



Comisión Estatal del Agua
Gobierno de Baja California Sur

Términos de referencia. Diagnóstico del estado actual y proyecto ejecutivo de rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura de la planta de tratamiento de aguas residuales en Nopoló, municipio de Loreto.

TÉRMINOS DE REFERENCIA

Términos de referencia para elaborar el “DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL Y PROYECTO EJECUTIVO DE REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN NOPOLÓ, MUNICIPIO DE LORETO”.

Mayo de 2024



Contenido

Antecedentes	3
Objetivo	3
Alcances	4
Marco normativo	5
I. Trabajos preliminares	6
I.1 Levantamiento físico de los componentes de la planta de tratamiento	6
I.2 Visitas	9
I.3 Aforos	9
I.4 Muestreo y caracterización de las aguas residuales	10
I.5 Factores de diseño	12
I.6 Estudios topográficos	12
I.6.1 Trazo de poligonal de apoyo del levantamiento topográfico de la PTAR	12
I.6.2 Poligonal cerrada del predio de la PTAR	13
I.6.3 Levantamiento de planimetría desde el cárcamo hasta la PTAR	13
I.6.4 Levantamiento de los niveles de funcionamiento hidráulico de la PTAR	13
I.6.5 Dibujo de planos	13
I.6.6 Seccionamiento de lagunas (batimetría) a cada 10 m con estación total	14
II. Análisis y evaluación del tratamiento actual	14
II.1 Análisis del sistema de tratamiento	14
II.2 Análisis hidráulico	14
II.3 Análisis estructural y dictamen	14
II.4 Análisis eléctrico	15
II.5 Análisis mecánico	16
II.6 Análisis de equipamiento	16
II.7 Evaluación y dictamen del estado actual de la planta de tratamiento	16
III. Análisis y selección de alternativas para el sistema de tratamiento	17
III.1 Arreglo general del sistema de tratamiento y perfil hidráulico	17
III.2 Evaluación de alternativas	17
III.3 Análisis técnico y económico de alternativas	18
III.4 Criterios de comparación y evaluación de alternativas	18



III.5	Selección de la alternativa.....	19
IV.	Listado de acciones necesarias	19
IV.1	Lista de acciones necesarias a realizar a corto, mediano y largo plazo	19
V.	Proyecto conceptual.....	19
VI.	Proyectos ejecutivos de obras de construcción y/o rehabilitación de la PTAR Nopoló.....	21
VI.1	Geotecnia en la planta de tratamiento.....	22
VI.1.1	Actividades generales	22
VI.1.2	Trabajos de campo.....	22
VI.1.3	Trabajos de laboratorio	24
VI.1.4	Trabajos de gabinete	25
VI.1.5	Informe de geotecnia.....	25
VI.1.6	Conclusiones y recomendaciones	26
VI.2	Proyecto hidráulico	26
VI.3	Proyecto estructural	27
VI.3.1	Edificios	28
VI.3.2	Tanques.....	28
VI.4	Proyecto arquitectónico.....	29
VI.5	Proyecto eléctrico.....	30
VI.6	Proyecto mecánico	33
VI.7	Estudio del aprovechamiento actual de las aguas residuales tratadas y propuestas de reúso.....	37
VI.8	Manual de operación y mantenimiento	38
VI.9	Paquete para licitación.....	39
VI.9.1	Planos de documento de concurso	39
VI.9.2	Catálogo de obra.....	39
VI.9.3	Matrices de precios unitarios.....	40
VI.9.4	Especificaciones de obra civil, equipos e instalaciones.....	41
VI.9.5	Números generadores de obra.....	42
VI.9.6	Conceptos fuera de catálogo general de la CONAGUA	42
VI.9.7	Calendario de actividades.....	42
VII.	Elaboración de informes parciales e informe final.....	43



Antecedentes

Nopoló, ubicada en el municipio de Loreto, BCS, es una localidad turística con 752 viviendas de las cuales, el censo de población 2020, reporta que sólo 47 de ellas se encuentran ocupadas con un total de 103 habitantes, lo que muestra que se trata de una localidad donde predomina la población flotante, en ciertas temporadas en el año.

La cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario es del 100 % y se le da tratamiento al 100% de las aguas recolectadas a través de la red de alcantarillado en la planta de tratamiento de aguas residuales denominada como PTAR Nopoló, ubicada en las inmediaciones de la localidad.

Dicha planta de tratamiento de aguas residuales tiene una capacidad instalada de 30 l/s y un caudal tratado de 8 l/s de acuerdo con el Inventario Nacional de Plantas Municipales y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación de diciembre 2022; se localiza en el punto coordinado 25°55'32.94"N - 111°22'22.76"O, con acceso en el km +110 del tramo Puerto Escondido -Nopoló de la carretera Transpeninsular.

El proceso de tratamiento de las aguas residuales se realiza a través de un procedimiento biológico convencional de lodos activados, con un tren de tratamiento que se compone de: pretratamiento > sedimentador primario > reactor biológico > sedimentador > desinfección; mientras que los lodos se deshidratan a través de un filtro banda.

La descarga para el agua residual tratada se localiza en el punto coordinado 25°55'32.80"N -111°22'20.36"O, y es directa al suelo.

Objetivo

El objetivo primordial de la elaboración del estudio diagnóstico es la evaluación del sistema de tratamiento de las aguas residuales desde una óptica técnica, económica, ambiental, de eficiencia, aplicabilidad y normativa; para en consecuencia presentar un cronograma a corto, mediano y largo plazo de acciones necesarias para el correcto funcionamiento, que incluya una propuesta de proyectos ejecutivos necesarios en la planeación para su operación y cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Para el desarrollo de los trabajos, la Comisión Estatal del Agua (CEA), proporcionará la información técnica y/o administrativa con la que cuente.



Alcances

La empresa consultora deberá cumplir con estos términos de referencia, analizando las condiciones actuales y futuras para integrar su propuesta de acciones necesarias, considerando para ello la normatividad aplicable a satisfacción de la CEA.

Se deberá incluir en el estudio, el cárcamo que recolecta las aguas de la red de alcantarillado sanitario y el emisor que las conduce hasta la PTAR Nopoló.

Los trabajos preliminares considerarán todas aquellas actividades que sean necesarias realizar previo a la evaluación del funcionamiento de la planta de tratamiento, como lo son el conocimiento amplio de la composición física de la planta de tratamiento, aforos, muestreo y caracterización de las aguas residuales, así como la determinación de los factores de diseño actuales y proyectados a futuro.

Se realizará un levantamiento con GPS de alta precisión de los niveles críticos de la infraestructura de drenaje sanitario y tratamiento.

Para la valoración del tratamiento actual deberá presentar su análisis, evaluación y dictaminación de los diferentes sistemas que forman parte de la planta de tratamiento (sistema hidráulico, estructural de la obra civil, eléctrico, mecánico, de equipamiento y ambiental, así como los costos por bombeo, mantenimiento y tratamiento).

Tomando como base el *análisis y evaluación del tratamiento actual*, de encontrarse necesario, la empresa consultora deberá presentar las alternativas de mejora y/o solución para cada apartado. Las alternativas propuestas, necesariamente deberán considerar la normatividad aplicable, los preceptos de vida útil de las instalaciones y equipos, eficiencia, economía, factibilidad técnica, viabilidad operativa y aplicabilidad en la localidad específica.

Las alternativas de mejora emanarán a un listado de acciones, diferenciando las que sean de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, de ampliación, adecuación y de mejora, señalando las que requieran de proyecto ejecutivo; para la construcción y/o rehabilitación de obras a corto plazo, deberá incluirse el o los proyectos ejecutivos, según sea el caso, debiendo anexarse en paquetes independientes cada uno, los cuales deberá incluir los planos, detalles, especificaciones, matriz de precios unitarios, catálogo de conceptos, generadores, memorias descriptivas, de cálculo y diseño de equipos, cronograma de actividades, programa de obra; todo esto de acuerdo con los Manuales de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento (MAPAS) y la normatividad aplicable. En caso de no requerirse obras en el corto plazo, deberá elaborarse el proyecto ejecutivo de las obras planteadas a mediano y/o largo plazo, previo visto bueno de la CEA.



Se deberá revisar la existencia de los manuales de operación, mantenimiento y limpieza de la planta, llevando a cabo la actualización necesaria; en caso de no existir, se deberán elaborar. En dichos manuales se debe establecer el marco legal de la operación de la planta, las normas internas, los procedimientos para la operación, los procedimientos para cada operador, así como el control, manejo, tratamiento y disposición de los residuos generados por la planta de tratamiento, el manual deberá contar con diagramas de flujo de los procedimientos, y demás información pertinente.

Se entenderá por corto plazo, el periodo comprendido menor a 3 años, mediano plazo al correspondiente entre 3 y 10 años y largo plazo, al mayor de 10 años.

Al término de ejecución del contrato, deberá presentar dos tantos impresos y digital del informe final, previa aprobación de la CEA.

Marco normativo

La empresa consultora, para el cumplimiento contractual, considerará de manera enunciativa más no limitativa, todas las actividades necesarias para cumplir con los requerimientos de los términos de referencia, dando cumplimiento a la normatividad de orden federal, estatal y local e internacional, para garantizar el producto esperado.

Para lo cual se muestra a continuación la normatividad a considerar, de manera enunciativa mas no limitativa.

- Manuales de agua potable y alcantarillado sanitario de la CONAGUA.
- Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).
 - o Capítulo C.1.3 “Diseño por Sismo”
 - o Capítulo C.1.4 “Diseño por Viento”
 - o Capítulo C.2.5 “Tanques y Depósitos”
- Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI-318-R05) y comentarios.
- Estructuras de Concreto para el Mejoramiento del Medio Ambiente (ACI-350-R05).
- Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), Manuales.
- Asociación Americana de Obras de Agua (AWWA).
- Asociación de Cemento Portland (PCA).
- Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE).
- Instituto Mexicano de Construcción de Acero (IMCA)
- Instituto Americano de Construcciones de Acero (AISC).
- Sociedad Americana de Soldaduras (AWS).
- Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME)



- American National Standards Institute (ANSI)
- Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
- Instrument Society of America (ISA)
- National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
- Ley de la Industria Eléctrica, publicada el 11 de agosto de 2014.
- Norma oficial mexicana NOM-007-ENER-2014, sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- Norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2018 instalaciones eléctricas.
- Norma oficial mexicana NOM-022-STPS-2008, relativa a las condiciones de seguridad en los centros de trabajo donde la electricidad estática represente un riesgo.
- Norma oficial mexicana NOM-025-STPS-2008, relativa a los niveles y Condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo.
- Norma mexicana NMX-J-549-ANCE-2005, relativa al sistema de Protección contra tormentas eléctricas especificaciones, materiales y Métodos de protección.
- Cálculo, Estudio y Diseño de Instalaciones Eléctricas de la CONAGUA
- Norma NMX-J-098-ANCE-1999 Sistemas Eléctricos De Potencia - Suministro - Tensiones Eléctricas - Normalizadas.
- Illuminating Engineering Society (IES)
- Normas técnicas complementarias
- Manual AHMSA para ingenieros.
- Reglamento de construcciones para el estado de Baja California Sur
- NOM-001-SEMARNAT-2021
- NOM-003-SEMARNAT-1997
- NOM-004-SEMARNAT-2002

I. Trabajos preliminares

I.1 Levantamiento físico de los componentes de la planta de tratamiento

La empresa consultora llevará a cabo el levantamiento físico de la infraestructura, equipos y accesorios de la planta de tratamiento, incluyendo el cárcamo y el emisor que conduce hasta la PTAR el agua residual, así como las líneas de agua y lodos, siguiendo el orden lógico del proceso.

