

TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA:

**ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE DIAGNOSTICO Y
DE INGENIERÍA BÁSICA DEL PROYECTO DE
SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LOS
RIOS ATOYAC Y EL SALADO**

CONTENIDO

I. RESUMEN EJECUTIVO.	4
II. ANTECEDENTES.	5
III. OBJETIVOS	2
3.1. Objetivo General	2
3.2. Objetivos específicos	2
IV. ALCANCES DE LA CONSULTORÍA	2
V. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO	2
5.1. Recopilación y análisis de la información existente.	2
5.1.1. Marco físico	5
5.1.2. Aspectos sociales	8
5.1.3. Marco normativo.	9
5.1.4. Análisis Oferta-Demanda de agua potable y de aportación de Agua Residual.....	10
5.1.5. Cobertura de saneamiento.....	13
5.1.6. Estado de conservación de infraestructura, volumen de agua residual y factibilidad de predios.	15
VI. SELECCIÓN DE SITIOS DE INTERVENCIÓN Y ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS EN LA ZONA DE ESTUDIO.	16
6.1. Selección de sitios de intervención.	16
6.1.1. Descripción general de alternativas de sistemas de tratamiento.	17
6.1.2. Análisis económico de las alternativas de solución	20
6.1.3. Criterios de comparación y evaluación de alternativas	21
VII. ANTEPROYECTO DE INFRAESTRUCTURA PARA EL SANEAMIENTO DE LOS RÍOS ATOYAC Y SALADO.	22
7.1. Alcances de los sitios de estudio seleccionados.	23
7.1.1. Descripción de las Actividades en sitios seleccionados	24

7.1.2. Antecedentes del entorno físico, social, ambiental y administrativo	24
7.1.3. Aforos y caracterización del agua residual	26
7.1.4. Estudio topográfico para la PTAR.	29
7.1.5. Estudio de Geotecnia para la PTAR.	30
7.1.6. Estudio de aprovechamientos actuales de las aguas residuales crudas y esquema conceptual para el reúso del agua tratada.....	33
7.1.7. Ingeniería Básica de las alternativas óptimas de tratamiento.....	34
7.1.8. Manifestación de Impacto Ambiental	41
VIII. PRODUCTOS A ENTREGAR	42
IX. INFORMES PARCIALES E INFORME FINAL DEL ANTEPROYECTO.	44
X. CONFIDENCIALIDAD Y PROPIEDAD DE LOS TRABAJOS	44
XI. DURACIÓN Y PERIODO DE LA CONSULTORÍA	45
XII. CATÁLOGO DE CONCEPTOS	45

I. RESUMEN EJECUTIVO.

Los afluentes del Río Atoyac y Salado se encuentran ubicados dentro de la subcuenca denominada Río Atoyac–Oaxaca de Juárez con clave de subcuenca RH20Ac, la cual está inmersa en la región hidrográfica 20 cuya clave es RH20 denominada Costa Chica-Río Verde; dentro de la subcuenca antes referida se encuentran las microcuencas Alto Atoyac, Bajo Atoyac y Río Salado, en donde convergen 121 municipios.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI en 2010, se cuenta con un registro total de 697,646 habitantes en los 37 municipios considerados en el **“Proyecto de Saneamiento de los Ríos Atoyac y Salado”**, lo que representa el 67.48% de la población total de la Región de los Valles Centrales; que por lógica es donde se concentra los polígonos más grandes de zona urbana, los cuales siguen creciendo anualmente y la descarga de sus aguas residuales, así como de residuos sólidos van dar a los afluentes de los Ríos Atoyac y Salado, rebasando su capacidad de autodepuración y son ahora una fuente de contaminación potencial.

Los presentes términos de referencia denominados **“Elaboración del estudio de diagnóstico y de ingeniería básica del proyecto de saneamiento de aguas residuales en los ríos Atoyac y el Salado”**, tiene la finalidad de poder realizar no solo actividades en aproximadamente 171.8 kilómetros de longitud de los ríos que cruzan por los 37 municipios propuestos y donde más se acentúa la contaminación, sino que se está visualizando de una forma integral en todo el territorio que corresponde a la zona de captación del agua y por donde los escurrimientos naturales tienen un impacto en los afluentes, de tal forma que se pueda recuperar las condiciones ecológicas de los ríos Atoyac y Salado mediante el diseño y operación del **“Programa integral para el saneamiento de los ríos Atoyac y Salado”**, que considere estrategias y acciones específicas que deberán llevar a cabo los tres órdenes de gobierno y sociedad, y para lo cual se tendrá que realizar una caracterización y diagnóstico de la situación actual del área de influencia, así como considerar las necesidades de infraestructura para el saneamiento de los Ríos Atoyac y Salado.

II. ANTECEDENTES.

La Zona de Estudio del proyecto contempla los siguientes municipios limítrofes con los Ríos Atoyac y Salado, aunque no se descarta la posibilidad de adicionar más municipios de acuerdo con el análisis del prediagnóstico:

- | | |
|---------------------------------|------------------------------|
| 1) San Andrés Zautla | 20) Santa Lucía del Camino |
| 2) Santiago Suchilquitongo | 21) San Sebastián Tutla |
| 3) Reyes Etlá | 22) Rojas de Cuauhtémoc |
| 4) Magdalena Apasco | 23) San Juan Guelavía |
| 5) San Pablo Huitzo | 24) San Sebastián Abasco |
| 6) Nazareno Etlá | 25) Santa Cruz Papalutla |
| 7) San Lorenzo Cacaotepec | 26) Santa María Guelacé |
| 8) Soledad Etlá | 27) San Pablo Villa de Mitla |
| 9) Guadalupe Etlá | 28) Tlacolula de Matamoros |
| 10) San Francisco Telixtlahuaca | 29) Ánimas Trujano |
| 11) Oaxaca de Juárez | 30) Santa María Coyotepec |
| 12) San Jacinto Amilpas | 31) San Bartolo Coyotepec |
| 13) Santa Cruz Xoxocotlán | 32) Santa Ana Zegache |
| 14) Santa María Atzompa | 33) Villa de Zaachila |
| 15) Tlaxiaco de Cabrera | 34) San Pablo Huixtepec |
| 16) San Agustín de las Juntas | 35) Santa Catarina Quiané |
| 17) San Antonio de la Cal | 36) Ciénega de Zimatlán |
| 18) Santa Cruz Amilpas | 37) Zimatlán de Álvarez |
| 19) Santa María del Tule | |

