



**GOBIERNO DEL ESTADO DE  
BAJA CALIFORNIA SUR**



Términos de referencia para el proyecto ejecutivo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales de la localidad Villa Alberto Andrés Alvarado Arámburo (Vizcaíno), municipio de Mulegé, en Baja California Sur.

Octubre de 2025



Contenido

<b>Antecedentes</b> .....	3
<b>Objetivo</b> .....	3
<b>Alcances</b> .....	3
<b>Marco normativo</b> .....	4
<b>1. Trabajos preliminares</b> .....	5
1.1 Recopilación, análisis y actualización de información existente .....	5
1.2 Levantamiento físico de la infraestructura de alcantarillado sanitario .....	5
1.3 Análisis de los potenciales reúsos para el agua residual tratada .....	6
<b>2. Estudios Básicos</b> .....	6
2.1 Aforos .....	6
2.2 Muestreo y caracterización de las aguas residuales .....	7
2.3 Factores de diseño .....	8
2.3.1 Población de proyecto .....	9
2.3.2 Periodo de diseño .....	9
2.3.3 Consumo .....	9
2.3.4 Aportación .....	9
2.3.5 Coeficientes de variación .....	9
2.3.6 Gastos de diseño .....	10
<b>3. Geotecnia y mecánica de suelos</b> .....	10
3.1 Geotecnia en el sitio para la planta de tratamiento, trazo de emisor y línea de suministro eléctrico .....	11
3.2 Trabajos de campo .....	12
3.3 Trabajos de laboratorio .....	13
3.4 Reporte del estudio .....	13
<b>4. Estudios topográficos</b> .....	14
4.1 Topografía del proyecto .....	14
4.2 Trazo de poligonal de apoyo del levantamiento topográfico de la PTAR .....	14
4.3 Poligonal cerrada del predio de la PTAR y servidumbres de paso .....	14
4.4 Levantamiento de la altimetría y planimetría .....	14
4.5 Levantamiento de planimetría del cárcamo 5 .....	15
4.6 Monumentación .....	15
4.7 Dibujo de planos .....	15
<b>5. Análisis y selección de alternativas de tratamiento de las aguas residuales municipales</b> .....	15
5.1 Elaboración de alternativas de tratamiento .....	15
5.1.1 Arreglo general del sistema de tratamiento y perfil hidráulico .....	15
5.1.2 Análisis técnico y económico de alternativas .....	16
5.2 Presentación y de alternativas .....	16
5.3 Selección de alternativa .....	17
<b>6. Proyecto ejecutivo del sistema de tratamiento</b> .....	17
6.1 Proyecto conceptual ampliado .....	17
6.2 Estudios .....	18
6.3 Proyecto hidráulico PTAR .....	18
6.4 Proyecto estructural .....	19
6.4.1 Edificios .....	19
6.4.2 Tanques .....	19



6.5	Proyecto arquitectónico .....	20
6.6	Proyecto eléctrico.....	21
6.7	Proyecto mecánico .....	22
6.8	Proyectos complementarios.....	24
6.8.1	Proyecto de la línea eléctrica para alimentar a la planta de tratamiento.....	25
6.8.2	Proyecto del emisor a presión.....	25
6.8.3	Proyecto de reusó de las aguas residuales tratadas .....	26
<b>7.</b>	<b>Entrega de proyecto.....</b>	<b>27</b>
7.1	Tramites y/o permisos.....	27
7.2	Paquete para licitación .....	27
7.2.1	Planos de documento de concurso .....	27
7.2.2	Catálogo de obra .....	27
7.2.3	Matrices de precios unitarios .....	29
7.2.4	Especificaciones de obra civil, equipos e instalaciones.....	29
7.2.5	Números generadores de obra.....	30
7.2.6	Conceptos fuera de catálogo general de la CONAGUA .....	30
7.2.7	Calendario de actividades.....	30



### Antecedentes

La localidad de Villa Alberto Andrés Alvarado Arámburo se ubica en el municipio de Mulegé, en el norte del estado de Baja California Sur, según el censo de población 2020 de INEGI, tiene una población de 10,897 habitantes. Continua a esta se localiza el Ejido Gustavo Diaz Ordaz, con 826 habitantes.

En Villa Alberto Andrés Alvarado Arámburo el servicio de agua potable y alcantarillado es proporcionado por el Organismo Operador Municipal del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Mulegé (OOMSAPAS), con una cobertura de alcantarillado del 60%. El sistema de alcantarillado se compone por redes de alcantarillado sanitario de 6" y 8" de diámetro, con 5 cárcamos, de los cuales solo 3 se encuentran operando.

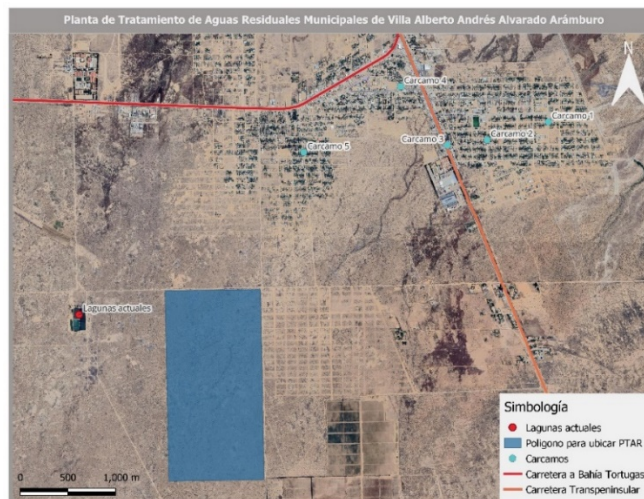
Desde el cárcamo 5, a través de un emisor a presión, las aguas residuales municipales de la localidad de Villa Alberto Andrés Alvarado Arámburo son depositadas en un sistema lagunar que actualmente se encuentra en el límite de su capacidad de operación.