Se levantará una “hoja de control” con el nombre de cada unidad, por cada uno de los módulos de tratamiento. Se deberán incluir los siguientes conceptos: ubicación, objetivo de la unidad, tipo y características que la definen, número de unidades, tipo de arreglo funcional, dimensiones por unidad y conjunto, croquis o dibujos con las dimensiones, tipo y forma de la entrada y salida, cumplimiento de normatividad (líneas de agua y lodos) y ubicación referenciada; además, régimen de operación,



niveles, características y parámetros de diseño y operación, descripción de cada unidad y problemática detallada.

Las actividades por desarrollar tienen por objetivo detectar las fallas o deficiencias de la infraestructura civil, tanto en el equipo mecánico, como civil, y eléctrica que interfieren para que el cárcamo y la planta opere eficientemente. Los trabajos se desarrollarán tomando como base las unidades siguientes:

- Levantamiento civil:
 - o Cárcamo
 - o Edificaciones
 - o Obras complementarias
- Levantamiento mecánico:
 - o Bombas
 - o Sopladores
 - o Mezcladores
 - o Filtro banda
 - o Válvulas
- Levantamiento eléctrico:
 - o Subestaciones
 - o Plantas de emergencia
 - o Centros de control
 - o Sistemas de distribución y conexiones
 - o Sistemas de protección
 - o Sistemas de instrumentación y control
- Levantamiento hidráulico:
 - o Medición de flujo, afluente y efluente
 - o Tuberías
 - o Emisor (de alimentación)
- Revisión de proceso de tratamiento:
 - o Pretratamiento
 - o Sedimentadores
 - o Tratamiento secundario
 - o Sistema de desinfección
 - o Digestor de lodos
 - o Deshidratación de lodos
 - o Sistema de recirculación
- Revisión complementaria



- o Manejo de lodos y disposición final
- o Reúso del agua residual tratada
- o Áreas de operación, mantenimiento y almacén
- o Áreas verdes
- o Sistema eléctrico y de protección (incluye subestación y CCM)
- o Edificios de administración
- o Laboratorio, vigilancia, almacén, entre otros
- o Fontanería y accesorios para control de flujo

Se deberán incluir todos los accesorios y/o componentes que son necesarios para el buen funcionamiento de las unidades de tratamiento de las líneas de agua y lodos, como son: cribas, desarenadores, bombas, motores, desengrasantes, tornamesas, rastras, aireadores y mezcladores mecánicos, tuberías, válvulas, equipos y accesorios de difusión, compuertas, vertedores, deflectores, canales, subestaciones, transportadores, CCM, arrancadores, sistemas de tierras, equipos de mezclado de reactivos, equipos de deshidratado de lodos, equipo de cloración, equipo de medición y control, entre otros.

Por cada componente se preparará una “hoja de control” con el nombre de la unidad, nombre del componente, número de equipo, ubicación, datos de placa, función del equipo, dimensiones, potencia, voltaje, amperaje, velocidad, gasto, antigüedad estimada y condiciones de operación. Asimismo, se deberán incluir las características más importantes, estado físico y funcional, datos de diseño, descripción general y la problemática que incide en el funcionamiento de la unidad de proceso.

Con los resultados del levantamiento se efectuará un resumen por unidad, incluyendo su identificación, donde se desarrollarán los aspectos y observaciones más importantes y la problemática encontrada. Se incluirán planos en planta, perfiles, cortes y detalles, además de la instalación del equipamiento interno y externo, incluyendo elevaciones de plantillas y coronas u otros componentes, así como los niveles de operación y diseño.

Adicionalmente, se desarrollará el listado de unidades y equipos con fallas, en el que se concentrará la descripción de todas las unidades de proceso, así como sus componentes o equipos, siguiendo el arreglo del proceso. En cada caso se incluirán las fallas y deficiencias detectadas, ya sea por pruebas, análisis o cálculos, se incluirán los valores o registros obtenidos por pruebas de medición en el diagnóstico, comparándolos con los recomendados para un funcionamiento óptimo. En las unidades de proceso se incluirán las concentraciones, eficiencias y parámetros esperados o recomendados para cada caso, complementando con las soluciones y recomendaciones obtenidas de cálculos, análisis funcional y comparativo por lineamientos y recomendaciones de fabricantes y normas para cada equipo,



incluyendo en los casos que lo requieran, los dibujos o planos que permitan, llevar a cabo el mantenimiento y/o rehabilitación necesaria.

*Para fines de pago del apartado 1.1 **Levantamiento físico de los componentes de la planta de tratamiento**, la empresa consultora deberá entregar un INFORME, que incluya una memoria fotográfica de los recorridos de campo efectuados, las conclusiones de estos y minuta de los recorridos donde se asienten las fechas de realización y las personas que intervinieron en ellos, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será “Documento” y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la Residencia.*

1.2 Visitas

La empresa consultora realizará por lo menos 3 (tres) visitas técnicas a los lugares en donde se efectuarán los trabajos de la PTAR Nopoló, en el municipio de Loreto. Las visitas se llevarán a cabo preferentemente en compañía del personal de la CEA, serán principalmente para recabar datos, realizar y verificar trabajos para el análisis de alternativas y presentación de avances de los trabajos. Estas visitas no incluyen a las brigadas del personal de la empresa consultora para la realización de los estudios mencionados en los capítulos correspondientes.

*Para fines de pago del apartado 1.2 **Visitas**, la empresa consultora deberá entregar un INFORME, que incluya una memoria fotográfica de las visitas efectuadas y minuta de los recorridos donde se asienten las fechas de realización y los representantes de la Comisión Estatal del Agua que intervinieron en ellos, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será “Visita” y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la Comisión Estatal del Agua.*

1.3 Aforos

El programa que se diseñe deberá, detectar las variaciones diarias, en flujo y calidad de las aguas residuales. Las mediciones y tomas de muestras se realizarán durante siete días alternados, un día sí y el otro no, se evitará tomar muestras en épocas de lluvia, ya que las condiciones de calidad se verían alteradas.

El punto de aforo será señalado por la CEA a la empresa consultora, se medirá el gasto 12 veces por día (aforo cada 2 horas), resultando en siete días 84 mediciones.

El programa de aforo y muestreo de las descargas se deberá diseñar de tal forma que las descargas seleccionadas representen al menos el 80% del caudal esperado en la planta de tratamiento y se deberá indicar su número, tipo e importancia, magnitud y calidad de las aguas residuales.



De acuerdo con el recorrido efectuado en campo, se podrán aforar aquellas descargas que se identifiquen, que sean relevantes por su gasto de aportación. Cuando se trate de aguas de origen industrial, se deberán aforar, y se evaluarán los inconvenientes de su incorporación al sistema de tratamiento. En el caso de descargas de origen municipal se considerarán las descargas más representativas de la localidad.

De acuerdo con el tipo de descarga se deberán aplicar los métodos exactos de medición. No se aceptarán métodos inexactos de medición. La empresa consultora deberá de adaptar y proveer los equipos y accesorios necesarios, así como su instalación, para llevar a cabo los trabajos de medición, y al final de las actividades, los equipos o instalaciones deberán retirarse de cada sitio, que deberá quedar como originalmente se encontraba.

La cuantificación del gasto medio de tratamiento en la planta se deberá definir y comparar con los gastos aforados relacionados con el gasto de las fuentes de abastecimiento de agua potable, las pérdidas del sistema de abastecimiento y las coberturas de los servicios de agua potable y alcantarillado, que sustenten los resultados de los aforos. Para determinar el período de saturación del proyecto, el gasto de diseño deberá ser congruente con la proyección de la población al horizonte de proyecto y con los planes de control de fugas. Conocido el gasto de proyecto, se deberá determinar la modulación del sistema.

Los resultados se presentarán en gráficas y se analizarán considerando un horizonte de planeación de proyecto a 20 años, de requerirse obras de crecimiento, se plantarán en etapas a corto, mediano y largo plazo.

Para fines de pago del apartado 1.3 Aforos, la empresa consultora deberá entregar un INFORME, que incluya una memoria con los aforos efectuados en gráficas que se analizarán con el horizonte de planeación de proyecto a 20 años, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "Aforo" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.

1.4 Muestreo y caracterización de las aguas residuales

Para definir las características fisicoquímicas del influente del sistema de tratamiento, se deberán localizar las estaciones de muestreo en los sitios definidos previamente por el reconocimiento de campo, uno deberá coincidir con el punto de la estación de aforo.

En forma simultánea al aforo y en los puntos fijados en las estaciones de monitoreo, se deberán coleccionar muestras simples, cada cuatro horas. Se deberán tomar y analizar seis muestras por día por estación de monitoreo. La toma de muestras se



deberá realizar durante los siete días de la semana en forma alternada un día sí y un día no, resultando 42 muestreos y análisis de campo por estación de muestreo (6 muestras diarias por 7 días). Se deberá evitar el muestreo en días lluviosos debido a las interferencias que se producen, por lo que no se considerarán como válidos los muestreos que pudieran realizarse.

Los puntos de muestreo serán tales que las descargas seleccionadas representen al menos el 80% del caudal esperado en la planta de tratamiento y deberán señalarse en imagen satelital con coordenadas específicas de cada punto seleccionado.

A cada muestra simple o puntual se deberán determinar los siguientes análisis de campo: temperatura ambiente y del agua residual, pH, conductividad eléctrica, color, olor y sólidos sedimentables.

Los resultados obtenidos, tanto del aforo como del análisis en campo, se deberán registrar en formatos previamente aprobados por la residencia de la contratante.

Con el volumen restante de las muestras simples colectadas cada cuatro horas, previamente preservadas y almacenadas, se deberá conformar una muestra compuesta, en función del gasto de 24 horas por estación. Se tratará de que el muestreo finalice en horas de la mañana, con la finalidad de tener el tiempo suficiente para enviar las muestras al laboratorio para su análisis inmediato.

El periodo de cada muestreo compuesto será por 24 horas y durante siete (7) días para cada estación de muestreo, por lo que se obtendrán 7 muestras compuestas por estación.

Las muestras compuestas de 24 horas serán entregadas en el material y condiciones de estabilidad adecuadas.