De acuerdo con las condiciones actuales, es necesario definir estrategias de atención que atiendan las principales causas de la problemática de contaminación de los Ríos Atoyac y Salado, con la finalidad de lograr un manejo integral que impacte positivamente en el recurso hídrico que llega a los principales afluentes de la Subcuenca del Río Atoyac (RH20Ac).

El proyecto consiste en el **“Saneamiento integral de los ríos Atoyac y Salado”**, con estrategias y acciones específicas que sean técnicamente adecuadas, ambientalmente viables y económicamente asequibles, considerando las condiciones actuales y futuras de la población beneficiada, con una proyección de 20 años.

III. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Recuperar las condiciones ecológicas de los ríos Atoyac y Salado mediante el diseño y operación del **“Programa integral para el saneamiento de los ríos Atoyac y Salado”**, que considere estrategias y acciones específicas que deberán llevar a cabo los tres órdenes de gobierno y sociedad.

3.2. Objetivos específicos

1. Identificar las fuentes de contaminación en la zona de estudio y las posibles causas que la originan, mediante una caracterización y diagnóstico participativo que incluya los componentes: ambiental, social, económico.
2. Definir las necesidades de infraestructura para el saneamiento de los Ríos Atoyac y Salado incluyendo **el análisis y establecimiento de parámetros de diseño y operación basados** en las condiciones actuales y futuras de la población beneficiada, con una proyección de 20 años.

IV. ALCANCES DE LA CONSULTORÍA

El presente proyecto se llevará a cabo en 37 municipios de los Valles Centrales de Oaxaca, ubicados en la Subcuenca denominado “Río Atoyac” que incluye los ríos Atoyac y Salado, en un tramo de aproximadamente 171.8 km (ver mapa anexo).

V. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO

5.1. Recopilación y análisis de la información existente.

En este apartado la consultoría integrará información de caracterización y diagnóstico, la cual tiene por objeto describir el estado de los componentes del ciclo hidrológico, hidráulico e hídrico del agua, desde la perspectiva natural, social y gestión de infraestructura, buscando la identificación de las principales causas de desequilibrio en el ciclo urbano del agua y los problemas de contaminación de los Ríos Atoyac y Salado en la Zona de Estudio, considerando, entre otras, las siguientes actividades:

- Delimitar y caracterizar el área de estudio, comprendida por los Municipios listados en el numeral I.

VI. RESUMEN EJECUTIVO.

Los afluentes del Río Atoyac y Salado se encuentran ubicados dentro de la subcuenca denominada Río Atoyac–Oaxaca de Juárez con clave de subcuenca RH20Ac, la cual está inmersa en la región hidrográfica 20 cuya clave es RH20 denominada Costa Chica-Río Verde; dentro de la subcuenca antes referida se encuentran las microcuencas Alto Atoyac, Bajo Atoyac y Río Salado, en donde convergen 121 municipios.

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda realizado por el INEGI en 2010, se cuenta con un registro total de 697,646 habitantes en los 37 municipios considerados en el **“Proyecto de Saneamiento de los Ríos Atoyac y Salado”**, lo que representa el 67.48% de la población total de la Región de los Valles Centrales; que por lógica es donde se concentra los polígonos más grandes de zona urbana, los cuales siguen creciendo anualmente y la descarga de sus aguas residuales, así como de residuos sólidos van dar a los afluentes de los Ríos Atoyac y Salado, rebasando su capacidad de autodepuración y son ahora una fuente de contaminación potencial.

Los presentes términos de referencia denominados **“Elaboración del estudio de diagnóstico y de ingeniería básica del proyecto de saneamiento de aguas residuales en los ríos Atoyac y el Salado”**, tiene la finalidad de poder realizar no solo actividades en aproximadamente 171.8 kilómetros de longitud de los ríos que cruzan por los 37 municipios propuestos y donde más se acentúa la contaminación, sino que se está visualizando de una forma integral en todo el territorio que corresponde a la zona de captación del agua y por donde los escurrimientos naturales tienen un impacto en los afluentes, de tal forma que se pueda recuperar las condiciones ecológicas de los ríos Atoyac y Salado mediante el diseño y operación del **“Programa integral para el saneamiento de los ríos Atoyac y Salado”**, que considere estrategias y acciones específicas que deberán llevar a cabo los tres órdenes de gobierno y sociedad, y para lo cual se tendrá que realizar una caracterización y diagnóstico de la situación actual del área de influencia, así como considerar las necesidades de infraestructura para el saneamiento de los Ríos Atoyac y Salado.

