomo	0.5	0.75	1	0.2	0.3	0.4	0.2	0.3	0.4
Zinc	10	15	20	10	15	20	10	15	20
Parámetros medidos de manera total	P.M: Promedio Mensual P.D: Promedio Diario V.I: Valor Instantáneo								

Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021 (Tabla 1).

Las condiciones particulares de las descargas de aguas residuales a las que se deberá sujetar el permisionario se señalan a continuación:

Cuadro 15. Calidad en Aguas Residuales

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN PROMEDIO	CONCENTRACIÓN MÁXIMA INSTANTÁNEA	CARGA KG/DÍA	UNIDAD
DBO ₅	30	45	1.371	mg/l
DQO	100	140	4.57	mg/l
SST	30	40	1.371	mg/l
Ph		NO SEA MENOR DE 6.5 NI MAYOR DE 8.5		UNIDADES
TEMPERATURA		30		(°C)
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	1	1.2		mg/l
GRASAS Y ACEITES	10	15	4.57	mg/l
MATERIA FLOTANTE		AUSENTE		mg/l
NITRÓGENO AMONIACAL	15	20		mg/l
NITRÓGENO TOTAL KJELDAHL	20	25	914	mg/l

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO
COMISIÓN DE ASESORIA LEGAL

FÓSFORO INORGÁNICO	6	8		mg/l
SAAM	5	8		mg/l
CONDUCTIVIDAD		2000		µmhos/cm
RAS	0.5	6		UNIDADES
ARSÉNICO	0.005	0.75		mg/l
CADMIO	0.5	0.075		mg/l
CROMO HEXAVALENTE	1	1		mg/l
NÍQUEL	1	1.5		mg/l
PLOMO		2		mg/l
BORO		1.5		mg/l
COLIFORMES TOTALES		10000		NMP/100 ml
COLIFORMES FECALES		1000		NMP/100 ml

Fuente: NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2011 y NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996.

III.7. Vida Útil

El Proyecto tiene un horizonte de tiempo de 30 años lo cual es congruente con proyectos de este tipo y magnitud. Un punto relevante es que se consideran 2 mantenimientos mayores que aseguran la operatividad y reposición del capital invertido en esta infraestructura.

- El primer mantenimiento mayor está contemplado al año 15, es decir, a la mitad del Proyecto. El recurso previsto para inversión es de \$515,832,132.27 (Quinientos quince millones ochocientos treinta y dos mil ciento treinta y dos pesos 27/100 M.N.) sin IVA.
- El segundo mantenimiento mayor se tiene previsto para el año 25 a partir de la puesta en operación del sistema. La inversión contemplada para ese momento

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN
DE ACUERDO

es por un monto de \$371,078,627.75 (Trescientos setenta y un millones setenta y ocho mil seiscientos veintisiete 75/100 M.N.) sin IVA.

El total de la inversión que se va a destinar para darle mantenimiento mayor (CAPEX de Mantenimiento) a todos los activos del Proyecto suma \$886,910,760.01 (Ochocientos ochenta y seis millones novecientos diez mil setecientos sesenta pesos 01/100 M.N.).

Cuadro 16. CAPEX Mantenimiento

Diciembre, Año 15 de operación plena	\$515,832,132.27	Precios constantes del año 2025; se desembolsa en un lapso de 24 meses
Diciembre, Año 25 de operación plena	\$371,078,627.75	Precios constantes del año 2025; se desembolsa en un lapso de 24 meses

Fuente: Elaboración propia.

III.8 Construcción de Obra y Equipamiento del Proyecto Sistema Batán

El Proyecto del Sistema Batán técnicamente requiere la incorporación de los siguientes componentes para la construcción de la obra, rehabilitación y equipamiento, mismos que se desglosan a continuación, con independencia de la rehabilitación de la PTAR Sur, la cual fue iniciada por la CEA (listado enunciativo mas no limitativo):

Cuadro 17. Componentes Técnicos Sistema Batán
(cifras estimadas).