### Objetivo

Desarrollo y entrega del **proyecto ejecutivo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales de la localidad Villa Alberto Andrés Alvarado Arámburo (Vizcaíno), municipio de Mulegé, en Baja California Sur**, con la integración de los estudios necesarios para definir la mejor alternativa técnica, operativa y económica, incluyendo el diseño de toda la infraestructura hidráulica, eléctrica y civil para que el agua residual municipal llegue a la planta de tratamiento de aguas residuales.

### Alcances

La proyección de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales se realizará en la parte norte del siguiente polígono, tomando una superficie máxima de 10 hectáreas.



El prestador de servicios deberá ejecutar los presentes términos de referencia, considerando aspectos y criterios técnicos, normativos, ambientales y constructivos, a plena satisfacción de la Comisión Estatal del Agua (CEA).

Se realizarán estudios de geotécnica y topografía del predio en el cual se proyectará la planta de tratamiento, del trazo propuesto para el emisor que llevará las aguas residuales a la planta de tratamiento y de la línea de distribución de energía eléctrica.



El prestador de servicios presentará al menos 3 alternativas de tratamiento con un alcance conceptual, presentadas con sus respectivos análisis técnicos y económicos, para que el OOMSAPAS Mulegé con asesoría de la CEA y CONAGUA, elija la alternativa que considere más viable, al ser quien opere en un futuro la planta de tratamiento.

El proyecto ejecutivo deberá incluir todos los proyectos por especialidad, considerando los trámites aplicables, tenencia de la tierra, estudios ambientales, etc., para que, en su momento, la construcción del proyecto se pueda llevar a cabo sin contratiempo alguno.

Finalmente, el prestador de servicios deberá presentar el paquete de licitación, que deberá contener: planos, catálogo de obra, matrices de precios unitarios, especificaciones, números generadores, conceptos fuera del catálogo de la CONAGUA, y programación.

Al término de ejecución del contrato, deberá presentar **un tanto impreso** encuadernado con tortillos para encuadernar con sistema a presión, y sistema de hojas intercambiable de cubierta rígida, así también, se presentará la versión digital del informe final en **3 dispositivos de almacenamiento de datos**, previa aprobación de la CEA.

### Marco normativo

El prestador de servicios, para el cumplimiento contractual, deberá aplicar a todas las actividades la normatividad de orden federal, estatal y local, o cuando aplique internacional, para garantizar el producto esperado.

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

- CONAGUA
  - Manuales de agua potable y alcantarillado sanitario (MAPAS) de la CONAGUA
  - Cálculo, Estudio y Diseño de Instalaciones Eléctricas de la CONAGUA
- CFE
  - Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).
    - Capítulo C.1.3 “Diseño por Sismo”
    - Capítulo C.1.4 “Diseño por Viento”
    - Capítulo C.2.5 “Tanques y Depósitos”
- SEMARNAT
  - NOM-001-SEMARNAT-2021
  - NOM-003-SEMARNAT-1997
  - NOM-004-SEMARNAT-2002
- Electricidad
  - Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)
  - 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.
- Norma NMX-J-098-ANCE-1999 Sistemas Eléctricos De Potencia - Suministro - Tensiones Eléctricas - Normalizadas.
- Illuminating Engineering Society (IES)
- Estructural
  - Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI-318-R05) y comentarios
  - Estructuras de Concreto para el Mejoramiento del Medio Ambiente (ACI-350-R05).
  - Normas técnicas complementarias
  - Instituto Mexicano de Construcción de Acero (IMCA)
  - Instituto Americano de Construcciones de Acero (AISC).
  - Sociedad Americana de Soldaduras (AWS).
- Adicionales
  - 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).
  - Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME)
  - American National Standards Institute (ANSI)
  - Instrument Society of America (ISA)
  - Manual AHMSA para ingenieros.
  - Reglamento de construcciones para el estado de Baja California Sur

## 1. Trabajos preliminares

### I.1 Recopilación, análisis y actualización de información existente

El prestador de servicios llevará a cabo la recopilación de información sobre el sistema de alcantarillado y saneamiento, de la localidad de Villa Alberto Andrés Alvarado Arámburo y del Ejido Gustavo Diaz Ordaz.

La recopilación de información deberá obedecer a toda aquella información necesaria para el desarrollo del proyecto, como pueden ser: proyecciones de población, actividades económicas, clima, zona sísmica, tenencia de la tierra, cartas topográficas, geológicas, afectaciones por escurrimientos y/o arroyos de la localidad, limitantes por normatividades de sistemas de tratamiento, rellenos sanitarios y/o sitios de vertido, volumen de agua extraído, volumen suministrado, zonas con servicio, etcétera.