- **ANTECEDENTES**, mostrando su representación geográfica obtenida de cartografía oficial, considerando la visión de cuencas hidrográficas; así mismo, deberá incluir una descripción general de la localización física y las características geográficas, hidrológicas y morfométricas del área de estudio, así como las jurisdicciones administrativas que inscribe, indicando en forma precisa sus principales colindancias, parteaguas y puntos de drenaje, analizando su integración y coherencia con respecto a información de planes de desarrollo urbano, crecimiento urbano futuro, extensión territorial de los asentamientos de población actual y futura.
- Investigar en diferentes fuentes de información públicas, electrónicas, reportes de medios de comunicación, documentos de instituciones educativas y de investigación, informes de instituciones gubernamentales y no gubernamentales, y datos obtenidos de los actores clave identificados, entre otros, sobre el tema relacionado con el objeto del presente estudio, que pueda contribuir a lograr los objetivos planteados.
- Recopilar y analizar la estimación de la demanda de agua en la Zona de Estudio, haciendo hincapié en la programación del asentamiento y ocupación de los polígonos de desarrollo futuro previstos en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano o Rural (según sea el caso), para cada Municipio, a fin de conocer y manejar la información actualizada respecto a la estimación del volumen de agua requerido en el tiempo; y por correlación con lo anterior, tener datos válidos para pronosticar el volumen de la generación y de la aportación de agua residual. Para esto, la Consultoría trabajará de manera coordinada con la SEMAEDESO.
- Identificar y analizar la información documental relevante, así como visitas técnicas para reconocer y validar dicha información documental relativa a la infraestructura de recolección, elevación y tratamiento de agua residual en la Zona de Estudio. Se obtendrá información sobre el estado de conservación y grado de mantenimiento de esa infraestructura; registrando su distribución espacial y área de cobertura.
- Los aspectos por analizar con respecto a la infraestructura de gestión del agua residual incluyen, sin limitar, los siguientes:

Problemas de Capacidad	Problemas de cobertura y calidad
• Subdimensionamiento de estructuras, equipos y sistemas. • Errores constructivos. • Conservación y mantenimiento deficiente. • Funcionamiento hidráulico Indeseable.	• Descargas incontroladas. • Afluentes crudos sin pretratamiento. • Conexiones irregulares con calidad fuera de norma. • Sólidos flotantes en exceso (residuos sólidos).

- Clasificar e integrar la información obtenida de acuerdo a la matriz de trabajo que incluye 8 ejes rectores (se anexa formato) definidos por el ***“Grupo Específico de Trabajo para el Saneamiento de los Río Atoyac y Salado”***, así como su alineación con los diferentes instrumentos de política ambiental vigentes como el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio del Estado de Oaxaca (POERTEO); Programa Estatal del Cambio Climático; Estrategia para la Conservación y el Uso Sustentable de la Biodiversidad del Estado de Oaxaca (ECUSBEO); Estudios diagnósticos municipales; Planes de Desarrollo Urbano y Territorial de la Secretaría de las Infraestructuras y el Ordenamiento Territorial Sustentable (SINFRA), Plan Hídrico Estatal (CEA), Proyecto MAS Oaxaca y otras bases documentales disponibles para recopilación de información secundaria, de actores que han estudiado el ciclo integral del agua en la cuenca del río Atoyac y El Salado.
- Identificar áreas prioritarias de atención y contaminación de cauces, actores involucrados en la implementación de acciones correctivas, proponer e implementar metodologías de priorización de problemáticas, identificación de causas que las originan y avances que se han alcanzado en su atención con base en la implementación de acciones derivadas de programas anteriores, profundizando en el conocimiento que originan y problemática del manejo actual de las aguas residuales y las consecuencias que conlleva sobre la sociedad, se realizará un diagnóstico participativo con actores involucrados en la gestión de los recursos de la cuenca hidrológica y los servicios ecosistémicos que brinda a la población.
- Elaborar el plano de la Zona de Estudio escala 1:20,000, que contenga capas base como: límites políticos, relieve, topografía, hidrología, entre otras consideraciones. De forma enumerativa, más no limitativa. Además deberá considerar las siguientes capas de información:
 - Infraestructura principal, de drenaje sanitario, que incluye colectores, interceptores y emisores primarios, estaciones de bombeo de agua residual, puntos de descarga de agua tratada autorizada y puntos de descarga de agua residual cruda irregular, con caudal significativo.

- La(s) planta(s) de tratamiento existentes,
- Área(s) potenciales para la implementación de infraestructura identificada en el Estudio de Alternativas del proyecto,
- Delimitación del terreno y la superficie del predio seleccionado para la implementación de Nueva Infraestructura.
- De ser posible, en el mismo plano, se indicarán los puntos de descarga de aguas residual en los Ríos Atoyac y Salado, indicando la infraestructura necesaria para su tratamiento. Ubicar los puntos de contaminación por tiraderos a cielo abierto, así como ubicación de sitios de extracción de materiales pétreos.

6.1.1. Marco físico

La Consultora deberá describir las principales características del sistema hidrológico y fisiográfico que prevalece en la Zona de Estudio, las cuales deberán ser atendidas en consideración para que el análisis de alternativas de solución a la problemática que se identifique se encuentre alineada con el panorama general. Como mínimo, se investigará y describirá las particularidades de los siguientes temas con su respectiva cartografía escala 1:20:000:

6.1.1.1. Clima

Tipo de clima a la cual pertenece la zona de estudio. Considerar la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García para la República Mexicana, o bien, el uso de alguna otra fuente disponible justificando la referencia correspondiente dentro del estudio. Proporcionar información de los registros de temperatura y precipitación media anual y extraordinaria de todas las estaciones meteorológicas activas en la Zona de Estudio.

La Consultora deberá recopilará las normales climatológicas, valores mensuales y valores extremos de las principales variables climatológicas, como son: precipitación pluvial, insolación, temperatura, velocidad y dirección del viento; así como el análisis de fenómenos hidrometeorológicos extremos (huracanes, incendios, inundaciones, entre otros), con base en los registros históricos disponibles.

La Consultora deberá realizar una descripción de escenarios climáticos del área de estudio, a partir de la información del Programa Estatal de Cambio Climático de Oaxaca (PECCO).