1	COLECTORES
1.1	Colectores a San Pedro Mártir
1.2	Colectores a Sur
1.3	Colectores Arroyo Hondo
2	ESTACIONES REGENERADORAS DE AGUA - ERAS
2.1	PTAR SPM
2.3	PTAR Sur etapa 2
2.4	PTAR Arroyo Hondo etapa 1 (60 L/s)

SIN TEXTO



2.5 PTAR Arroyo Hondo etapa 2 (60 L/s)

3 LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE AGUA REGENERADA (LÍNEAS MORADAS)

- 3.1 Estación de bombeo San Pedro Mártir
- 3.2 Tramo 1 SPM Sur 36" 8 km (aprox.)
- 3.3 Estación de bombeo Sur
- 3.4 Tramo 2 Sur-Presa 48" 10 km (aprox.)
- 3.5 Estación de bombeo Arroyo Hondo
- 3.6 Tramo 3 Arroyo Hondo - Presa

4 HUMEDAL

- 4.1 Humedal

5 OBRA DE TOMA

- 5.1 Toma flotante/cárcamo de bombeo
- 5.3 Línea de impulsión Presa - PPOT 48" 1.4 km (aprox.)

6 PLANTA POTABILIZADORA

- 6.1 Planta Potabilizadora de 1800 L/s

7 LÍNEAS DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE

- 7.1 Estación de bombeo a la salida de PPOT
- 7.2 Línea de impulsión 1 - 30" 5 km + 3 km de Derivación 30" (aprox.)
- 7.3 Línea de impulsión 2 - 24" 4.0 km (aprox.)
- 7.4 Línea de impulsión 3 - 36" 15 km (aprox.)

8 TANQUES

- 8.1 Tanque de regulación de agua tratada PTAR SPM (18,000 m³)
- 8.2 Tanque de regulación de agua tratada PTAR SUR (14,000 m³)
- 8.3 Tanque de regulación de influente PPOT (30,000 m³)
- 8.4 Tanque de regulación de agua potable PPOT (30,000 m³)
- 8.5 Tanque de regulación de agua potable línea 1 (30,000 m³)
- 8.6 Tanque de regulación de agua potable línea 2 (6,000 m³)
- 8.7 Tanque de regulación de agua potable línea 3 (12,000 m³)

9 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

- 9.1 Infraestructura eléctrica: Líneas de distribución en media tensión y subestaciones

10 SISTEMA DE CONTROL SUPERVISORIO

- 10.1 Sistema de control supervisorio y automatización del Proyecto Sistema Batán

SIN TEXTO



III.9 Estándares Técnicos

El Proyecto Sistema Batán considerará estándares de calidad y desempeño que se anexan al presente documento.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis realizado a través del presente documento, se podrá mencionar que se ha logrado dar cuenta de lo siguiente:

1. El Proyecto integra todos los elementos esenciales para su correcta operación, incluyendo colectores, sistemas de bombeo, plantas de tratamiento, líneas de conducción de agua regenerada, humedal, obra de toma, planta de potabilización, líneas de conducción de agua potable, tanques de almacenamiento, sistema de control supervisorio e infraestructura eléctrica.
2. La meta de 1.8 m³/s es técnicamente alcanzable mediante la adecuación del sistema de colectores actual, lo que permitirá abastecer con suficiente caudal a las 3 PTARs previstas.
3. Las tecnologías y proyectos propuestos garantizan el cumplimiento de las normas NOM-001-SEMARNAT-2021, NOM-003-SEMARNAT-1997 y NOM-004-SEMARNAT-2002, en relación con los efluentes y subproductos generados por las PTARs. Asimismo, las soluciones tecnológicas propuestas, con uso probado a nivel internacional, permiten cumplir con los estándares de calidad de agua potable establecidos en la NOM-127-SSA1-2021.
4. Las tecnologías seleccionadas son de última generación y han sido implementadas con éxito en diversas ciudades a nivel internacional.