### I.2 Levantamiento físico de la infraestructura de alcantarillado sanitario

Se realizará el levantamiento físico de la infraestructura de alcantarillado sanitario, desde cárcamos, líneas de colectores, subcolectores y emisores, de la localidad Villa Alberto Andrés Alvarado Arámburo.

Se presentará una ficha técnica con fotografías e información de cada elemento, conteniendo al menos: materiales, dimensiones, características, componentes, condición física y características del equipo de bombeo.



Deberán presentar las cuencas de aportación de cada cárcamo trazadas en gabinete de acuerdo con la topografía de la localidad y una profundidad estándar de zanja, presentando la capacidad del cárcamo, presión sobre su operación, puntos de conflicto o sobrecarga, capacidad de ampliar el volumen de operación con el cambio de equipos de bombeo.

Exceptuando la red de atarjeas, se deberán proporcionar planos con todas las características hidráulicas y civiles del sistema de alcantarillado, como el perfil de operación, pendientes, diámetros, cota de terreno, cota de fondo, longitud de tramo, sentido del flujo, etc.

### I.3 Análisis de los potenciales reúsos para el agua residual tratada

Desde el inicio de los trabajos, el prestador de servicios deberá, de acuerdo con la información recopilada y las actividades económicas, analizar los potenciales reúsos para el agua residual tratada.

Deberá analizar la disponibilidad de agua subterránea, superficial, el crecimiento en los últimos años de actividades económicas, la presión sobre el recurso hídrico y en consecuencia, la demanda potencial futura de agua residual tratada, identificando potenciales usuarios interesados, así como posibles conflictos que puedan presentarse de acuerdo con los escenarios planteados.

Para fines de pago del apartado **1. Trabajos preliminares**, el prestador de los servicios entregará un **INFORME**, que contenga la información anterior, presentada de manera que sea visualice con facilidad y precisión lo establecido en los numerales I.1, I.2 y I.3, 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 Dependencia contratante.

## 2. Estudios Básicos

### 2.1 Aforos

El programa que se diseñe deberá, en lo máximo posible, 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 la Estación de bombeo de aguas residuales No. 5, donde 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.

Las mediciones y tomas de muestras se deberán efectuar de modo que se obtengan datos representativos de las descargas seleccionadas, se realizarán aforos cada dos horas y toma de muestras simples cada cuatro horas durante las 24 horas del día tratando de que se finalicen en las horas de la mañana.

De acuerdo con el recorrido efectuado en campo, se podrán aforar aquellas descargas que se identifiquen como relevantes por su gasto de aportación. Cuando se trate de aguas de origen distinto al domiciliario (industrial, agrícola, servicios, etc), 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. Por lo anterior y de acuerdo con información del Organismo Operador de Mulegé de la estimación de aguas residuales descargadas directamente en el sistema lagunar, deberá de aforar/contabilizar el volumen de agua residual descargado por unidades móviles de desazolve e identificar el origen de estas.

De acuerdo con el tipo de descarga se deberán aplicar los métodos exactos de medición. No se aceptarán métodos inexactos de medición. El prestador 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 en base a 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 mejoramiento de las coberturas de agua potable y alcantarillado futuras y 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 al menos dos etapas de crecimiento de la planta, la primera a un horizonte cercano a 10 años y las posteriores, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto.

Para fines de pago del apartado **2.1. Aforos**, el prestador deberá entregar un INFORME, que incluya una memoria con los aforos efectuados en gráficas que se analizarán considerando al menos dos etapas de crecimiento de la planta, la primera a un horizonte cercano a 10 años y las posteriores, de acuerdo con el horizonte de planeación de proyecto, 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 Dependencia contratante.

### 2.2 Muestreo y caracterización de las aguas residuales

En forma simultánea al aforo, en el cárcamo 5 (estación de muestro), se deberán coleccionar muestras simples, cada cuatro horas. Se deberán tomar y analizar seis muestras por día por estación. 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.

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 Dependencia contratante.

Con el volumen restante de las muestras simples coleccionadas 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 de la estación de muestreo, por lo que se obtendrán 7 muestras compuestas.

En el caso de muestras para análisis de grasas, aceites y microbiológicos, se hará una sola toma, de preferencia al terminar el muestreo o cuando se presente el gasto mayor.

Adicional al muestreo del cárcamo 5 (estación de muestreo), deberá de considerar la toma de muestras de las descargas directas en el sistema lagunar efectuadas por las unidades móviles de desazolve, por lo que el prestador de servicios deberá de proponer la integración de las muestras compuestas a analizar para que sea lo más representativa posible, considerado cuando menos 4 muestras compuestas para identificar cada uno de los principales aportantes directos al sistema lagunar.

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 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, de acuerdo con la clasificación del o de los cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales de la localidad.

Se anotarán en los formatos correspondientes aprobados por la Dependencia contratante los resultados obtenidos, las observaciones y recomendaciones.

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.

Conocidos los gastos de diseño y el sitio de disposición final o **reúso**, se deberán establecer las condiciones de calidad que debe satisfacer el efluente tratado en base a los usos posteriores que se propongan conforme a lo establecido en la normatividad vigente.

Para fines de pago del apartado **2.2. Muestreo y Caracterización de las Aguas Residuales**, el prestador 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 Dependencia contratante.