6.1.1.2. Uso de suelo y vegetación

La Consultora deberá identificar de las áreas con degradación ambiental debida a erosión, deforestación, cambio de uso del suelo, desertificación, contaminación de acuíferos, contaminación de aguas superficiales y contaminación de suelo por residuos sólidos y líquidos.

Identificar de las causas y efectos del deterioro, indicando los sectores socioeconómicos que impacta, e investigando su origen.

Ubicar Áreas Naturales Protegidas (ANP) federales, y otras áreas de gestión ambiental regulada por las dependencias estatales y municipales, así como aquellas zonas definidas institucionalmente como áreas de importancia para la conservación (AICAS, sitios RAMSAR, áreas prioritarias de la CONABIO).

Identificar, a partir de la información documental disponible, áreas prioritarias para la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, adicionales a las establecidas institucionalmente, que puedan ser caracterizadas utilizando para ello, entre otros, modelos de optimización para la selección de áreas mínimas que maximicen la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad. Entre los temas que podrán analizarse en este punto se incluyen: conectividad del paisaje; distribución de especies bajo alguna categoría de riesgo, y endémicas; riqueza de especies; representatividad de los tipos de vegetación, entre otras.

Identificar de áreas prioritarias para el mantenimiento de bienes y servicios ambientales (recarga de los acuíferos, captación de carbono, etc.).

La Consultora deberá elaborar mapa temático y documento sobre la ubicación y descripción de las áreas que se deberán preservar, conservar, proteger o restaurar, así como aquellas que requieran el establecimiento de medidas de mitigación para atenuar o compensar impactos ambientales adversos.

6.1.1.3. Edafología

Recopilar y analizar la información edáfica contenida en las cartas cartográficas disponibles de la Zona de Estudio. Para todo esto se solicita que la Consultoría se base en cartas del INEGI, visitas de reconocimiento y estudios previos del área delimitada, especificando las fuentes de información consultadas.

6.1.1.4. Geología

La Consultora deberá indicar la información geológica general, describiendo el Marco Geológico de la zona de estudio donde se deben señalar las características del suelo y toda aquella información que sea de utilidad. Esta información podrá encontrarse en cartas geológicas del INEGI, así como las cartas del Servicio Geológico Mexicano (SGM), visitas de observación y estudios anteriores. Especificar, además, si existen bancos de materiales, su ubicación y estado actual. Se debe mencionar la susceptibilidad de la zona: sismicidad, derrumbes, deslizamientos y otros movimientos de tierra o roca, con base en los atlas de riesgos geológicos disponibles.

6.1.1.5. Fisiografía

La Consultora deberá recopilar y analizar la información topográfica y de relieve contenida en las cartas cartográficas disponibles de la Zona de Estudio. Para todo esto se solicita apoyarse en cartas del INEGI, visitas de reconocimiento y estudios previos del área delimitada, referenciando las fuentes de información consultadas.

6.1.1.6. Hidrografía

La Consultora deberá realizar la descripción de cauces naturales del río Atoyac y El Salado, y sus cuencas tributarias, con base en el cálculo e interpretación de los parámetros hidrográficos convencionales para el estudio de cuencas y ríos naturales, incluyendo como mínimo las siguientes variables: longitud de cauce, pendiente de cauce, pendiente de cuenca, número de curva (SCS), número de orden, tiempo de concentración, perímetro y superficie de cuenca, así como todos los parámetros morfométricos que sean requeridos para la correcta caracterización de los cauces.

La Consultora deberá recabar información sobre la capacidad de asimilación de contaminantes de los cauces y las condiciones de descarga de carga orgánica establecidas en su declaratoria de descarga. La Consultora deberá estimar la capacidad de autodepuración natural del río Atoyac y El Salado, determinada en unidades de Ton/día de Demanda Química de Oxígeno (DQO), mediante la aplicación de modelos matemáticos justificados y plausibles; dicho valor será comparado con la carga contaminante autorizada en los sitios de descarga de agua tratada, más la carga contaminante estimada en descargas irregulares significativas.

6.1.1.7. Salud e higiene

La Consultora deberá recopilar la información estadística de fuentes confiables que permita analizar la incidencia de enfermedades en la Zona de Estudio, son de especial interés para el trabajo a desarrollar los registros sobre casos de padecimientos gastrointestinales y alteraciones de la piel.

La Consultora deberá realizar el análisis de la información para vislumbrar la causa de dichos padecimientos, mediante el estudio de la temporalidad y la distribución geográfica y la intensidad de los eventos reportados en la Zona de Estudio; y en caso de encontrar alguna correlación de los eventos de salud, con la carencia de agua potable y saneamiento de las aguas residuales, deberá proponer los mecanismos de verificación que sirvan para desechar, o confirmar, esa hipótesis.

6.1.1.8. Características del entorno urbano

La Consultora deberá realizar la identificación de características urbanas de la localidad, grado de desarrollo urbano alcanzado, densidad poblacional, así como estimar o recabar valores de parámetros de caracterización socioeconómica de poblaciones urbanas.

Cartografía de acuerdo con el análisis del POERTEO, diagnóstico del Ordenamiento Urbano y Territorial de SINTRA, así como diagnósticos municipales e información estadística y geográfica de otras instituciones, en la que se estimarán la proyección de ampliación de la zona urbana en los próximos 20 años, así como estrategias de atención a la problemática de saneamiento de las aguas residuales.

6.1.2. Aspectos sociales

La Consultora deberá realizar la identificación de los tipos de organización civil existentes en la población bajo análisis; los factores culturales involucrados tales como grado de educación, hábitos de higiene, uso eficiente del agua, entre otros.