Los procedimientos para la colección, preservación, almacenamiento y transporte de las muestras deberán ser los que se señalan en las Normas Oficiales Mexicanas o, en su defecto, se seguirán las recomendaciones indicadas en el "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater" en su última edición.

Una vez entregadas las muestras compuestas al laboratorio, se deberán llevar a cabo los análisis físicos, químicos y bacteriológicos establecidos en la Normatividad aplicable y vigente, de acuerdo con la clasificación del o de los cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales de la localidad.

Finalmente, los resultados previamente integrados y analizados se deberán evaluar para determinar los gastos y la composición de las aguas residuales, su variación en el tiempo y los niveles de tratamiento necesarios para cumplir los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021.



Para fines de pago del apartado I.4 Muestreo y Caracterización de las Aguas Residuales, la empresa consultora deberá entregar un INFORME, que incluya los resultados de los muestreos efectuados, con las conclusiones de los análisis efectuados, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "Muestra Compuesta" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.

I.5 Factores de diseño

Tomando en cuenta las dotaciones, la información disponible de la población, y su proyección a los horizontes de planeación, se estimará el gasto de diseño teórico con las condiciones actuales, mismo que se comparará con el gasto de diseño con el cual se construyó la PTAR Nopoló. De ser necesario, se estudiarán opciones de modulación del sistema, considerando el incremento en la población y en los servicios de agua potable y alcantarillado, en un horizonte a 10 años y un horizonte de planeación de diseño final de 20 años.

Conforme a la caracterización del agua residual y a la definición de los gastos de diseño, su proyección y modulación, en su caso, se deberán fijar también los parámetros de calidad requeridos tanto a la entrada como salida del sistema.

Para fines de pago del apartado I.5 Factores de Diseño, la empresa consultora deberá entregar un INFORME, que incluya los factores de diseño analizados, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "Informe" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.

I.6 Estudios topográficos

Para la elaboración de los levantamientos topográficos se debe recabar previamente la información cartográfica, fotogramétrica y topográfica existente sobre el área en estudio.

Al menos se deberá realizar el levantamiento de la poligonal de apoyo, poligonal cerrada del predio de la PTAR, poligonal abierta de la línea de conducción de aguas crudas y nivelación del predio de la PTAR.

I.6.1 Trazo de poligonal de apoyo del levantamiento topográfico de la PTAR

El trazo de apoyo de la poligonal debe hacerse con al menos tres mojoneras de concreto precoladas, en el centro de la cara superior de la mojonera debe colocarse una varilla de $\frac{3}{4}$ " de diámetro, con punta de bala que defina la línea de trazo.



También es necesario colocarla centrada y se fije una placa de aluminio grabada en la base superior marcando sobre ello con número de golpe en la mojonera. Al excavar para hincar la mojonera se debe apisonar el fondo y después el relleno, dejando sobresalir la mojonera de 10 a 15 cm sobre el nivel del terreno, se deberá colocar primero la mojonera y después hacer las mediciones. Los P.I., P.S.T. y puntos importantes que correspondan al trazo de apoyo, deben quedar referenciados con dos mojoneras con las características antes mencionadas, o puntos fijos de las zonas como son bases de torre de transmisión, estribos de puentes, etc. Las mojoneras se situarán en lugares fijos y seguros, fácilmente identificables fuera del ancho de la franja a seccionar y se determinarán con ángulos y distancias.

Se deberá presentar plano de ubicación las mojoneras y en consecuencia a la poligonal de apoyo.

El levantamiento topográfico de la línea de apoyo se efectuará con base en poligonales abiertas por el método de fricciones. Los levantamientos serán con estación total o equipo de multi posicionamiento satelital, la orientación será magnética.

I.6.2 Poligonal cerrada del predio de la PTAR

Se deberá realizar el levantamiento de los puntos que limitan el predio de la PTAR y se presentará el plano correspondiente con cuadro de construcción y superficie del predio.

I.6.3 Levantamiento de planimetría desde el cárcamo hasta la PTAR

Se realizará levantamiento de niveles de arrastre del funcionamiento hidráulico, desde el cárcamo hasta el punto de descarga a la planta de tratamiento de aguas residuales.

I.6.4 Levantamiento de los niveles de funcionamiento hidráulico de la PTAR

Se realizará el levantamiento de los niveles de arrastre de la planta de tratamiento en todos sus puntos necesarios para realizar el análisis hidráulico correctamente.

I.6.5 Dibujo de planos

Los planos se dibujarán en planta a escala de 1:1000 hasta 1:5000 y perfil con escala horizontal de 1:1000 Hasta 1:5000 y vertical de 1:100 hasta 1:500, incluyendo cuadro de construcción, orientación, escala gráfica, croquis de localización, simbología, notas, numero de contrato, fecha y firma de los responsables de la empresa.



I.6.6 Seccionamiento de lagunas (batimetría) a cada 10 m con estación total

Esta sección de las lagunas existentes es apoyada sobre el trazo definitivo del proyecto y por lo regular deberán hacerse hasta el margen opuesto de la línea de apoyo, sin importar la longitud (batimetría) y en el lado opuesto de la sección se continuará hasta unos 5 m después de la base del talud con el terreno natural, la definición de levantamiento se llevará a través de una retícula de 10 x 10 m.

Para fines de pago del apartado I.6 Estudios topográficos, la empresa consultora deberá entregar un INFORME, que incluya los factores de diseño analizados, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "Estudio" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.

II. Análisis y evaluación del tratamiento actual

II.1 Análisis del sistema de tratamiento

Con la información obtenida en los trabajos preliminares y los estudios básicos, la empresa consultora realizará un análisis detallado del proceso de tratamiento actual, determinando el tipo de proceso, y la eficiencia de remoción de carga orgánica de cada una de las operaciones y procesos unitarios.

Realizará memoria de cálculo de proceso de cada una de las unidades de tratamiento de acuerdo con la caracterización de agua residual actual, esto con la finalidad de verificar la capacidad de tratamiento actual de la planta, para obtener una calidad de agua de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-2021.

II.2 Análisis hidráulico

La empresa consultora realizará el cálculo hidráulico de cada una de las unidades de tratamiento con la finalidad de determinar si el funcionamiento de la planta es el óptimo, así mismo debe realizar un perfil hidráulico del tren de agua y de lodos.

Asimismo, deberá realizar una revisión de la conducción de las aguas residuales desde el cárcamo hasta el punto de descarga a la planta de tratamiento de aguas residuales.

II.3 Análisis estructural y dictamen

La empresa consultora realizará una verificación del estado estructural de todos los elementos de concreto reforzado (tanques, edificios, cárcamos, etc), con la finalidad de dictaminar si es necesario realizar algún tipo de rehabilitación a corto, mediano o largo plazo.



II.4 Análisis eléctrico

La empresa consultora realizará una verificación de la obra eléctrica de la planta, de los estados que guardan las subestaciones eléctricas, circuitos de alimentación (acometida), tableros de distribución, circuitos derivados, los centros de controles de motores, las instalaciones eléctricas y las conexiones de cada uno de los equipos que la integran, con el fin de dictaminar el mantenimiento preventivo, correctivo o bien, si es necesario realizar una rehabilitación a corto, mediano o largo plazo.

La empresa consultora deberá revisar que:

- La máxima caída de tensión en alimentadores y ramales, medida en el punto de operación del equipo, a plena carga, no excederá el 5% de la tensión nominal del sistema, para iluminación interior y exterior, toma corriente.
- La corrección automática del factor de potencia sea mayor o igual al 0.90, a fin de reducir pérdidas, liberar capacidad del sistema, evitar multas de CFE y mejorar las condiciones de la tensión. Los capacitores deberán estar provistos de un dispositivo de descarga cuando no estén en operación.
- Que el alumbrado exterior proporcione la iluminación suficiente para las diferentes áreas de proceso, las cuales deberán tener una altura máxima comercial con la finalidad de contar con un radio de influencia tal que permita alumbrar adecuadamente.
- Que en las áreas generales exteriores donde no se requiera dar mantenimiento a equipos, se cuente con una iluminación mínima de 20 luxes de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-025-STPS-2008.
- En su caso, el sistema de protección contra descargas atmosféricas esté de conformidad con el "Lightning Protection Code" (NFPA 78).
- El sistema general de tierras sea el adecuado, indicando sus características e instalación.

Se elaborará un plano para el análisis del sistema eléctrico (Diagrama Unifilar), se identificará y suministrará información sobre las capacidades de los componentes principales, fuente de alimentación, circuito de alimentación, circuito derivado y carga instalada (Subestación, acometida, tipo de medición, tablero de distribución, tablero de control de motores motor eléctrico, voltaje de alimentación, amperaje, caída de tensión, calibre de conductor), y se determinará si es necesaria su rehabilitación a corto, mediano o largo plazo.



Se realizará la memoria de cálculo eléctrico, para determinar la máxima capacidad de la subestación eléctrica, con el fin de determinar si es necesaria su rehabilitación a corto, mediano o largo plazo.

Se realizará reporte de las condiciones eléctricas que guarda cada uno de los equipos que integra la planta, con la finalidad determinar si es necesaria su rehabilitación a corto, mediano o largo plazo.

II.5 Análisis mecánico

La empresa consultora realizará una verificación de la obra mecánica en cada una de las estructuras que integra la planta de tratamiento, como es: compuertas, rejillas, charolas, vertedores, tuberías de descarga de bombas, tuberías de interconexión entre las unidades del proceso, sistema de rastras de los sedimentadores, tuberías de alimentación de aire, sistemas de fijación de los equipos.

Entregará un listado de los equipos que requieren mantenimiento preventivo, correctivo y sustitución si es el caso, en el corto, mediano o largo plazo.

II.6 Análisis de equipamiento

La empresa consultora realizará una verificación del equipo instalado en cada una de las unidades de tratamiento, tales como bombas, mecanismo de rastras de sedimentadores, sistema de los reactores biológicos aerobios y anaerobios, sistema de desinfección, y sistema de tratamiento de lodos. Realizará un análisis de las eficiencias de trabajo de las bombas.

Realizará un dictamen del equipamiento, el cual deberá incluir el análisis de tuberías, válvulas y conexiones, y se determinará si es necesaria su sustitución y/o rehabilitación a corto, mediano o largo plazo.

II.7 Evaluación y dictamen del estado actual de la planta de tratamiento

La empresa consultora realizará el dictamen del estado de funcionamiento de la planta de tratamiento en cada uno de los apartados anteriores, así como un dictamen de la evaluación completo de la planta de tratamiento, donde indicará la capacidad de tratamiento actual para cumplir la NOM-001-SEMARNAT-2021, el tipo de proceso, la eficiencia de remoción de materia orgánica, así como los costos de operación actualmente erogados.

Determinará el funcionamiento de la PTAR con el caudal de proyecto, incluyendo la calidad del efluente esperada y generación de lodos.