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO
COMISIÓN E
DE AGU

5. La implementación del Proyecto contribuirá a la reducción de la presión sobre fuentes de agua convencionales y mejorará la calidad de los cuerpos de agua receptores, generando un impacto ambiental positivo.
6. La población se beneficiará con acceso a una fuente de agua segura y sostenible, fortaleciendo la resiliencia hídrica de la región.
7. La viabilidad financiera del Proyecto se sustenta en una evaluación del retorno de inversión y en los ahorros a largo plazo en la gestión del agua.
8. El programa de inversiones es amplio, coherente y cumple con los requisitos del Proyecto.
9. El 91% del gasto en capital está dirigido a obra y tecnología, lo que garantiza un uso eficiente de los recursos.
10. La previsión de inversiones de CAPEX para mantenimientos mayores (overhauls) a los 15 y 25 años asegura que los equipos y tecnologías se mantendrán actualizados y en condiciones operativas óptimas.
11. El modelo de economía circular planteado es adaptable y escalable, permitiendo su replicabilidad en otras regiones con problemáticas hídricas similares.
12. La propuesta incorpora herramientas digitales y automatización avanzada para la supervisión y optimización de la operación, reforzando la eficiencia del sistema.

Por lo que, con base en lo anterior, el presente análisis de viabilidad técnica demuestra que el Proyecto Sistema Batán no solo es viable, sino que representa una solución

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL E
COMISIO
DE

estratégica e innovadora para garantizar la sostenibilidad hídrica en la ZMQ, mismo que contará con los elementos siguientes:

- La combinación de tecnologías avanzadas en tratamiento y potabilización del agua, junto con una planificación de infraestructura y mantenimiento adecuada, garantiza;
- El cumplimiento de las normativas ambientales más estrictas;
- La resiliencia operativa y la sostenibilidad a largo plazo;
- Una inversión justificada por sus beneficios en eficiencia, calidad del agua y seguridad hídrica;
- La reducción del impacto ambiental mediante la reutilización de agua y la optimización de los recursos hídricos y,
- Un modelo replicable y adaptable a otras regiones con desafíos similares.

Este Proyecto se posicionará como un referente en modernización, economía circular y sustentabilidad en la gestión de recursos hídricos, alineándose con las mejores prácticas internacionales y contribuyendo significativamente al desarrollo socioeconómico de la región.

SIN TEXTO



V. GLOSARIO

APP: Asociación Público Privada.

CAPEX: Inversiones capitalizables.

CEA: Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro.

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua.

ERA: Estación Regeneradora de Agua.

IVA: Impuesto al Valor Agregado.

L/s: Litros por Segundo.

Ley APP: Ley de Asociaciones Público Privadas para el estado de Querétaro.

MBBR: Reactor de biopelícula de lecho móvil.

MBR: Reactor biológico de membrana.

NOM: Norma Oficial Mexicana

OPEX: Gasto operativo.

Proyecto o Proyecto Sistema Batán: Proyecto realizado por la CEA bajo el esquema de Asociación Público Privada, consistente en el diseño, ingeniería, elaboración del proyecto ejecutivo, procura, rehabilitación, modernización, ampliación, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de un sistema de regeneración y potabilización de aguas para uso humano en la Zona Metropolitana del estado de Querétaro, con una capacidad de hasta 1,800 litros por segundo de agua potable

PTAR AH: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Arroyo Hondo.

PTAR SPM: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales San Pedro Mártir.

PTAR Sur: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Sur.

Reglamento APP: Reglamento de la Ley de Asociaciones Público Privadas para el estado de Querétaro.

Sistema Batán: Proyecto Sistema Batán

ZMQ: Zona metropolitana de Querétaro.