Analizar riesgo al inicio o continuidad de la implementación de acciones que prescriban como resultado del estudio, considerando factores políticos, se debe identificar tiempo de cambios de poderes y constitución de fuerzas políticas en el municipio, estado y federación; por último, dentro de los factores normativos se debe considerar la existencia o no de leyes, normas, reglamentos que regulen la problemática que se pretende atender.

6.1.2.1. Características de las vías de comunicación en el área de influencia

La Consultora deberá recopilar la información sobre la accesibilidad, existencia y condiciones de funcionalidad de vías de acceso. Información sobre vías de acceso, estado de las vías, sobre las vías al interior de la localidad, tipos de vías, entre otros.

Se deberán emitir recomendaciones para optimizar las vías de comunicación analizando esa infraestructura como elemento de freno de las acciones que, como resultado del estudio requerido, serán priorizadas para garantizar el saneamiento del río Atoyac y El Salado.

6.1.2.2. Actividades económicas del área de influencia del proyecto y niveles de ingreso de la población

La Consultora deberá recabar la información del ingreso económico promedio familiar, tipos de producción, actividades económicas predominantes y en qué forma las desarrollan (individual, cooperativas, obreros agrícolas, entre otros). Las fuentes de datos a emplear serán por lo menos los censos y conteos de población de INEGI, a nivel de localidad o AGEB, así como las bases de datos existentes en los Ayuntamientos y en las entidades estatales.

Identificación de actividades de transformación en la Zona de Estudio, abastecimiento de agua, y destino de las aguas residuales o tratadas que vierte.

6.1.3. Marco normativo.

La Consultora deberá proponer objetivos, metas e hitos con alineación al marco normativo y político relacionado al desarrollo de acciones para solucionar la problemática:

- a. Legal. Plan Nacional de Desarrollo, Plan Hídrico Nacional de la CONAGUA y los programas sectoriales, regionales y especiales, entre otros.
- b. Político. Estructura del congreso o del cabildo municipal, periodos de inicio y término de la gestión estatal y municipal, además de otros aspectos relevantes que puedan influir en la ejecución del proyecto.

6.1.4. Análisis Oferta-Demanda de agua potable y de aportación de Agua Residual.

Estimar y analizar los factores socioeconómicos de mayor influencia para caracterizar la problemática y la estimación de parámetros de dimensionamiento de infraestructura contemplada en el proyecto, como son:

6.1.4.1. Proyección de población al horizonte del proyecto.

Considerar los datos de proyecciones de población a nivel localidad. Dicha proyección debe considerar periodos de 20 [veinte] años de operación. En casos particulares, por ejemplo, cuando la población beneficiada sólo sea una parte de la población de cierta ciudad o municipio, la proyección se puede realizar por medio de la información de la metodología utilizada por CONAPO y de los censos realizados por el INEGI. Siguiendo la metodología descrita en la NT-011-CNA-2001 “Métodos de proyección de población”, de CONAGUA.

Se deberán tomar en consideración los planes urbanos de crecimiento municipal, así como el crecimiento comercial y turístico dentro horizonte del proyecto en caso de que sea necesario analizar la distribución de la población proyectada.

6.1.4.2. Estimación de la demanda de agua potable y generación de agua residual.

Describir y analizar las características tanto de la demanda de agua potable (condiciones actuales en que se consume: cantidad, calidad, frecuencia, etc.), como del consumo y la generación de agua residual. Los datos deberán obtenerse a partir de los Organismos Operadores y otras dependencias encargadas de la prestación de los servicios de agua y drenaje, dentro de la zona de estudio y también de la base de datos de la CONAGUA. El análisis debe incluir el comportamiento histórico de las variables de cobertura de agua y drenaje, consumo de agua, dotación per cápita, volumen de agua potable suministrada a la red de distribución, volumen de agua recibido en PTAR's, eficiencia física de las redes; así como la estimación de su comportamiento futuro, en caso de existir.

Estimar la demanda de agua potable y la generación de agua residual. Para la proyección de la demanda deben utilizarse los datos (tasas e índices) de población oficial del INEGI y correr la metodología de la CONAPO, con relación a la dotación actual y las proyecciones realizadas conforme a lo indicado en el numeral anterior. Para la estimación de la generación de agua residual, se tendrá que emplear los valores de retorno de agua residual que extraiga del análisis estadístico de la base de datos histórica de aportación a las

redes de drenaje existentes. En caso de que la información disponible sea insuficiente para establecer los factores de la aportación de agua residual, el Consultor empleará los coeficientes establecidos en los manuales técnicos, normas y reglamentos aplicables, siendo la referencia obligada el Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de CONAGUA.

La Consultoría deberá considerar los consumos que se tengan en la población, por tipo de usuario, basándose en los registros de micro medición existente para obtener el consumo total del sistema (2). Los usuarios domésticos representan la mayor parte de los beneficiarios del sistema, representando para la mayoría de los casos, entre el 70 y 95% del total de usuarios. A estos valores se les agregarán las pérdidas físicas para obtener la demanda agregada y la dotación.

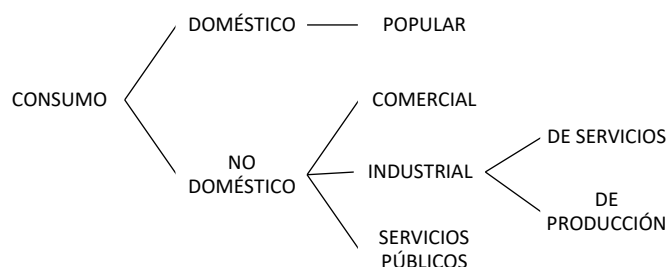


Ilustración 1. Clasificación del consumo del agua por tipo de usuario.