### 2.3 Factores de diseño

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

Se deberá considerar el sentido predominante de los vientos con objeto de evitar que los olores generados por estas unidades se dejen sentir en las áreas urbanas cercanas o aledañas y evitar en lo posible protestas públicas.



### 2.3.1 Población de proyecto

Para la población de proyecto se partirá con la población de INEGI para la localidad Villa Alberto Andrés Alvarado Arámburo, y se pondrá a consideración incorporar la población del Ejido Gustavo Diaz Ordaz. Considerando la cobertura de los servicios básicos y el plan de ampliación de estos que tenga el Organismo Operador.

La proyección de población considerará las tasas de crecimiento por la CONAPO pero también se podrán realizar análisis por los métodos: aritmético, geométrico, extrapolación, regresión lineal.

La población de proyecto será un análisis interactivo, toda vez que, una vez que se analicen el consumo, el periodo de diseño, y la aportación, se deberán analizar respecto a la capacidad de abastecimiento de la localidad, las condiciones del acuífero, las proyecciones de vivienda y el plan de ampliación de los servicios básicos.

### 2.3.2 Periodo de diseño

El periodo de diseño utilizado para la proyección de población será de **25 años**, considerando la posibilidad del crecimiento modular de la planta, por lo cual el diseño contempla un primer módulo o etapa proyectado a 10 años y un segundo modulo para completar el periodo de diseño total.

Los 10 años de periodo de diseño podrá ser menor, si se determina que la disponibilidad de agua no permitirá el suministro de agua potable para la población proyectada y, por lo tanto, la aportación de las aguas residuales proyectada no sea posible.

La Comisión estatal del Agua, una vez analizada la proyección de población de la localidad, podrá solicitar la modificación de los años del periodo de diseño y la proyección del primer módulo, si la población proyectada queda muy cercana a la población actual o limitada al crecimiento poblacional de los últimos años.

Para el emisor a presión, el periodo de diseño se determinará analizando la eficiencia del emisor mismo, considerando el diseño de líneas paralelas, o bien analizando para diferentes periodos de diseño.

### 2.3.3 Consumo

El consumo será analizado primeramente de acuerdo con la población con servicio de agua potable y con suministro a través de pipas contra el volumen de extracción. Posteriormente se deberá comparar con el volumen estimado que recibe el cárcamo 5 (ver apartado de aforos).

Considerando la dotación que el OOMSAPAS asigna a la población y analizando el consumo real, se deberá determinar si el consumo y la dotación se encuentran dentro de los márgenes recomendables para las características de la población.

### 2.3.4 Aportación

Como aportación deberá considerar el 75% de la dotación en litros por habitante por día, este porcentaje podrá variar si el prestador de servicios lo justifica.

### 2.3.5 Coeficientes de variación

Se utilizarán los coeficientes de variación recomendados por el MAPAS de la CONAGUA y los resultados serán comparados con los resultados de los aforos.



#### 2.3.6 Gastos de diseño

Dentro de los trabajos de estos términos de referencia se debe considerar que se diseñará infraestructura de acuerdo con los gastos de diseño que recomienda la CONAGUA para cada uno de ellos.

Para fines de pago del apartado **2.3. Factores de Diseño**, el prestador deberá entregar un **INFORME**, que incluya los factores de diseño analizados, 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 Dependencia contratante.

### 3. Geotecnia y mecánica de suelos

Los estudios deberán determinar características físicas y mecánicas del subsuelo en el sitio de la PTAR, a lo largo del trazo del emisor y de la línea de suministro eléctrico, para la definición de los parámetros de diseño estructural, hidráulico y constructivo, así como de estabilidad de zanjas y anclajes.

Se deberá evaluar el riesgo de asentamientos, licuefacción, corrosividad del suelo, presencia de capa orgánica y/o rellenos, y cualquier otro factor que afecte la estabilidad o durabilidad de la obra.

Se deberán realizar al menos uno en el sitio a construir la planta de tratamiento, uno en el trazo del emisor y dos intermedios en la línea de energía eléctrica.

**Adicional al apartado Marco normativo**, para la determinación de la densidad de muestro se deberán tomar en cuenta la recomendación de las normas:

- NMX-C-430-ONNCCE-2002
- SCT. Manual de Diseño de Obras Civiles- volumen Mecánica de suelos
- Las ASTM aplicables



NMX-C-430-ONNCCE-2002	SCT	ASTM D420
<p><b>Para SPT:</b> 1 por cada 2,500m<sup>2</sup>. 1 por cada caseta. 1 por cada banco. 1 por cada 400 m<sup>2</sup> o fracción de la superficie en planta del edificio. 1 por cada 250 m<sup>2</sup> o fracción de la superficie en planta del edificio.</p> <p><b>Tipo selectivo:</b> 1 por cada 5,000m<sup>2</sup>. 1 por cada caseta. 1 por cada banco. 1 por cada 400 m<sup>2</sup> o fracción de la superficie en planta del edificio. 1 por cada 250 m<sup>2</sup> o fracción de la superficie en planta del edificio.</p> <p><b>PCA:</b> 1 por cada 2,500m<sup>2</sup>. 1 por cada caseta. 1 por cada banco. 1 por cada 400 m<sup>2</sup> o fracción de la superficie en planta del edificio. 1 por cada 250 m<sup>2</sup> o fracción de la superficie en planta del edificio.  1 por cada 500 m de camino de acceso o fracción. 1 por cada 150 m o fracción en barda perimetral.</p>	<p><b>Para PCA:</b> Cada 500 m, cuando se observen diferencias de estratigrafía entre dos pozos consecutivos, se realizarán otros intermedios.</p> <p><b>Para bancos de material:</b> Cada 1,600 m</p>	<p>Analizar de acuerdo con las condiciones encontradas en campo</p>

Razón por la cual el prestador de servicios, previo al inicio de los trabajos de geotécnica deberá presentar un **dictamen** por medio del cual establezca los sitios para los muestreos para la PTAR, el emisor y la línea de energía eléctrica.