*Para fines de pago del apartado II. **Análisis y evaluación del tratamiento actual**, la empresa consultora deberá entregar un INFORME, que incluya los factores de diseño analizados, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "ESTUDIO" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.*

III. Análisis y selección de alternativas para el sistema de tratamiento.

Con base en el análisis y evaluación del tratamiento actual se definirán las acciones factibles para proporcionar la eficiencia de remoción requerida para cada parámetro establecido en la NOM-001-SEMARNAT-2021.

Se deberán analizar al menos tres alternativas de tratamiento tomando en consideración las condiciones actuales, los costos estimados de inversión y de operación de cada una de las alternativas de tratamiento tanto para la línea de agua como la línea de lodos.

III.1 Arreglo general del sistema de tratamiento y perfil hidráulico

Se deberá realizar el arreglo general y perfil hidráulico para cada uno de los procesos de tratamiento, considerando todas las fases de tratamiento, incluyendo la llegada y disposición final, se deberá tomar en cuenta:

- Dar preferencia a los sistemas de bajo costo de operación y mantenimiento para alcanzar la calidad de agua efluente;
- Buscar el funcionamiento a gravedad, evitando, dentro de lo posible, la utilización de equipo de bombeo.

Los arreglos propuestos deberán de describirse en forma amplia, considerando sus ventajas y desventajas, así como sus aspectos operacionales más importantes tanto en el manejo de la línea de agua como de lodos, en cada caso deberá de incluirse un diagrama de proceso como de flujo y su respectivo balance de materia.

III.2 Evaluación de alternativas

Conforme a las alternativas seleccionadas, se realizará la evaluación de éstas a nivel de pre-dimensionamiento de las unidades, para conocer los costos y eficiencia en forma global, se deberá considerar el "Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento" de la CONAGUA y, para procesos no cubiertos en este se utilizarán, referencias tales como los manuales de diseño de la WEF (MOP 8, entre otros), de la AWWA, EPA, HI, OPS y CONAGUA, entre otras referencias bibliográficas de diseño.



Todos los análisis relativos a las alternativas propuestas deberán ir acompañados de la simulación del proceso por medio de software como CAPDET, BLOWIN o similares; la empresa consultora podrá presentar justificación para el análisis por otro medio y la residencia será quien lo aprobará.

III.3 Análisis técnico y económico de alternativas

Conforme a las alternativas consideradas, se analizarán las consideraciones técnicas de cada alternativa, considerando la factibilidad de operabilidad, mantenimiento, eficiencia de remoción de contaminantes, flexibilidad, consideraciones de espacio necesario, etc.

Se realizarán las evaluaciones económicas de su aplicación la que deberá considerar lo siguiente:

- Costos estimados preliminares de inversión, operación y mantenimiento de cada alternativa analizada.
- Costos estimados anuales totales y de metro cúbico tratado.

III.4 Criterios de comparación y evaluación de alternativas

Las alternativas deberán comparar al menos:

- Importe de inversión.
- Costos de operación y mantenimiento, unitario y anualizado.
- Calidad del agua del afluente.
- Cumplimiento de la normatividad ambiental.
- Flexibilidad ante variaciones de caudal y carga de contaminantes, así como antes fenómenos externos.
- Requerimiento de espacio.
- Grado de automatización, vulnerabilidad y riesgo de fallo.
- Rapidez de ejecución.
- Trámites y legalizaciones para factibilidad.
 - o Autorizaciones ambientales.
 - o Complejidad de seguimiento a la normatividad ambiental (planes de manejo de residuos peligrosos).
- Obras accesorias, complementarias y anexas requeridas.
- Obras relevantes.
- Posibles beneficios sociales y ambientales.
- Tiempo de ejecución de la alternativa.



III.5 Selección de la alternativa

Conforme con los criterios de comparación y evaluación de las alternativas, se seleccionará la alternativa más viable, en común acuerdo, la empresa consultora, la Comisión Estatal del Agua y el representante del Organismo Operador.

Cada alternativa deberá tener en sus criterios de comparación y evaluación una calificación, para que llegue a una evaluación o calificación final, lo cual será tomado en cuenta para la selección de la alternativa de tratamiento.

*Para fines de pago del apartado III. **Análisis y selección de alternativas para la definición del sistema de tratamiento del proyecto ejecutivo**, la empresa consultora deberá entregar un INFORME, que incluya los factores de diseño analizados, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será “ESTUDIO” y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.*

IV. Listado de acciones necesarias

IV.1 Lista de acciones necesarias a realizar a corto, mediano y largo plazo

Las necesidades de adecuaciones para una correcta operación, así como las propuestas de mejora, emanarán a un listado de acciones, diferenciando las que sean de mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, de ampliación, adecuación y de mejora, señalando las que requieran de proyecto ejecutivo y si se necesitan realizar a corto, mediano o largo plazo.

*Para fines de pago del apartado IV. **Listado de acciones necesarias**, la empresa consultora deberá entregar un LISTADO DE ACCIONES, que incluya las características, la temporalidad, el tipo, los alcances y cualquier observación relevante para la toma de decisiones en lo correspondiente a la operación y programación para el adecuado funcionamiento de la PTAR Nopoló, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será “LISTADO DE ACCIONES” y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.*

V. Proyecto conceptual

Se deberá desarrollar el proyecto conceptual de las unidades y edificaciones de las obras necesarias a corto, mediano y largo plazo, el cual deberá realizarse conforme a la normatividad aplicable.



El proyecto conceptual deberá cumplir con las necesidades de espacios, áreas apropiadas, considerando la orientación, iluminación y accesos, evaluando los criterios o sistemas constructivos y tipo de materiales de la región.

El proyecto conceptual se deberá elaborar tomando en cuenta el levantamiento de las estructuras existentes, deberá considerar: la interconexión actual de las unidades de tratamiento, las unidades de regulación y medición de flujo, bombeo de agua residual dentro de las plantas, pretratamiento, unidades que conforman el sistema de tratamiento, obra de alejamiento, obras de demasías, derivación o by-pass, obras hidráulicas de interconexión y/o desviación, etc.

Los parámetros de diseño se deberán apegar a las guías presentadas en el "Manual de Agua Potable y Alcantarillado" de la Comisión Nacional del Agua y, para procesos no cubiertos en este se utilizarán, referencias tales como los manuales de diseño de la WEF (MOP 8, entre otros), de la AWWA, EPA, HI, OPS, y CONAGUA, entre otras referencias bibliográficas de diseño.

El diseño deberá de considerar las condiciones mínimas, medias y máximas de operación del sistema de tratamiento, por lo cual los cálculos y comportamientos a estas condiciones deberán de incluirse en las respectivas memorias de cálculo y perfiles o planos además de incluirse en los respectivos manuales de operación.

La empresa consultora deberá incluir planos del estado actual que guarda la infraestructura y proyecto de rehabilitación y/o adecuación y/o sistema de tratamiento nuevo según sea el caso, por separado.

El diseño deberá estar acompañado de su respectiva memoria de cálculo, deberá incluir todos los parámetros y constantes de diseño necesarios para el dimensionamiento de todas las unidades que integrará la planta de tratamiento, así como las referencias bibliográficas de los parámetros de diseño empleados. El cálculo deberá de incluir las condiciones de diseño mínimas, medias y máximas, que como consecuencia dará el comportamiento y requerimientos a estas condiciones. Deberá de incluirse el cálculo del comportamiento del proceso a condiciones extremas tanto en lo hidráulico como por carga orgánica, de microorganismos y temperatura.

Los cálculos se deberán desglosar o detallar y no se aceptarán solo resultados finales de los mismos, en el caso de cálculos iterativos deberá de incluirse el cálculo inicial como ejemplo.

Los datos o parámetros de diseño o cálculo deberán de incluirse en los planos, como ejemplo en los funcionales, en cada caso los datos que les correspondan por unidad, por módulo y conjunto. En el caso de utilizarse equipo de patente deberá de



seleccionarse el más adecuado para las necesidades del proceso y los cálculos deberán de adecuarse o ajustarse al mismo.

La empresa consultora deberá de desarrollar el balance de materia del sistema de tratamiento por unidad de proceso y del conjunto, tanto de la línea de agua como de lodos y microorganismos.

Una vez dimensionadas las obras requeridas, se deberá realizar la localización y ubicación de éstas dentro del área disponible para su arreglo dimensional, en función de la disponibilidad del terreno y su topografía; se deberá elaborar el perfil hidráulico con todas las unidades y conexiones, para evaluar las pérdidas de carga y poder realizar los ajustes hidráulicos necesarios. Se deberá optimizar el arreglo de tal forma que se reduzca la interconexión de las unidades, tubería y accesorios, bombeo y equipos auxiliares (en su caso), así como el movimiento de tierras. Se deberá incluir el perfil hidráulico.

Se deberán describir cada una de las unidades que integran el sistema de acuerdo con el plano de arreglo general de la planta, el que incluirá los ejes y cotas del trazo, para la ubicación de las unidades.

Se deberán considerar los diseños realizados de las líneas de conducción y disposición en este arreglo, con sus características geométricas e hidráulicas, obras conexas y de vertido final.

El arreglo de conjunto se efectuará tomando en consideración las unidades, tuberías, obra mecánica y eléctrica existente.

*Para fines de pago del apartado V. **Proyecto Conceptual**, la empresa consultora deberá entregar un PROYECTO, que incluya los factores de diseño analizados, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "PROYECTO" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.*

VI. Proyectos ejecutivos de obras de construcción y/o rehabilitación de la PTAR Nopoló

Dado el desarrollo del proyecto conceptual, y considerando el análisis y evaluación del tratamiento actual, deberán elaborarse el o los proyectos ejecutivos que constarán de al menos los siguientes conceptos:

- Mecánica de suelos.
- Proyecto hidráulico.



- Proyecto estructural.
- Proyecto arquitectónico.
- Proyecto eléctrico.
- Proyecto mecánico.
- Proyecto de reutilización de agua residual tratada.

Para la construcción y/o rehabilitación de obras a corto plazo, deberá incluirse el o los proyectos ejecutivos, según sea el caso, debiendo anexarse en paquetes independientes cada uno, los cuales deberá incluir los planos, detalles, especificaciones, matriz de precios unitarios, catálogo de conceptos, generadores, memorias descriptivas, de cálculo y diseño de equipo mecánicos, cronograma de actividades, programa de obra; todo esto de acuerdo con el MAPAS y la normatividad aplicable. En caso de no requerirse obras en el corto plazo, deberá elaborarse el proyecto ejecutivo de una de las obras planteadas a mediano y/o largo plazo, previo visto bueno de la CEA.

VI.1 Geotecnia en la planta de tratamiento

En caso de que se requiera una estructura nueva, se determinará de común acuerdo con la Comisión Estatal del Agua, la realización del estudio geotécnico correspondiente, **para lo cual deberá solicitar la aprobación por escrito.**

VI.1.1 Actividades generales

a) Recopilación de Información.