Los consumos se deberán obtener con base en hidrogramas de usuarios medidos, y la facturación, de preferencia de un mismo año, de los registros de los Organismos Operadores de la Zona de Estudio. Recopilar para cada Municipio dentro de la Zona de Estudio, la información requerida

Tabla 1. Datos mínimos a recabar por la Consultora para estimar la demanda total de agua potable, con base a los consumos por tipo de usuario y a las pérdidas del sistema.

AÑO	Población	Cobertura	Población Cubierta.	Tomas domésticas.	Consumo doméstico.	Demanda doméstica.	Tomas comerciales.	Consumo comercial.	Demanda comercial.
-	(hab)	(%)	(Hab)	(tomas)	m3/toma/mes	m3/s	(tomas)	m3/toma/mes	m3/s
AÑO	Tomas industriales.	Consumo industrial.	Demanda industrial.	Tomas gobierno.	Consumo gobierno.	Demanda gobierno.	Consumo del sistema.	Eficiencia Física del sistema.	Demanda total.
-	(tomas)	m3/toma/mes	m3/s	(tomas)	m3/toma/mes	m3/s	m3/s	(%)	m3/s

A partir de los datos recabados, y usando la información sobre el crecimiento poblacional, la Consultora realizará la proyección de población, proyección del caudal de agua consumido, y de la demanda de agua potable. Se deberá justificar la evolución de la eficiencia física que considere, preferentemente con base en los programas de acciones de recuperación de agua no contabilizada en las localidades, así como considerando los proyectos de mejora de redes que se tengan previstos.

6.1.4.3. Estado de conservación y cobertura de líneas y redes sanitarias existentes.

- **Red de atarjeas**

La Consultora deberá recopilar y realizar el análisis de información existente (planos de infraestructura, reportes de mantenimiento, estudios y proyectos existentes, entre otros) del sistema para recolección y conducción de las aguas residuales a través de la red de atarjeas, identificando zonas sin cobertura, así como tramos que presentan algún tipo de problema en el funcionamiento del sistema de alcantarillado (ya sea mixto o separado) que deriven en problemas de contaminación del agua potable por infiltración o por inundaciones en época de lluvias.

Se deberá realizar, con base en la información documental disponible, un análisis del balance de agua potable comparado con el volumen de agua residual aportado, y el volumen estimado en descargas autorizadas de CONAGUA; será necesario estimar el volumen de agua residual presuntamente descargado de forma irregular, identificando, a partir del análisis cartográfico de la distribución poblacional asentada y de las pendientes naturales del terreno, las zonas o corredores donde con mayor probabilidad se concentran esos puntos de descarga.

- **Red de subcolectores y colectores**

Realizar el análisis con base en información cartográfica existente para identificar la infraestructura primaria de recolección de agua residual, su estado de conservación, suque presenta falta de capacidad hidráulica y el grado de deterioro de los elementos accesorios que garantizan su correcto funcionamiento, por ejemplo, rejillas, vertedores laterales para desfogue de aguas pluviales, cajas especiales, entre otros; por lo que es importante que el Consultor estime la capacidad de conducción de las tuberías existentes identifique de forma preliminar los tramos y zonas de la infraestructura existente, donde los Municipios deben implementar las obras de refuerzo que se requieran.

Con la realización de las actividades de los puntos previos, con base en la información existente en los Organismos Operadores y órganos municipales encargados del manejo de agua residual, el Consultor Se deberá indicar las condiciones físicas en que se encuentra la red de alcantarillado.

Elaborar cartografía temática de la red de subcolectores y colectores (la información vectorial, ráster y el proyecto de sistema de información geográfico, será parte de la información que la consultoría deberá de entregar a la SEMAEDESO). En caso de requerirse el uso de algún software especializado para la visualización de la información antes mencionada, será responsabilidad de la Consultora proveer al menos una licencia para la visualización de los datos.

- **Infraestructura hidráulica disponible de saneamiento**

La Consultora deberá recopilar información sobre la infraestructura hidráulica principal (Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales -EBAR's-, y Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales - PTAR's-) que existan para el manejo del agua residual, dentro de la Zona de Estudio, en el entendido que esa infraestructura primaria está completamente relacionada al proyecto de saneamiento, mediante el análisis de información secundaria disponible en los acervos documentales de los Organismos Operadores y órganos municipales encargados del manejo de agua residual, así como por medio de la visita de campo y análisis de la producción, localizada dentro del área de estudio o que abastezcan a la población que se pretende beneficiar con el proyecto, sus fuentes de abastecimiento, cobertura del servicio, consumo promedio, agua no contabilizada, dotación, eficiencias, áreas que faltan por cubrir, etapas de proyectos de ampliación y rehabilitación del servicio.

6.1.5. Cobertura de saneamiento

La Consultora deberá describir las instalaciones de tratamiento existentes, que incluya: nombre y ubicación, antigüedad, procesos de tratamiento, número de trenes y número de unidades que integran los mismos, anexando diagramas de flujo y arreglos de conjunto, así como las características inherentes a una planta tal como: capacidad actual y de diseño de cada una de las unidades, gastos de operación, consumo de energía en kWh y costo anual, consumo de productos químicos en Kg./m³ de agua producida y costo anual, número de empleados por categoría y costo anual, otros costos, calidad del agua cruda y tratada, eficiencia del tratamiento, gasto, carga y potencia de las bombas, relación de transformación y características de los sistemas de protección.

Para describir las plantas de tratamiento existentes deberá incluir comentarios acerca de las condiciones actuales de los sistemas de tratamiento, permitiendo identificar problemas y posibilidades de solución. La Consultora deberá poner especial atención a la revisión y reporte, en su caso, de deficiencias y fallas de operación o mantenimiento de los equipos electromecánicos principales de las instalaciones.