### 3.1 Geotecnia en el sitio para la planta de tratamiento, trazo de emisor y línea de suministro eléctrico.

Se ejecutará el apartado de geotecnia en el sitio en el cual se construirá la PTAR, sobre el trazo del emisor y de la línea de suministro eléctrico, para definir:

- Tipo de material por excavar
- Nivel freático
- Permeabilidad del terreno
- Estabilidad de taludes y excavaciones.
- Riesgos de expansión, contracción del suelo o colapso de suelos.
- Capacidad portante y asentamientos
- Agresividad química del suelo
- Recomendaciones de revestimientos, protección catódica, envoltentes.



- Recomendaciones de cimentación (tipo, profundidad de desplante, capacidad portante, mejoramiento de suelo, etc.)
- Volúmenes de material por excavar y, en su caso volumen de excavación a reutilizar y volumen de excedentes a depositar fuera de obra.
- Evaluación de la sismicidad y riesgo de licuefacción según zonificación sísmica.

### 3.2 Trabajos de campo

En el predio elegido se realizarán dos sondeos a base de penetración estándar (STP) con muestreo con tubo de pared delgada (Tipo Shelby) o con barril doble giratorio, según el caso, llevados hasta una profundidad máxima de 12 m.

Además, en cada sitio propuesto se complementará la exploración geotécnica con pozos a cielo abierto llevado a 4.00 m de profundidad como mínimo o hasta alcanzar roca firme, se 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.

Durante la excavación se tomarán muestras alteradas e inalteradas representativas de cada estrato, debidamente etiquetadas y preservadas.

En suelos cohesivos se obtendrán muestras inalteradas con tubo Shelby, realizando pruebas de resistencia con torcómetro y penetrómetro antes del sellado.

En el caso de exploración en roca se llevará un registro en donde se muestren 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 obtenidos 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.

Se elaborarán perfiles estratigráficos preliminares y se documentará el trabajo con fotografías y coordenadas UTM de cada punto investigado.

Si se detectan condiciones de alta permeabilidad o flujo freático, se podrán realizar pruebas Lefranc o Nasberg conforme a normas aplicables.

Obtenidas las muestras y efectuada la clasificación de campo, las excavaciones serán protegidas y cuando la Dependencia contratante lo solicite dará indicaciones a el prestador de servicios para que las cubra en su totalidad, con material de la propia excavación.

El prestador de servicios 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. El prestador deberá ajustarse a este programa informando a la CEA de 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.



### 3.3 Trabajos de laboratorio

Una vez obtenido cada juego de muestras del sitio en que se ubicará la PTAR, sobre el trazo del emisor y de la línea de suministro eléctrico, éstas serán enviadas al laboratorio para su procesamiento.

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

- Contenido natural de agua y peso volumétrico de todas las muestras.
- Análisis granulométrico.
- Límites de consistencia.
- 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.
- Análisis de agresividad química (sulfatos, cloruros, pH)
- 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 pre- consolidación, con profundidad (de acuerdo con los resultados de las pruebas que se efectúen).
- Grafica de perfiles de presión total, hidráulica y efectiva, y registrarse las variaciones de carga de pre- consolidación con profundidad.

### 3.4 Reporte del estudio

Se deberá integrar el estudio de geotecnia, para su evaluación por la Dependencia contratante, el cual deberá contener la información requerida para la ejecución de la obra:

El prestador de servicios deberá entregar el informe de avance en original y deberá contener entre otros:

- Memoria descriptiva y metodología
- Plano y/o croquis de localización con coordenadas UTM de los puntos estudiados.
- Reporte fotográfico
- Perfil geológico y estratigráfico definitivo.
- Resultados e interpretación de campo y laboratorio.
- Criterios y parámetros de diseño geotécnico.
- Recomendaciones constructivas específicas para:
  - Cimentaciones de estructuras de concreto armado (rectangulares y circulares, alturas de acuerdo con proyecto hidráulico, estructura y arquitectónico).
  - Edificios con cargas de acuerdo con proyecto civil, arquitectónico y/o mecánico.
  - Zanjas, anclajes, taludes y obras enterradas.
  - Propuesta de protección anticorrosiva y de materiales de relleno
  - Conclusiones y recomendaciones finales.
  - De ser necesarios, bancos de materiales.

Para fines de pago del apartado **3. GEOTECNIA** el prestador de servicios 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 Dependencia contratante.

#### **4. Estudios topográficos**

##### **4.1 Topografía del proyecto**

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, franja del derecho de paso del trazo de la conducción de aguas crudas o emisor y de la línea de suministro o distribución eléctrica.