La empresa consultora deberá estudiar toda la información disponible con objeto de que interprete, seleccione, complemente y amplíe la descripción de las características geotécnicas del sitio considerado. Esta información deberá ser presentada a la dependencia para su aprobación y deberá incluir la sismicidad de la región a la que pertenece el sitio. La empresa consultora realizará las visitas técnicas necesarias al lugar, en compañía de personal de la supervisión del proyecto.

VI.1.2 Trabajos de campo

En el predio se realizarán dos sondeos a base de penetración estándar, y muestreo con tubo de pared delgada (Tipo Shelby) o con barril doble giratorio, según el caso, llevados hasta una profundidad máxima de 12.00 m. Además, en cada sitio propuesto se complementará la exploración geotecnia por lo menos con un pozo a cielo abierto llevados a 4 m de profundidad como mínimo.



Los pozos a cielo abierto hasta una profundidad de 4 m o antes si aparece roca, con la supervisión asignada, se tomarán las fotografías respectivas para conformar el álbum identificando cada pozo excavado. A las muestras obtenidas se le determinarán propiedades índices (contenido de agua, límites de consistencia y granulometría simplificada) y propiedades "in situ", tales como peso volumétrico natural y grado de compacidad.

Con objeto de elaborar perfiles estratigráficos dentro de la zona considerada, se determinarán en laboratorio las propiedades índices de los suelos encontrados para su posterior clasificación según el SUCS, se tomarán muestras alteradas en cada cambio de estrato y en cada uno de los pozos excavados.

Las muestras se tomarán a medida que progrese la excavación o bien una vez terminada ésta, abriéndose una ranura vertical de sección uniforme, de 20 cm de ancho por 15 cm de profundidad, recogiendo el material representativo de los diferentes estratos por separado, o bien, en costales de malla cerrada para evitar pérdidas de material fino.

Simultáneamente a la toma de muestras descrita en el punto anterior, se tomará en cada cambio de estrato y en cada uno de los pozos excavados, muestras de material representativo, mismas que serán analizadas en laboratorio para determinar todos los parámetros necesarios.

Análogamente la empresa consultora ejecutará los trabajos que se requieran, para obtener durante los sondeos profundos la información de la resistencia a la penetración estándar, efectuando en forma simultánea la clasificación de campo, basada en los lineamientos que marca el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Basada en esta información índice, la empresa consultora deberá obtener muestras inalteradas, representativas de cada uno de los estratos de suelo cohesivo que se vayan detectando. Estas muestras inalteradas se deberán obtener con muestreador de pared delgada hincado a presión.

A cada muestra inalterada se le deberán practicar pruebas de resistencia con torcómetro y penetrómetro de bolsillo, en ambos extremos de la muestra. Esta doble determinación de resistencia se deberá efectuar inmediatamente antes de proceder a sellar cada una de estas muestras.

La empresa consultora deberá trasladar al laboratorio, tanto las muestras alteradas como las inalteradas, debidamente protegidas contra la pérdida del contenido natural de agua y golpes.



La exploración en rocas y depósitos de grava y/o boleas deberán realizarse con broca de diamante y utilizando un barril muestreador de doble acción, teniendo cuidado para obtener corazones en las mejores condiciones posibles.

En el caso de exploración en roca se llevará un registro en donde se expongan las características de las rocas muestreadas tales como: fracturas, rocas suaves o fisuradas, aumento o pérdida del agua de perforación, obtención del porcentaje de recuperación, obtención de RQD (Rock Quality Designation) y la clasificación preliminar de la roca. Los corazones de roca obtenidas se colocarán en cajas de madera, en secuencia recta separando con bloques de madera los tramos de perforación o muestras extraídas para estudios de material.

Con la información hasta aquí reunida y con la obtenida por el mismo Consultor, éste someterá a la consideración de la CEA, el programa detallado de las pruebas de laboratorio en lo que se refiere al tipo, procedimiento y cantidad de ensayos. La empresa consultora deberá ajustarse a este programa informando a la CEA cualquier variación que a su juicio sea necesario efectuar, dependiendo de las características o anomalías que se detecten durante el desarrollo de los trabajos en el laboratorio.

En esta etapa es conveniente haber realizado ensayos a las muestras de los primeros sondeos, particularmente ensayos de permeabilidad, con el fin de determinar si es necesario llevar a cabo pruebas de permeabilidad en campo tipo Nasberg o Lefranc. Si este es el caso se efectuarán estas bajo los lineamientos que marcan las normas respectivas.

Obtenidas las muestras y efectuada la clasificación de campo, las excavaciones serán protegidas y cuando la CEA lo solicite dará indicaciones al Consultor para que las cubra en su totalidad, con material de la propia excavación.

VI.1.3 Trabajos de laboratorio

Una vez obtenido cada juego de muestras del sitio en que se ubicará la planta de tratamiento y de los bancos de materiales de préstamo, éstas serán enviadas al laboratorio de la empresa consultora para su procesamiento.

En términos generales, el programa de análisis de muestras de laboratorio deberá incluir:

- Peso volumétrico de todas las muestras.
- Diagramas de presiones totales, hidráulicas y efectivas deberán graficarse en el perfil estratigráfico del sondeo.
- Análisis granulométrico.
- Determinación de límites de consistencia.
- Contenido natural de agua.



- Densidad de sólidos.
- Clasificación según el SUCS.
- Pruebas de permeabilidad (vertical u horizontal) dependiendo del tipo de esta prueba según el suelo de que se trate.
- Pruebas de resistencia a la compresión.
- Pruebas de compresión triaxial, rápida y consolidada.
- Una prueba de consolidación en cada uno de los estratos de material cohesivo, que queden bajo el nivel de aguas freáticas.
- Gráfica y registro anexo de la variación de la carga crítica de preconsolidación, con profundidad (de acuerdo con los resultados de las pruebas que se efectúen).

En el caso de rocas, el programa de laboratorio deberá incluir al menos:

- Análisis petrográfico.
- Compresión simple con mediciones de módulos de elasticidad.

VI.1.4 Trabajos de gabinete

La empresa consultora deberá elaborar el estudio de mecánica de suelos, en donde se muestren los resultados de la investigación de campo y laboratorio y la interpretación estratigráfica correspondiente, con un diagnóstico del comportamiento probable de los suelos bajo las condiciones de trabajo a que serán sometidos por las estructuras de proyecto.

Deberá contener la interpretación de los resultados de laboratorio para ser aplicados en el diseño de la posible nueva infraestructura.

VI.1.5 Informe de geotecnia

Se deberá integrar el estudio de geotecnia, para su evaluación por la residencia de obra, el cual deberá contener los resultados de campo, laboratorio y la interpretación estratigráfica. Asimismo, presentará la interpretación de los resultados de laboratorio para conocer la agresividad del suelo a tuberías y concretos, para así proponer los materiales óptimos a utilizar durante la ejecución de la obra.

La empresa consultora deberá entregar el informe de avance en original y deberá contener entre otros: plano general de localización de los sitios donde se realizaron los estudios geotécnicos; marcos geológicos involucrados; bancos de materiales con las características geotécnicas de los mismos; resultados de la investigación de campo y laboratorio; perfiles estratigráficos en topografía definitiva; interpretación de resultados de laboratorio; memoria descriptiva sobre la geotecnia en la zona donde se ubicarán las obras, así como de bancos de materiales.



VI.1.6 Conclusiones y recomendaciones

Se deberá integrar el reporte de conclusiones y recomendaciones sobre la mecánica de suelos de los sitios en que se ubicarán las obras, así como de bancos de materiales, por lo que será necesario incluir las recomendaciones y secciones constructivas para las siguientes opciones:

- Para los casos de obras con procesos mecanizados, se deberán recomendar los tipos de cimentación, niveles de desplante y proceso constructivo considerando si habrá estructuras rectangulares y circulares, el material de fabricación, las variaciones de la altura de la infraestructura y de los tirantes hidráulicos. Asimismo, se deberá considerar si se proponen edificios de 1 o 2 niveles y el probable peso máximo del equipamiento a contener.

Para fines de pago del apartado VI.1. Geotecnia en la planta de tratamiento, la empresa consultora deberá entregar un INFORME, que incluya los factores de diseño analizados, planos de localización de los sitios de los estudios, los marcos geológicos, los resultados de la investigación de campo y laboratorio, los perfiles estratigráficos, la interpretación de los resultados de laboratorio, el proceso constructivo, memoria descriptiva, recomendaciones y conclusiones, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "Estudio" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.

VI.2 Proyecto hidráulico

La ejecución de este concepto **estará sujeta a la aprobación** de la CEA, una vez analizada la revisión del apartado **II. Análisis y evaluación del tratamiento actual.**

Una vez definido el arreglo general de la planta de tratamiento y dimensionada cada una de las unidades que integran actualmente, así como las que se adicionarán de ser necesario, se deberá determinar el flujo del agua residual y lodos dentro de la planta, para dimensionar la infraestructura hidráulica de interconexión por la que se habrá de conducir. Se deberán considerar los arreglos óptimos de distribución del agua entre cada una de las unidades de tratamiento, incluyendo las obras de excedencias y derivaciones que se requieran.

Con base en la conformación del sistema de interconexión y el perfil hidráulico, se deberán determinar los diámetros y pendientes de las tuberías y canales que sirvan de unión entre las unidades.

Además, se deberá realizar el diseño de los sistemas de medición que permitan determinar, puntual y acumulativamente, los gastos volumétricos de interés de los sistemas de alimentación, interconexión y descarga, incluyendo el control en



combinación con los sistemas de ajuste o regulación como válvulas y compuertas, entre otros. También se deberá diseñar el sistema de medición de niveles, en el que se incluya; la frecuencia de las lecturas forma o rutinas de la recolección, procesamiento de datos y su calibración.

Se deberán elaborar los planos detallados resultantes del diseño hidráulico de las unidades y del sistema integral de interconexión, en los que se deberán incluir los datos de proyecto, dimensiones, características, secciones, longitudes, válvulas y piezas especiales y demás características que requiera el proyecto.

Como parte del desarrollo del proyecto ejecutivo la empresa consultora determinará el método más adecuado y el número de estructuras de medición, y seleccionará el idóneo en función de las características del proyecto, en cada caso se deberán incluir las curvas de comportamiento respectivo. Se describirán las justificaciones de su selección.

Para fines de pago del apartado VI.2 Proyecto hidráulico, la empresa consultora deberá entregar un PROYECTO, que incluya los factores de diseño analizados, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "PROYECTO" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.

VI.3 Proyecto estructural

La ejecución de este concepto **estará sujeta a la aprobación** de la CEA, una vez analizada la revisión del apartado **II. Análisis y evaluación del tratamiento actual.**

Respecto al proyecto estructural, se efectuará el diseño de las unidades que se adicionen al tratamiento existente, utilizando el criterio elástico con la finalidad de reducir los esfuerzos a los que trabajarán los materiales de acero y concreto, ya que los estados límites de servicio y control de agrietamiento, son tan críticos como los estados límites de resistencia.