La información mínima por recopilar por la Consultora, será aquella relativa a las dimensiones, capacidad, materiales, estado de conservación y operación de cada estación relevante existente. Se deberá señalar los puntos de vertido de cada uno o por grupo de colectores, así como el nombre, tipo y características del cuerpo receptor.

La Consultora deberá identificar los cuerpos receptores y su relación con las cuencas que se pretenden sanear prioritariamente a nivel nacional, pues en caso de existir dicha relación, será indispensable tratar las aguas negras.

Describir los cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales crudas y tratadas; de igual manera se especificará si existe un potencial de aprovechamiento de las aguas residuales, o tratadas en lugar de descargarlas a los cuerpos receptores, y en caso afirmativo describirá cuál sería el tipo de aprovechamiento, las condiciones y obstáculos que hay que enfrentar para formalizarlo y los pasos necesarios para hacerlo. Finalmente se determinarán los sitios de disposición de residuos y lodos producidos en el tratamiento de las aguas residuales.

Analizar los datos de calidad del agua del cuerpo receptor consultando la base de datos de calidad del agua en la Gerencia de Calidad del Agua de la CONAGUA, y determinar si la corriente ha sido clasificada formalmente de acuerdo con sus usos. De no estar incluida en alguna clasificación especial, se deberá determinar los usos actuales del cuerpo receptor.

La Consultora deberá describir con base en la información disponible, si existe otro tipo de saneamiento a nivel domiciliario como fosas sépticas y letrinas, que atiendan el tratamiento de agua previo a su descarga a cauces tributarios del río Atoyac y El Salado. En caso de no existir evidencia de sobre infraestructura para el manejo de caudales de agua residual, el Consultor deberá investigar con base en la información disponible en los Organismos Operadores y órganos municipales encargados del manejo de agua residual, la forma en que se dispone de la excreta en las zonas que carecen del servicio de alcantarillado. El Consultor recopilará toda la información respecto a las plantas de tratamiento existentes que se encuentran en operación para establecer la cobertura de saneamiento. Asimismo, verificará el cumplimiento de las Condiciones Particulares

de Descarga fijadas por CONAGUA, en caso de aplicar, a través de la revisión de los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos efectuados en el último año, tanto del agua del influente como del efluente de las plantas de tratamiento.

Identificar y describir los proyectos existentes, así como el nivel en el que se encuentran (preinversión o inversión), y los estudios básicos, con que cuentan las Dependencias municipales y estatales.

Investigar en los órganos municipales encargados del manejo de los residuos sólidos urbanos, los procesos de manejo y las estrategias implementadas, o en fase de estudio, para mitigar el potencial contaminante de esos residuos sobre el agua escurrida y encauzada a través de la red de drenaje.

El diagnóstico esperado deberá presentar la caracterización y dictamen de las condiciones biofísicas, socioeconómicas, legales e institucionales actuales en las cuencas de los ríos Atoyac y El Salado; ya que servirá de base para la generación del análisis de alternativas de solución y para el planteamiento de infraestructura estratégica prioritaria.

El diagnóstico y su base de datos geográfica asociada se constituirá como la línea base de información. En particular el documento debe presentar, con base en información secundaria: (a) clara identificación de los principales problemas asociados con el recurso hídrico y debe incluir aspectos de calidad y cantidad de agua; regulación hídrica; erosión, sedimentación, y morfodinámica fluvial, estabilidad de bancas y playas. (b) análisis de la problemática de usos de suelo, incluyendo asentamientos urbanos, deforestación, manejo inadecuado del suelo, inestabilidad de taludes. (c) problemática asociada con servicios ambientales y ecosistemas de interés (áreas naturales protegidas, humedales, lagunas, etc.) (d) identificación de infraestructura vulnerable –en condiciones actuales y con la intensificación del ciclo hidrológico; (e) aspectos institucionales, legales o de regulación que limitan la efectividad de intervenciones integrales; y, (f) análisis de otros problemas asociados al manejo de los recursos agua, suelo y biota (ecosistemas).

6.1.6. Estado de conservación de infraestructura, volumen de agua residual y factibilidad de predios.

En este apartado se deberá obtener la siguiente información:

- Estado de conservación y capacidad de la infraestructura existente para el manejo del agua residual dentro de la Zona de Estudio.

- Volumen de agua de residual generada dentro de la Zona de Estudio, así como la proyección de su evolución hasta el horizonte del estudio.
- Disponibilidad, o factibilidad, de predios con idoneidad técnica para la implementación de infraestructura nueva para el manejo de agua residual; así como verificación de la existencia, calidad y suficiencia.

VII. SELECCIÓN DE SITIOS DE INTERVENCIÓN Y ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

7.1. Selección de sitios de intervención.

A partir de los análisis de caracterización y diagnóstico se seleccionarán los posibles viables en la zona de estudio. La selección de sitios específicos para la elaboración de los anteproyectos se realizará en acuerdo con la SEMAEDESO.

En los sitios seleccionados la Consultora deberá proponer diversos esquemas de solución aplicables al problema del manejo agua residual, cuyo reflejo más evidente es la contaminación del río Atoyac y Salado por efecto de la descarga de afluentes crudos.

Diseñar lineamientos generales para una remediación integral de los cauces, especificando los temas de mayor complejidad del problema, incluyendo, además de estrategias de infraestructura, lineamientos de gestión integral de recursos hídricos y de manejo de cuenca, por las siguientes razones principales:

- Acciones de infraestructura, consistentes en la ampliación, rehabilitación o construcción de nuevos elementos, tales como:
 - Líneas de colectores principales, interceptores marginales a los cauces y emisores, en su caso.
 - Obras accesorias de la red de colectores y subcolectores, tales como rejillas, pozos de gruesos, trampas de grasas, vertedores de excedencias de pluviales, entre otros, en caso de aplicar.
 - Estaciones de bombeo, o rebombeo, de aguas residuales.
 - Plantas de tratamiento de aguas residuales.
- Acciones para revertir la vulnerabilidad a la contaminación de los cauces, proponiendo líneas de acción sobre la protección en cabecera de los cauces y pérdida de velocidad de estos.