El levantamiento topográfico deberá presentarse en coordenadas UTM referidas a uno de los marcos de referencia: terrestre internacional (ITRF), del antecedente en México, datum norteamericano de 1927 (NAD27), y del sistema geodésico mundial 1984 (WGS84), podrá realizarse con estación total, GPS de alta precisión, drones especializados o bien, en combinación, y deberá estar ligado a la red geodésica nacional pasiva del INEGI.

El equipo utilizado deberá tener una precisión  $\pm 8$  mm horizontal y  $\pm 15$  mm vertical en tiempo real o postproceso.

##### **4.2 Trazo de poligonal de apoyo del levantamiento topográfico de la PTAR**

El trazo de la poligonal de apoyo debe hacerse con al menos tres mojoneeras. En caso de ser necesarios puntos para el trazo de apoyo, deben quedar referenciados con mojoneeras con las características establecidas en el apartado 4.6 o puntos fijos de las zonas.

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

##### **4.3 Poligonal cerrada del predio de la PTAR y servidumbres de paso**

Se deberá realizar el levantamiento de los puntos que limitan el predio de la PTAR y las servidumbres de paso del emisor a presión y de la línea de suministro o distribución eléctrica, presentando los planos correspondientes con sus respectivos cuadros de construcción, estableciendo una mojoneera por vértice.

Para el predio donde se proyectará la planta de tratamiento se deberán comparar los límites de este levantamiento contra los de la tenencia de la tierra.

##### **4.4 Levantamiento de la altimetría y planimetría**

Se deberá realizar el levantamiento de altimetría y planimetría del predio y de las servidumbres de paso del emisor a presión y la línea eléctrica, estos trabajos deberán limitarse a la toma de los datos del terreno, evitando el derribo de daños o mutilación la vegetación.

El levantamiento se realizará a través de secciones transversales a máximo cada 20 m de un eje propuesto o bien, a través de un mallado de máximo 10x10 m, el levantamiento deberá ser representativo y preciso con las condiciones del terreno natural.

Se deberán presentar en plano el levantamiento topográfico del predio, de las servidumbres de plano y de los perfiles longitudinales.



#### 4.5 Levantamiento de planimetría del cárcamo 5

Se realizará levantamiento de niveles de arrastre del funcionamiento hidráulico del cárcamo (esta actividad también forma parte del levantamiento de la infraestructura de alcantarillado).

#### 4.6 Monumentación

La monumentación se realizará a través de 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.

Se deberán colocar centradas con una placa fija 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.

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.

#### 4.7 Dibujo de planos

Los planos se dibujarán en planta a escala desde 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, número de contrato, fecha y firma de los responsables de el prestador de servicios de servicios.

El formato de para la presentación de los planos estará sujeto a aprobación por parte de la CEA.

Parafines de pago del apartado **4. ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS**, el prestador de servicios 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 Dependencia contratante.

### 5. Análisis y selección de alternativas de tratamiento de las aguas residuales municipales

#### 5.1 Elaboración de alternativas de tratamiento

Con base en las condiciones actuales se definirán los procesos de tratamiento más factibles de 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 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.

##### 5.1.1 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.

### 5.1.2 Análisis técnico y económico 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 deberán considerar el "Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento" de la CONAGUA y, para procesos no cubiertos en éste se utilizarán referencias tales como las guías y estándares publicados por la Water Environment Federation (WEF) (MOP 8, entre otros), de la AWWA, EPA, HI, OPS, 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, BIOWIN o similares; el prestador de servicios de servicios podrá presentar justificación para el análisis por otro medio y la CEA será quien lo aprobará.

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.

### 5.2 Presentación y análisis de alternativas

- El prestador deberá presentar criterios de comparación y evaluación de las alternativas, comparando 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.
    - Autorizaciones ambientales.
    - 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.



### 5.3 Selección de alternativa

Conforme con los criterios de comparación y evaluación de las alternativas, se seleccionará la alternativa más viable, en común acuerdo, el prestador de servicios de servicios, 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 **5. Análisis y selección de alternativas de tratamiento de las aguas residuales municipales**, el prestador de servicios de servicios 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.

## 6. Proyecto ejecutivo del sistema de tratamiento

### 6.1 Proyecto conceptual ampliado

Se deberá desarrollar el proyecto conceptual de las unidades y edificaciones de las obras necesarias por módulo (primero y final), el cual deberá realizarse conforme a la normatividad aplicable.

El proyecto 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.

Dentro del proyecto de la PTAR se deberá considerar el diseño de una **estación de recepción especializada** para que equipos de desazolve puedan descargar aguas residuales, lodos y fangos, para lo cual considerará área de acceso y maniobra, rejillas y cribado inicial, tolva o tanque de recepción, y de requerirse sistema de control de olores.

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.

El prestador de servicios 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 de llegada PTAR, el cárcamo de llegada y disposición en este arreglo, con sus características geométricas e hidráulicas, y de vertido final de agua tratada. El arreglo de conjunto se efectuará tomando en consideración las unidades, tuberías, obra mecánica y eléctrica existente.

### 6.2 Estudios

En este apartado, al momento de realizar la impresión, se agregarán los estudios topográficos y de geotecnia.