Para estructuras que albergan maquinaria y/o elementos de apoyo de esta, se incluirá en el análisis los factores de carga, vibración e impacto, indicándose en los planos respectivos las preparaciones necesarias para su anclaje, y reforzándose los elementos estructurales sobre los que puedan descansar provisionalmente durante su instalación.

El diseño de las estructuras se efectuará para la combinación de esfuerzos más desfavorables, verificando que las deformaciones de los elementos que la componen queden dentro de las tolerancias especificadas.



Los planos estructurales deberán contener plantas, secciones, armados, cortes y detalles necesarios para su correcta interpretación; así como las cantidades de materiales, capacidad de carga del terreno, coeficiente sísmico de diseño y se anexarán las memorias descriptivas de cálculo estructural y el catálogo de concepto de trabajo.

Lo anterior, deberá fundamentarse en los estudios de mecánica de suelos y con criterios ingenieriles reconocidos.

La memoria de cálculo deberá justificar todos los datos de proyecto, el procedimiento empleado y la selección de la dimensión bajo las normas y especificaciones básicas del proyecto seleccionado; para estructura requeridas y/o rehabilitadas.

En caso de ser necesaria la rehabilitación de infraestructura actual, deberá presentarse el análisis y metodología del proceso de rehabilitación estructural.

VI.3.1 Edificios

En base a las recomendaciones del estudio de mecánica de suelos se analizará y diseñará el tipo de cimentación.

La estructura deberá analizarse para cargas muertas, vivas, accidentales, de viento y sísmicas que pueden presentarse en un momento dado durante el proceso constructivo o de operación.

Para estructuras que albergan maquinaria y/o elemento de apoyo de esta, se incluirá en el análisis los factores de carga, vibración e impacto, dejándose las preparaciones necesarias para su anclaje, reforzándose los elementos estructurales sobre los que puedan descansar provisionalmente durante su instalación. Las dimensiones, pesos e inercia de los equipos deberán ser aprobados por el área electromecánica.

VI.3.2 Tanques

La estructura se analizará tomando en cuenta las cargas vivas, muertas, accidentales, de viento y sismo para la condición de tanque vacío y tanque lleno, tanto en el proceso constructivo, como en el de operación.

Se revisará la estabilidad del conjunto, evaluando el factor de seguridad al volteo y deslizamiento, considerando la combinación de cargas más desfavorables, verificando que las deformaciones queden dentro de las tolerancias especificadas en las normas vigentes.



Con base en los resultados de los estudios de mecánica de suelos se procederá al diseño de la cimentación tomando en cuenta las combinaciones de carga más desfavorable.

El informe final deberá contener las memorias de cálculo, procedimientos constructivos, catálogo de conceptos y cantidades de obra por estructura y global, especificaciones de materiales y planos estructurales donde se muestren armados, espesores, niveles, acotaciones y demás detalles para la correcta construcción de la estructura.

La memoria de cálculo incluirá todo lo relacionado al cálculo para el diseño estructural del sistema de tratamiento, indicando criterios de diseño, fórmulas empleadas y bibliografías. Los planos correspondientes a la obra civil deberán incluir las plantas, cortes y detalles para facilitar la interpretación y llevar a cabo la construcción de las unidades; así mismo, contendrá las notas, lista de materiales y especificaciones.

Para fines de pago del apartado VI.3 Proyecto estructural, la empresa consultora deberá entregar un PROYECTO, que incluya los factores de diseño analizados, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "PROYECTO" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.

VI.4 Proyecto arquitectónico

La ejecución de este concepto **estará sujeta a la aprobación** de la CEA, una vez analizada la revisión del apartado **II. Análisis y evaluación del tratamiento actual.**

Se llevará a cabo el diseño de la rehabilitación de los edificios requeridos, buscando que los elementos que lo integran presenten condiciones armónicas y funcionales respecto de los existentes.

El proyecto podrá contener de manera enunciativa más no limitativa:

- Edificios Administrativos, de Operación y de Servicios.
- Oficinas generales.
- Laboratorio.
- Taller de reparación y mantenimiento.
- Caseta de vigilancia.
- Cuarto de máquinas.
- Subestación.
- Sanitarios para personal.
- Bodegas.
- Baños.



- Accesos de servicios.
- Áreas verdes.
- Estacionamiento.

Se deberá realizar el arreglo arquitectónico de todas las unidades que integran a los sistemas de tratamiento, edificaciones, accesos, vialidades, andadores, estacionamientos, banquetas y demás obras complementarias.

Dentro del proyecto arquitectónico, se deberán incluir todas las acciones para el óptimo estado de los diferentes edificios, desde conceptos como resanado y pintura, hasta rehabilitación, reconstrucción y/o construcción.

La memoria de cálculo incluirá todo lo relacionado al diseño arquitectónico, indicando criterios de diseño y bibliografías, mientras que los planos correspondientes a la obra civil deberán incluir las plantas, cortes y detalles para facilitar la interpretación y llevar a cabo la mejora, rehabilitación y/o construcción de las unidades; así mismo, contendrá las notas, acabados, instalaciones, lista de materiales y especificaciones.

Para fines de pago del apartado V.4 Proyecto arquitectónico, la empresa consultora deberá entregar un PROYECTO, que incluya los factores de diseño analizados, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "PROYECTO" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.

VI.5 Proyecto eléctrico

La ejecución de este concepto **estará sujeta a la aprobación** de la CEA, una vez analizada la revisión del apartado **II. Análisis y evaluación del tratamiento actual.**

Para satisfacer las necesidades de nuevas obras, o la rehabilitación de la infraestructura existente, se deberá llevar a cabo el proyecto eléctrico, el cual contemplará, sustitución y/o rehabilitación de: subestaciones eléctricas, transformadores, tableros de control, banco de capacitores, centro de control de motores, sistema de distribución de fuerza y alumbrado y sistema de tierras físicas.

Se deberá garantizar que el diseño eléctrico y la construcción pueda ser aprobada por la Unidad Verificadora de Instalaciones Eléctricas (UVIE). Cuando sean aplicables más de un código o norma, regirá el más restrictivo. Las normas reconocidas de otras organizaciones serán utilizadas, cuando sirvan como lineamientos para el diseño y selección, y no estén en conflicto con las mencionadas anteriormente.



A continuación, se describe de forma general el alcance eléctrico relacionado con el proyecto eléctrico, estos son enunciativos más no limitativos, por lo que se deberán de tomar en cuenta todos los factores que pudieran presentarse y afectar su diseño.

- Alimentación en media tensión y tipo de subestación.
- Coordinación y trámites con la Comisión Federal de Electricidad.
- Registro y firmas de la Unidad Verificadora de Instalaciones Eléctricas.
- Memoria descriptiva y especificación de instalación eléctrica en baja tensión.
- Cálculo y selección de unidad generadora eléctrica (planta de emergencia).
- Diagrama unifilar de fuerza y de servicios (Normal y Emergencia).
- Sistemas de canalizaciones, red de registros (Normal y Emergencia)
- Red de alimentación de fuerza (Normal y Emergencia)
- Detalles típicos de instalación eléctrica a equipos electromecánicos.
- Cálculo de iluminación exterior y de servicios generales.
- Diseño del Centro de Control de Motores (Normal y Emergencia)
- Diagrama de control eléctrico en CCM (Normal y Emergencia)
- Sistema de protección contra descargas atmosféricas (pararrayos).
- Cálculo de Cortocircuito.
- Cálculo del sistema de tierra física.
- Especificaciones técnicas de equipamiento y componentes eléctricos

Para el proyecto eléctrico la empresa consultora deberá listar la tramitología necesaria para mejoras o cambios en el suministro en la alimentación en media tensión, como son: incremento o disminución de carga, factores de ajuste, depósitos de garantía, cesión de demanda, autorización, etc.

Si la empresa consultora, dentro de su proyecto eléctrico realiza la propuesta de subestaciones nuevas, éstas deberán ser compactas para el total de la carga instalada con diseño NEMA según corresponda, la cual deberá alojar los cables de acometida en media tensión, cuchillas de operación sin carga y celdas para alojar un seccionador de operación con carga con fusibles limitadores de corriente y transformadores que cubran la capacidad de demanda para todo el proceso.

Se deberá realizar el diseño o modificación de las instalaciones eléctricas para alimentar los equipos electromecánicos, como obra de alimentación general de fuerza, el diseño de la red de distribución complementaria de fuerza y de control a motores, alumbrado, y sus accesorios, así como el diseño de un sistema de tierras y pararrayos, el sistema de alumbrado exterior de la PTAR y el cárcamo.

El diseño del sistema de energía eléctrica cumplirá los siguientes requisitos generales:



a) Los sistemas de distribución de baja tensión en la PTAR y cada uno de sus componentes estarán limitados a:

- 460/220 V, 60 Hz, trifásica, 4 hilos, sólidamente conectados a tierra
- 220/127 V, 60 Hz, trifásica, 4 hilos, sólidamente conectados a tierra
- Las tensiones para instrumentación y control serán los “estándar” para los sistemas previstos, siempre que sean 127 V CA o 125 V CD, o inferiores.

Todo el equipo propuesto para la PTAR y el cárcamo será diseñado específicamente para operar con las tensiones nominales para cada caso. La elección de la configuración del sistema de distribución se basará en la naturaleza crítica de cada zona de proceso, el tiempo de paro estimado para reparaciones y/o reemplazo de cables y equipos, que mantengan la zona en operación, flexibilidad, complejidad, costo y previsiones de expansión, así como costo de operación y conservación.

En circunstancias normales, serán empleados durante el diseño las siguientes tensiones en C.A. para operación de los equipos:

- Iluminación en interiores 127 V, monofásica
- Iluminación en exteriores 220 V, bifásica
- Contactos de salida 127 V, monofásica
- Circuitos de control para motores 127 V, monofásica
- Motores de menos de ½ HP 127 V, monofásica
- Motores de ½ a 500 HP 460 V, trifásica
- Motores mayores a 500 HP 460 V, trifásica

Dentro del proyecto eléctrico se deberán presentar planos de localización general de los equipos de proceso en donde se indicarán: conexiones, calibre de conductores, registros, y sistemas de tierras. El proyecto eléctrico contemplará además del sistema de alumbrado exterior e interior de las plantas: vialidades, zonas de maniobras y edificios; los planos eléctricos deberán incluir las plantas, cortes y detalles para facilitar la interpretación y llevar a cabo el equipamiento e instalación de la infraestructura electromecánica; así mismo, contendrá las notas, instalaciones, lista de materiales y especificaciones.