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO
COMISIÓN DE ASUNTOS
DELEGADOS

VI. ANEXOS

Anexo 1. Estándares de Desempeño.

Anexo 2. Estándares de Calidad.

GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO
COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS

VERSIÓN PÚBLICA

SIN TEXTO



GOBIERNO DEL EST.
COMISIÓN
DE A

ANÁLISIS DE VIABILIDAD TÉCNICA

Proyecto Sistema Batán

Revisado por:



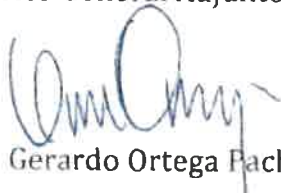
Luis Alberto Vega Ricoy

Vocal Ejecutivo



Jorge Lobo Crenier

Director General Adjunto de Proyectos de Reúso de Agua



Juan Gerardo Ortega Pacheco 1

Director General Adjunto de Operación Técnica

VERSION PÚBLICA

SIN TEXTO

----- DGJ/CERTIF/480/2025 -----

LIC. MIGUEL ANGEL MELGOZA MONTES, DIRECTOR GENERAL JURÍDICO DE LA COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS, DE CONFORMIDAD CON LO DISPUESTO EN LOS ARTÍCULOS 1, 2, 3, FRACCIÓN I, 14, 15 Y 27 DE LA LEY DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA PARAESTATAL DEL ESTADO DE QUERÉTARO; 1, 11, FRACCIÓN VI, 38, FRACCIÓN XI, DEL REGLAMENTO INTERIOR DE LA COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS, PUBLICADO EN EL PERIÓDICO OFICIAL DEL GOBIERNO DEL ESTADO DE QUERÉTARO "LA SOMBRA DE ARTEAGA" CON FECHA 31 DE ENERO DE 2018; Y EN EL ACUERDO CDS04/OCT2023-OCT2024/A06, APROBADO POR EL CONSEJO DIRECTIVO EN LA CUARTA SESIÓN ORDINARIA DEL PERIODO OCTUBRE 2023- OCTUBRE 2024, DE FECHA 29 DE AGOSTO DE 2024 Y PUBLICADO EN EL MEDIO DE DIFUSIÓN DE REFERENCIA EL DÍA 13 DE SEPTIEMBRE DE 2024; SE FACULTA AL SUSCRITO PARA CERTIFICAR LA AUTENTICIDAD DE LOS DOCUMENTOS QUE OBRAN DENTRO DE LOS ARCHIVOS INTERNOS DE LA COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS, POR LO TANTO:

----- CERTIFICA -----

QUE LAS PRESENTES COPIAS FOTOSTÁTICAS CONCUERDAN DE FORMA FIEL Y EXACTA CON LOS ORIGINALES DE LA VERSIÓN PÚBLICA DE LA DOCUMENTACIÓN E INFORMACIÓN QUE ACREDITA LA VIABILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO DENOMINADO "SISTEMA BATÁN"; MISMO QUE SE TUVIERON A LA VISTA, SE COTEJARON Y OBRAN EN LOS ARCHIVOS DE LA COORDINACIÓN DE PROYECTOS ESPECIALES DE ESTA COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS, CERTIFICACIÓN QUE CONSTA DE 62 (SESENTA Y DOS) FOJAS ÚTILES. SE EXPIDE LA PRESENTE CERTIFICACIÓN PARA LOS EFECTOS LEGALES A QUE HAYA LUGAR A LOS 29 (VEINTINUEVE) DÍAS DEL MES DE MAYO DEL AÑO 2025 (DOS MIL VEINTICINCO), EN EL MUNICIPIO DE CORREGIDORA, QUERÉTARO. CONSTE-----

LIC. MIGUEL ANGEL MELGOZA MONTES
DIRECTOR GENERAL JURÍDICO
COMISIÓN ESTATAL DE AGUAS DE QUERÉTARO

Lic. JMAC