### 6.3 Proyecto hidráulico PTAR

Una vez definido el arreglo general de la planta de tratamiento y dimensionada cada una de las unidades, 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 el prestador de servicios de servicios 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 **6.3 Proyecto hidráulico**, el prestador de servicios de servicios 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.

### 6.4 Proyecto estructural

Respecto al proyecto estructural, se efectuará el diseño estructural de la obra civil, 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 ésta, 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.

#### 6.4.1 Edificios

Con base en 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 ésta, 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.

#### 6.4.2 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 **6.4 Proyecto estructural**, el prestador de servicios de servicios 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.

#### 6.5 Proyecto arquitectónico

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

El proyecto podrá contener de manera enunciativa más no limitativa:

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

El dimensionamiento y espacio de los edificios complementarios a la PTAR consideraran las necesidades reales para la correcta operación y necesidades reales de la planta, por lo cual, edificios como: oficinas generales, laboratorios, caseta de vigilancia, bodegas, podrían no ser necesarios dependiendo de la alternativa seleccionada. 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 de las unidades; así mismo, contendrá las notas, acabados, instalaciones, lista de materiales y especificaciones.

Para fines de pago del apartado **6.5 Proyecto arquitectónico**, el prestador de servicios de servicios 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.

#### 6.6 Proyecto eléctrico

Para satisfacer las necesidades de la PTAR, se deberá llevar a cabo el proyecto eléctrico, el cual debe considerar la infraestructura eléctrica necesaria para que las aguas residuales sean transportada desde el cárcamo 5 hasta la planta de tratamiento y sea posible su tratamiento, para lo cual contemplará: 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

Se deberá realizar el diseño 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 centro de control de motores, 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, 3 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 provisiones de expansión, así como costo de operación y conservación.

En circunstancias normales, serán empleados durante el diseño las siguientes tensiones 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.

Para fines de pago del apartado **6.6 Proyecto eléctrico**, el prestador de servicios 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.

### 6.7 Proyecto mecánico

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, soporteria, 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

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 voltaje total los motores de hasta 10 HP y los motores mayores de 10 HP serán diseñados a voltaje reducido.

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	X		M
Cabezal de descarga	x		M



Datos de proyecto para bombas	Verticales	Horizontales	Unidad
6.- Carga Dinámica total	X	X	M
7.- NPSH Disponible (Carga neta positiva de succión)	X	X	M
14.- Potencia Hidráulica requerida	X		KW
16.- Potencia nominal del motor	X		KW (HP)
Características de comportamiento del equipo de bombeo:			
17.- Número de unidades	X	X	
18.- Marca	X	X	
19.- Modelo	X	X	
20.- Capacidad unitaria	X	X	l/s
22.- Carga dinámica total	X	X	M
23.- Número de pasos	X	X	
24.- Eficiencia	X	X	%
25.- Velocidad	X	X	rpm
26.- NPSH Requerida	X	X	M
Otros datos			
27.- Material de la carcasa	X		
28.- Material de columna	X		
29.- Material del impulsor	X		
30.- 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 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 **6.7 Proyecto mecánico**, el prestador de servicios de servicio 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.

#### 6.8 Proyectos complementarios

Dentro del proyecto ejecutivo de la planta de tratamiento, como se mencionó anteriormente, deberán también diseñar la línea de suministro o distribución eléctrica para que la PTAR funcione correctamente, así como el



proyecto del emisor para que las aguas residuales municipales que llegan al cárcamo 5 puedan ser llevadas al cárcamo de llegada de la PTAR proyectada, para finalmente presentar un proyecto para que las aguas residuales tratadas puedan ser reutilizadas.

El catálogo, las especificaciones y generadores de estos proyectos complementarios, deberán estar integrados al catálogo de proyecto.

#### 6.8.1 Proyecto de la línea eléctrica para alimentar a la planta de tratamiento

Una vez terminados los proyectos eléctricos y mecánicos, de deberá determinar la demanda máxima eléctrica de la planta, y así solicitar la factibilidad y contrato de suministro ante la Comisión Federal de electricidad (CFE) De acuerdo con el punto de conexión con CFE, Se deberá realizar el diseño de la línea de media tensión, para lo cual deberá integrar al análisis y calculo:

- Tipo de transformador (kVA) y su conexión.
- Factor de potencia previsto y propuesta de corrección (capacitores o bancos)
- Crecimiento previsto (analizar posible reservar)
- Tablero general, celdas de media tensión, apartarrayos, fusibles, interruptores, caída de tensión, criterios términos/mecánicos de conductores y herrajes.
- Puesta a tierra
- Ubicación de postería georreferenciada
- Considerar material para las condiciones de la localidad.
- 

Al término de la actividad de presentaran:

- Memorias descriptivas y de cálculo (intensidad de corriente, corriente de cortocircuito, cálculo de caída de tensión, elevación de temperatura, condiciones mecánicas y ambientales a que se sometan durante su instalación y operación)
- Plano de trazo, detalles de apoyo, cimentaciones, perfil de terreno
- Diagrama unifilar y esquema de protecciones
- Plano y cálculo de puesta a tierra
- Plano de cableado

#### 6.8.2 Proyecto del emisor a presión

En este apartado se considerará el diseño del proyecto de un emisor a presión, que conectará el cárcamo 5 al cárcamo de llegada de la PTAR. Este proyecto integrará la información técnica de los apartados de topografía, geotecnia y mecánica de suelos y proyectos hidráulico y mecánico.