Instrumentación y control

Dentro de este apartado, “proyecto eléctrico”, la contratista realizará el diseño de instrumentación y control, proyectando el funcionamiento eficiente y seguro de la planta de tratamiento, para lo cual deberá medir, controlar y supervisar diversas variables y parámetros importantes para el proceso; el cual incluirá de manera enunciativa mas no limitativa:



- Controladores lógicos programables (PLC)
- Características panel de monitoreo, operación y control
- Instrumentos
 - o Requerimientos de Operación del Sistema Interfaz visual
- Registro y almacenaje de información o datos históricos
- Variables de monitoreo
 - o Estado y habilitación o des habilitación de todos los equipos.
 - o Nivel de Cárcamos o Tanques
 - o Estatus de todos los equipos electromecánicos (Encendido - Apagado) y Alarma de Sobrecarga.
 - o Horas de trabajo de cada uno de los equipos electromecánicos
 - o Alarmas de temperatura, humedad y sobrecarga de cada uno de los equipos sumergibles, etc.).
 - o Alarmas de bajo y alto nivel para bombeo en cárcamos y tanques.
 - o Alarmas de temperatura, amperaje de los equipos
 - o Alarmas de sobrecarga del resto de los equipos
 - o Flujo instantáneo y acumulado de medición de flujos de afluente, internos y efluente.
 - o Medidor de parámetros eléctricos (Voltaje, Corriente, Fp, Kw, etc.).
- Condiciones de operación
- Alcances de control (máximos, mínimos, arranque, paros, etc)

Para fines de pago del apartado V.5 Proyecto eléctrico, la empresa consultora deberá entregar un PROYECTO, que incluya los factores de diseño analizados, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "PROYECTO" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.

VI.6 Proyecto mecánico

La ejecución de este concepto **estará sujeta a la aprobación** de la CEA, una vez analizada la revisión del apartado **II. Análisis y evaluación del tratamiento actual.**

Respecto al proyecto mecánico, éste deberá incluir el diseño y especificaciones de los diferentes equipos requeridos por la planta y el cárcamo: compuertas, rejillas, bombas, rastras, motores, soportes, etc.

Todos los sistemas de tuberías, equipos, soportes eléctricos y mecánicos se diseñarán para cargas sísmicas de acuerdo con las recomendaciones establecidas en la sección



"C", "Estructuras, Criterios de Diseño", apartado "C.1.3". "Diseño por Sismo" del "Manual de Diseño de Obras Civiles", editado por la Comisión Federal de Electricidad.

Los motores seleccionados dentro del proyecto cumplirán con los siguientes requisitos:

Estarán diseñados y accionados de conformidad con las normas NEMA, ANSI, IEEE, AFBMA y NEC, de acuerdo con el tipo de servicio que dará el equipo que se instale, tales como: Arranque frecuente, sobrecarga intermitente, inercia alta, configuración de montaje o clima de servicio. Los motores se manufacturarán y probarán de conformidad con la norma NEMA MG-1.

a) Estarán calificados para trabajo continuo en ambiente de 50° C, a menos que la aplicación sea para servicio intermitente y esté bien reconocida como práctica normal de la industria.

b) Usarán aislamiento de clase "F" o clase "H" y será diseñada para una elevación de temperatura máxima clase "B", bajo su factor de carga de servicio.

c) Al operar con su factor de carga de servicio, el calentamiento máximo observable en el aislamiento y en las piezas del motor, no excederá los límites NEMA permisible para el tipo de motor, el tipo de cubierta, el aislamiento de clase "B" y la aplicación específica, al considerar trabajo continuo o intermitente.

Para asegurar larga vida al motor, los caballos de fuerza de su potencia nominal deberán exceder la carga máxima impuesta por la transmisión del equipo, y llevará un tipo de factor de servicio como el que a continuación se indica en la siguiente tabla.

Factores de servicios para motores

Tamaño del motor	Cubierta	Factor de servicio	HP nominales en % de carga máx. HP
HP Fraccional.	Abierta	1.15	100
	No abierta	1.00	110
HP Integral.	Abierta	1.15	105
	No abierta	1.00	110

La calidad del aislamiento, la clase de calentamiento, el tipo de temperatura ambiente, la clase de diseño, el factor de servicio, los caballos de fuerza, el número de fases, voltaje, frecuencia, tamaño de la estructura, tipo, corriente de carga total, revoluciones por minuto con carga total, con eficiencia nominal NEMA y el ciclo de trabajo del motor (completo), se estamparán en la placa de identificación del motor.



- d) Serán diseñados para arrancar a tensión plena los motores de hasta 10 HP y los motores mayores de 10 HP serán diseñados a tensión reducida.
- e) Funcionarán desde un sistema eléctrico que podrá tener una distorsión máxima de voltaje de 5%, determinada conforme a la norma 519 IEEE.
- f) Se suministrará una terminal de tierra de tipo abrazadera, en la toma de corriente del motor.
- g) Las tomas de corriente externas, tendrán como mínimo un tamaño mayor a la de la norma NEMA.
- h) Los motores totalmente cerrados tendrán una descarga constante para la humedad. La descarga también evitará que penetren insectos en la cubierta.
- i) Los motores serán del tipo rendimiento vatio / hora definidos por las normas NEMA MG1-1.41.2 y por MG1-12.55.
- j) Se proporcionará la certificación de cada tamaño, velocidad y tipo de motor, indicando la eficiencia mínima garantizada a carga máxima. Se hará constancia de que se efectuaron las pruebas de eficiencia, de conformidad con la norma 112 de IEEE, Método de Prueba B, utilizando la determinación de mejoramiento de la precisión por pérdida segregada, incluyendo la pérdida de exactitud por dispersión de carga sin control, según lo especifica la norma NEMA, MG1-12.53a.

En función del tipo de bombas se definirá al menos, con el listado de características siguientes:

Datos de proyecto para bombas	Verticales	Horizontales	Unidad
1.- Gasto de proyecto	X	X	l/s
2.- Niveles Estático y Dinámico	X	X	M
Valores calculados:			
3.- Pérdidas por fricción en línea de conducción	X	X	M
4.- Pérdida por fricción en válvulas y piezas especiales	X	X	M
5.- Pérdidas por fricción Columna de descarga Cabezal de descarga	X		M
	X		M
6.- Carga Dinámica total	X	X	M
7.- NPSH Disponible (Carga neta positiva de succión)	X	X	M
8.- Potencia Hidráulica requerida	X		KW
Características de comportamiento del equipo de bombeo:			
9.- Número de unidades	X	X	
10.- Marca	X	X	
11.- Modelo	X	X	



Datos de proyecto para bombas	Verticales	Horizontales	Unidad
12.- Capacidad unitaria	X	X	l/s
13.- Carga dinámica total	X	X	M
Potencia nominal	X	X	KW
14.- Número de pasos	X	X	
15.- Eficiencia	X	X	%
16.- Velocidad	X	X	rpm
17.- NPSH Requerida	X	X	M
Otros datos			
18.- Material de la carcasa	X		
19.- Material de columna	X		
20.- Material del impulsor	X		
21.- Material de las flechas	X		

Se deberán considerar estructuras que permitan y faciliten, tanto las maniobras para el adecuado mantenimiento de los equipos (izaje de bombas, por ejemplo) como el trabajo de los operadores en sus labores diarias de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.

Los equipos propuestos deberán ser de alta eficiencia y contener un análisis costo beneficio. Los equipos para el pretratamiento deberán considerarse en acero inoxidable (rejillas, compuertas, cribas, etc.), asimismo, deberá considerarse un sistema de izaje para cada equipo de bombeo y en su caso agitación sumergible.

Se deberán definir y diseñar los requerimientos de potencia de todos los motores dentro de la planta de tratamiento y elaborar la memoria de cálculo, la cual incluirá todo lo relacionado al diseño mecánico de los sistemas de tratamiento, indicando criterios de diseño y bibliografías.

Los planos correspondientes al proyecto mecánico deberán incluir las plantas, cortes y detalles para facilitar la interpretación y llevar a cabo el equipamiento e instalación de la infraestructura electromecánica; así mismo, contendrá las notas, instalaciones, lista de materiales y especificaciones.

Para fines de pago del apartado VI.6 Proyecto mecánico, la empresa consultora deberá entregar un PROYECTO, que incluya los factores de diseño analizados, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "PROYECTO" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.



VI.7 Estudio del aprovechamiento actual de las aguas residuales tratadas y propuestas de reúso

Como parte de los beneficios atribuibles al Proyecto Ejecutivo de Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, se busca impulsar el reúso del agua residual tratada, considerando en su caso, el beneficio económico por su comercialización, los costos de operación y mantenimiento.

Como primer paso, se deberá identificar la cantidad disponible de agua residual tratada, considerando la capacidad de producción de agua residual tratada, las variaciones de flujo durante el día y estacionales, la demanda existente y la potencial futura, para así determinar la demanda final del mercado.

Posteriormente, se deberá identificar a los usuarios existentes según sea el caso, así como a los que potencialmente podrían ser usuarios de agua residual tratada, buscando en primera instancia sustituir los usos existentes de agua potable (agua de primer uso). Sin embargo, también será posible encontrar usuarios nuevos o que de acuerdo con los planes de desarrollo de la localidad puedan ser considerados en el futuro.

Una vez definida la lista de clientes se deberá analizar la viabilidad técnica y económica del proyecto de reúso, que incluya las obras necesarias (estaciones de rebombeo, emisores, líneas de conducción, equipos electromecánicos, depósitos, garzas de llenado de pipas, etcétera) para llevar el agua residual tratada a los usuarios o a un punto estratégico de distribución, así como los costos estimados de construcción y operación del sistema.

Una vez analizadas las opciones y las que resulten convenientes desde el punto vista técnico, social y económico, la empresa consultora presentará un esquema conceptual, identificando en un plan general la infraestructura hidráulica complementaria necesaria.

El informe final deberá contener la información recabada, así como la generada.

Para fines de pago del apartado VI.8 Estudio del aprovechamiento actual de las aguas residuales tratadas y propuestas de reúso, la empresa consultora deberá entregar un ESTUDIO, que incluya los factores analizados, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, mismo que será revisado y aprobado. La unidad de medida será "ESTUDIO" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.



VI.8 Manual de operación y mantenimiento

La empresa consultora deberá de proporcionar un manual detallado para la operación y mantenimiento de todas las estructuras que intervengan.

El manual deberá contener las principales indicaciones para la operación y mantenimiento eficiente del o los sistemas de tratamiento de las aguas residuales resultado del proyecto ejecutivo, entre ellas destacan:

- Control del proceso:
 - o Estaciones de bombeo
 - o Sistema(s) de tratamiento(s)
- Medición del gasto:
 - o Estaciones de bombeo
 - o Sistema(s) de tratamiento(s)
- Formatos de control de operación y mantenimiento:

En cuanto a las fases de proyecto, puesta en marcha, operación y mantenimiento, el manual del o los sistemas de tratamiento, debe contener información de interés para:

- Recepción de la Obra.
- Aspectos teóricos del sistema de tratamiento.
- Puesta en marcha.
- Operaciones de rutina.
- Pruebas de laboratorio.
- Operación en condiciones de limpieza.