Partiendo del *Levantamiento físico de la infraestructura de alcantarillado sanitario* y las condiciones del cárcamo 5, de los muestreos realizados y el diseño de la PTAR, se dimensionará el emisor considerando la curva de caudales de diseño.

El diseño hidráulico del emisor a presión tomara como referencia técnica lo establecido en los Manuales de agua Potable, Alcantarillado y saneamiento de la CONAGUA (velocidades, diámetro, coeficiente de perdida, condiciones de operación etc.).



Dentro del análisis y diseño del emisor, se deberá realizar la revisión por golpe de ariete al emisor y establecer medidas para su control. Mientras que para el equipo de bombeo del cárcamo se revisará el NPSH, sistema de arranque, controles, y alternancia.

Este proyecto incluye la mejora completa del cárcamo 5 existente, para lo cual se presentará un proyecto de mejora civil, así como la revisión y de ser necesario la modificación del sistema eléctrico.

Al termino, el prestador de servicios de servicios deberá presentar:

- Plano de trazo con materiales, sección de zanja, rellenos, protección catódica
- Plano de perfil longitudinal con línea piezométrica y de carga
- Plano de anclaje
- Plano mecánico y Plano eléctrico
- Plano de rehabilitación del cárcamo 5
- Memoria descriptiva (deberá incluir la revisión de las presiones máximas y mínimas vs resistencia del material)
- Memoria de cálculo hidráulico
- Memoria de anclajes
- Memoria mecánica
- Memoria eléctrica

### 6.8.3 Proyecto de reúso de las aguas residuales tratadas

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 la planta de tratamiento, 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 potenciales reusos y usuarios, 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. Dentro de este proyecto se deberán contemplar los posibles **puntos de descarga para el reúso del agua residual tratada**.

Una vez analizadas las opciones y las que resulten convenientes, el prestador de servicios presentará a **nivel conceptual** cada opción con visión técnica, social y económica.



Una vez presentado el análisis conceptual, a nivel proyecto el prestador de servicios deberá presentar un **humedal, obra de retención** o bien, **de conducción** para que, al momento de la construcción de la planta de tratamiento o en eventos fortuitos, sea posible el depósito de las aguas residuales tratadas, así también, deberá presentar el diseño de una **garza para el llenado de pipas** con agua residual tratada.

Para la infraestructura diseñada mencionada en el párrafo anterior, se presentarán los planos de la infraestructura hidráulica de descarga, diseño, memoria de cálculo, trazo, perfiles, detalles constructivos, plantas, cortes y notas, lista de materiales, especificaciones y **todo lo necesario para su construcción** y trámite de **permiso de descarga ante la CONAGUA**.

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

Para fines de pago del apartado **6.8 Proyectos complementarios**, el prestador de servicios de servicios 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.

## 7. Entrega de proyecto

El proyecto deberá ser presentado completo y separado para su construcción en dos módulos. Con las consideraciones siguientes:

### 7.1 Trámites y/o permisos

**El prestador de servicios deberá efectuar todos los estudios, informes y documentación necesaria para realizar los trámites requeridos para que la PTAR pueda ser construida sin contratiempos; se enlistan de manera enunciativa más no limitativa los siguientes: manifestación de impacto ambiental o exención, factibilidad de energía eléctrica, permiso de descarga, dictamen de no afectación, cambio de uso de suelo, licencia de construcción por el ayuntamiento.**

### 7.2 Paquete para licitación

#### 7.2.1 Planos de documento de concurso

Se entregará 1 juego de planos referentes al proyecto, con firmas autógrafas y también en sus versiones digitales 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, deberán ser aprobados por la CEA.

#### 7.2.2 Catálogo de obra

El prestador de servicios 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, El prestador de servicios 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, el prestador de servicios deberá realizar los análisis de precios unitarios correspondientes. En el caso de conceptos para obra civil e instalaciones, el prestador de servicios deberá integrarlos en su expresión mínima por actividad, por lo que las unidades deberán ser m, m<sup>2</sup>, m<sup>3</sup>, 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.



### 7.2.3 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. Deberán incluirse cotizaciones de al menos tres casas comerciales que den soporte a los precios más significativos del proyecto, ya sea de materiales o equipos.

### 7.2.4 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 secuencia constructiva y plan de rehabilitación por etapas, y manual de operación y mantenimiento.

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, las especificaciones de obra civil, equipos e instalaciones 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.



El prestador de servicios deberá utilizar como base las “Especificaciones Generales para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado”, que al igual que el catálogo 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 deberán 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.

### 7.2.5 Números generadores de obra

Como parte del proyecto, el prestador de servicios 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.

### 7.2.6 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.

### 7.2.7 Calendario de actividades

Es necesario calendarizar el tiempo de ejecución de la obra dividida en semanas o quincenas contadas 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 **7. Entrega de proyecto**, el prestador de servicios de servicios deberá entregar EL PROYECTO IMPRESO, deberá presentarse separado por los dos módulos de acuerdo con el horizonte de proyecto analizado. La unidad de medida será **PROYECTO** y el costo se cubrirá al término de esta actividad, a plena satisfacción de la CEA.