Además, es necesario dejar asentados los casos de aquellas partes del sistema que requieran de mantenimiento correctivo, tanto en obra civil como en instalaciones y equipos.

En materia de seguridad e higiene deberán contemplarse los procedimientos y acciones para proteger el equipo, las instalaciones y el personal.

Consecuentemente el manual de operación, mantenimiento y seguridad deberá contener las instrucciones necesarias para la operación y mantenimiento de las instalaciones, las normas de seguridad para el personal y los equipos, así como las fallas que se presentan con más frecuencia y la forma de repararlas.

Para fines de pago del apartado VI.8 Manual de operación y mantenimiento, la empresa consultora deberá entregar un INFORME, que incluya lo solicitado, este será revisado y aprobado. La unidad de medida será "MANUAL" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.



VI.9 Paquete para licitación

VI.9.1 Planos de documento de concurso

Se entregarán 2 juegos de planos referentes al proyecto, con firmas autógrafas y también una versión digital completa en memoria USB (archivos editables y en PDF).

Los formatos para su entrega como: pie de plano, modelo de catálogo, programa de obra, especificaciones generales y particulares, números generadores, etc, deberá ser aprobado por la residencia de obra.

VI.9.2 Catálogo de obra

La empresa consultora elaborará los Números Generadores, y el Catálogo de Conceptos e integrará las Especificaciones Técnicas Generales y específicas para las obras del proyecto, lo anterior basado en el “Catálogo General de Precios Unitarios para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado”, emitido por la CONAGUA.

- Números generadores.

Como parte del proyecto, La empresa consultora deberá adjuntar los números generadores que justifiquen las cantidades de obra asentadas en el catálogo. Presentar impreso y digital en formato Excel, incluir croquis en los conceptos que así lo requieran.

- Presupuesto base y/o Catálogo de conceptos.

Es la caracterización y cuantificación de cada trabajo a realizar para ejecutar la obra. Se presenta en forma de listado en el cual se describen las cantidades y características de todos los materiales y servicios necesarios para la construcción de la obra, tomando como base los costos actuales de la localidad. Estos datos son extraídos de los planos y a cada concepto se le asignará lo siguiente:

- Clave:

Indica el código de la especificación que le corresponde a cada concepto

- Descripción:

Describe cada elemento, componente o equipo que integra el proyecto ejecutivo. El contenido que se describa en este apartado debe contener la información mínima necesaria que permita la identificación del elemento, componente o equipo del sistema. La descripción debe ser clara y precisa, de forma tal que evite confusiones que ocasionen la adquisición de un componente sin las características apropiadas



para el proyecto o de calidad inferior. De preferencia se deberá utilizar el sistema general de unidades (otras unidades deben especificarse en paréntesis).

- Unidad:

Especifica la unidad de medición del concepto (puede ser pieza, metro, metro cuadrado, metro cúbico, hectárea, litro, etcétera, no se acepta la agrupación por lotes).

- Cantidad:

Indica la cantidad en relación con la unidad propuesta de cada concepto, los datos incluidos deberán ser los que resultaron en los números generadores.

- Precio unitario:

Indica el precio promedio del mercado de cada concepto, expresado en moneda nacional.

Para el desarrollo del catálogo, que forma parte del proyecto ejecutivo, además de estos conceptos, se deberá presentar el precio unitario con número y letra; además se adicionará una columna de Importe, que resulta de la multiplicación de la cantidad por el precio unitario.

En caso de que el proyecto a realizar requiera un concepto que no se encuentre dentro del catálogo de CONAGUA, La empresa consultora deberá realizar los análisis de precios unitarios correspondientes. En el caso de conceptos para obra civil e instalaciones, La empresa consultora deberá integrarlos en su expresión mínima por actividad, por lo que las unidades deberán ser m, m², m³, kg, pieza, y no se aceptarán unidades como lote o bloque. Caso contrario para equipos electromecánicos y de procesos que se adquieran totalmente habilitados y puestos en obra, por parte del fabricante.

El calendario deberá tener un orden de prelación en su desarrollo.

VI.9.3 Matrices de precios unitarios

El analista de precios unitarios deberá registrar en el software correspondiente (OPUS) o cualquiera autorizado, de acuerdo con los balances de ley calculando bien los costos directos y los costos indirectos en determinadas cuotas que intervengan en la obra. Estas matrices deberán ser del total de los conceptos establecidos en el apartado anterior. Deberá incluirse cotizaciones de al menos tres casas comerciales que den soporte a los precios más significativos del proyecto, ya sea de materiales o equipos.



VI.9.4 Especificaciones de obra civil, equipos e instalaciones

Se elaborarán especificaciones particulares y generales de construcción e instalación. En ellas se describirá de forma detallada cada uno de los conceptos definidos en el catálogo, las regulaciones para su ejecución, las obligaciones de orden técnico que correspondan al ejecutor, la manera en que se llevará a cabo la medición de las unidades ejecutadas, el control de calidad de personal, herramientas y materiales empleados, así como del producto o servicio terminado al que hace referencia la especificación, siempre teniendo en cuenta los manuales de operación.

Las especificaciones técnicas son documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los trabajos de construcción de obras, elaboración de estudios y fabricación de equipos; basados en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico.

Todos los materiales y equipos incluidos en el proyecto deberán ser especificados de manera clara y detallada, especialmente aceros, concretos, impermeabilizantes, juntas o pegues, unidades del sistema con indicación de sus dimensiones, proporciones, etcétera.

Para el caso que nos ocupa, éstas forman parte integral del proyecto y complementan lo indicado en los planos y detalles respectivos. Son muy importantes para definir la calidad de los trabajos en general y de los acabados en particular. Para cada concepto definido se deberá presentar su especificación la cual debe incluir cuatro aspectos fundamentales:

- Código de la especificación.

El código de la especificación es la serie de números o clave alfanumérica que identifica una especificación de otra.

- Definición del concepto.

Se especifica cuál es el objetivo del concepto, quién lo ejecutará, si depende de otro concepto previo para su ejecución y cualquier característica o recomendación necesaria para su correcta ejecución.

- Actividades de obra.

Incluye la descripción de cada uno de los trabajos que se consideran en el concepto.

- Medición y pago.



Establecerá la unidad de medida para su cuantificación, el alcance del concepto, es decir, los trabajos y materiales que incluye, así como los criterios de medición para pago. Es importante mencionar que cada concepto del Catálogo requiere de una especificación y están ligados mediante una clave de identificación.

La empresa consultora deberá utilizar como base las “Especificaciones Generales para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado”, que al igual que el catálogo es publicado anualmente por la Subgerencia de Apoyo Técnico Normativo en Ingeniería de Costos, de la Subdirección General de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento de la CONAGUA.

En caso de que las condiciones de una obra específica difieran con lo asentado en el documento “Especificaciones Generales para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado”, las variaciones se deben indicar generando un nuevo concepto con su respectiva especificación, pero tomando como base el que se encuentra ya definido, al que se le harán las adecuaciones en las Especificaciones Particulares; indicando únicamente las adiciones o cancelaciones según la naturaleza de los trabajos; esto permitirá el análisis y elaboración de los precios unitarios requeridos. Presentar impreso y digital en formato Word.

VI.9.5 Números generadores de obra

Como parte del proyecto, La empresa consultora deberá adjuntar los números generadores que justifiquen las cantidades de obra asentadas en el catálogo en Excel y en el sistema métrico decimal, e incluir croquis en los conceptos que así lo requieran. Se proporcionará formato autorizado.

VI.9.6 Conceptos fuera de catálogo general de la CONAGUA

Los conceptos fuera de catálogo general de la CONAGUA se marcarán en partida como s/p (sin partida) los cuales se analizarán con el mismo rigor del resto, incluyendo, sus costos directos e indirectos.

VI.9.7 Calendario de actividades

Es necesario calendarizar el tiempo de ejecución de la obra dividida en semanas o quincenas contados en días laborables.

El calendario deberá estar en el mismo orden que el catálogo presentado, y mostrar los conceptos dependientes de la terminación de otro, así como los que se consideren críticos; para lo cual se deberá presentar mediante diagrama de Gantt o alguna representación similar.



Para fines de pago del apartado V.10 Paquete para licitación, la empresa consultora deberá entregar el paquete con todos los apartados integrados, que incluya lo solicitado, este será revisado y aprobado. La unidad de medida será “paquete” y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.

VII.Elaboración de informes parciales e informe final

Es necesario informar el avance del proyecto cada 30 días, presentando cuatro reportes simples parciales, resultando en un plazo de ejecución de 120 días.

La empresa consultora deberá elaborar y presentar, un informe parcial por mes previo a reunión de trabajo, en la cual personal de la CEA participará en la aprobación de aspectos técnicos y económicos de los avances presentados.

En dicha reunión se describirán las actividades y trabajos realizados, los resultados obtenidos y las observaciones y comentarios que se vayan generando. Cada informe deberá contener la estimación correspondiente al avance obtenido, para el período de tiempo correspondiente. Se deberá elaborar el informe en computadora, empleando procesadores de textos tales como, Word para Windows y hojas de cálculo electrónicas como Excel, ya que al término del trabajo se deberá entregar una USB conteniendo la memoria descriptiva del estudio, memorias de cálculo, planos en AutoCAD y el resumen ejecutivo.

Deberán entregarse las recomendaciones y conclusiones, anexando datos que sustenten los resultados en un solo documento que será presentado a la Residencia para su aprobación. Este informe deberá incluir planos, libretas de campo original, croquis, esquemas, fotografías, tablas y figuras para una mejor comprensión de los trabajos a ejecutar.

Al término de los trabajos, la empresa consultora deberá presentar 2 tantos de informe final, todas con pastas duras tipo imprenta, acompañado de un dispositivo USB con sus documentos del informe final digitales y editables.

Este informe final deberá integrar de manera ordenada los apartados, diferenciado cada partida de los presentes términos de referencia, iniciando con “Trabajos preliminares” hasta el “Proyecto conceptual”.

Todos los trabajos que hayan sido sujetos a revisión y considerados como satisfactorios podrán ser incluidos en el informe final, con excepción de aquellos que no hayan cumplido la condición anterior.

Para fines de pago del apartado VI. Elaboración de informes parciales e informe final, la empresa consultora deberá entregar un INFORME, que incluya lo solicitado,



Comisión Estatal del Agua
Gobierno de Baja California Sur

Términos de referencia. Diagnóstico del estado actual y proyecto ejecutivo de rehabilitación y mejoramiento de la infraestructura de la planta de tratamiento de aguas residuales en Nopoló, municipio de Loreto.

este será revisado y aprobado. La unidad de medida será "DOCUMENTO" y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.

Ing. Lesvia Tatiana Davis Monzón
Directora General.