- Acciones para la prevención de arrastre de residuos sólidos urbanos.
- Esquemas de acciones para el coadyuvar sobre el control de contaminación difusa, por ejemplo, de retornos de riego con altas cargas de agroquímicos.
- Análisis de ubicación de puntos de descarga de agua residual y residual tratada,
- Estudios de granulometría de sólidos sedimentables en los cauces (arenas, arcillas y limos) que azolvan los tramos de baja velocidad y dificultan la realización de procesos autodepurativos de los ríos.

En cualquier caso, las alternativas a plantear para resolver el tema de contaminación de los cauces deberán plantear la rehabilitación máxima asequible de las plantas de tratamiento y sistemas actuales, definiendo en cada caso la modulación óptima de la infraestructura para resolver las necesidades actuales y futuras.

7.1.1. Descripción general de alternativas de sistemas de tratamiento.

Con base en la información recabada y generada en los capítulos anteriores de estos términos y a los resultados obtenidos en campo y laboratorio, así como a los requerimientos de disposición final y reúso de las aguas residuales tratadas, se analizará y propondrá un mínimo de cinco alternativas tecnológicas y de configuración de los trenes de tratamiento para el Proyecto de PTAR.

Las alternativas propuestas deberán ser acordes a la situación descritas en la recopilación de información (condiciones geográficas y climáticas), y a la capacidad técnica del operador potencial. Deberán considerarse también las recomendaciones bibliográficas especializadas y la normatividad Nacional e Internacional aplicable, criterios de especialistas y personal de la Supervisión.

Cada alternativa propuesta deberá centrarse en la etapa de tratamiento secundario, especificando los procesos requeridos. Los aspectos mínimos que deberán ser descritos son los siguientes:

- Cumplimiento con la calidad de agua establecida en normas y leyes oficiales
- Requerimientos de área optimizado
- Requerimiento de insumos para la operación y el mantenimiento acordes con las condiciones económicas y socioeconómicas de la población beneficiada.

El conjunto de alternativas propuestas deberá incluir sistemas mecanizados, semiautomáticos y manuales, con el propósito de hacer un análisis exhaustivo de procesos para tratamiento posibles.

Cada alternativa deberá contener una descripción general del tren de tratamiento propuesto, y deberá presentarse de manera clara mediante un esquema del proceso.

7.1.1.1. Preselección de tres alternativas de tratamiento viables

La Consultora deberá realizar una evaluación cualitativa-cuantitativa para cada una de las alternativas de PTAR. En los casos que sean posible la evaluación cuantitativa se propondrá y aplicará una ponderación para cada variable, así como una escala de calificación a ser asignada. Tanto la ponderación como la calificación deberán ser descritas y justificadas plenamente. La evaluación deberá ser presentada en una forma matricial.

Como resultado de la evaluación realizada, se seleccionarán tres alternativas tecnológicas y del tren de procesos de tratamiento que resulten viables técnica y operativamente para la zona de influencia de cada PTAR.

Será necesario que, en esta fase del proceso, antes de analizar la ingeniería conceptual de las alternativas, se pueda llevar a cabo mecanismos de participación con actores clave, a fin de obtener información relevante que ayude a mejorar resultados de la caracterización de la problemática y de esta forma definir alternativas de solución concretas.

Durante el proceso de la caracterización y diagnóstico será fundamental realizar trabajo en campo, a fin con de corroborar y evaluar los resultados obtenidos. Para efecto de preparación de la oferta de servicios se solicita contemplar la realización de una campaña de aforos en sitios de descarga irregulares de agua residual cruda.

Los resultados del diagnóstico serán los que se someterá a análisis y discusión en los talleres participativos a fin de corregir y mejorar la calidad de la información en base a la experiencia diferentes actores que participen, espacios en los que también se analizarán las estrategias, acciones y selección de sitios de intervención y alternativas tecnológicas para el saneamiento integral de los Ríos Atoyac y Salado.

Durante el proceso se deberán realizar por lo menos 4 talleres participativos considerando al **“Grupo Específico de Trabajo (GET) para el saneamiento de los ríos Atoyac y Salado”**, así mismo se deberá involucrar actores clave (*incluyendo protagonistas y mediáticos*) que puedan contribuir a los objetivos planteados

en los términos de referencia, sobre todo para la elaboración del Programa Integral para el saneamiento de los Ríos Atoyac y Salado.

7.1.1.2. Ingeniería conceptual de las alternativas

Las alternativas de tratamiento propuestas en la actividad anterior para el proyecto de PTAR deberán describirse a un nivel de ingeniería conceptual, considerando al menos los siguientes aspectos:

- Eficiencia de tratamiento por cada etapa de proceso.
- Tipo de operación requerida.
- Requerimientos de área (+/- 40%), incluyendo planos generales de arreglo de conjunto de la instalación propuesta y plano de ubicación general señalando la conectividad hidráulica y de caminos de acceso la planta.
- Generación de residuos.
- Disponibilidad de insumos y personal.
- Generación de subproductos con valor económico.
- Estimación de costos de inversión, operación y mantenimiento (+/- 40%).

La propuesta de diseño de los sistemas de tratamiento se efectuará considerando el uso de software especializado en diseño y costeo de sistemas de tratamiento de agua residual, sugiriendo el software CapdetWorks®, o algún otro paquete informático reconocido y de uso convencional en el ramo.

Como parte del sistema de tratamiento de agua, se deberá describir el tipo de pretratamiento, así como el tratamiento terciario (en caso de requerirse) para el cumplimiento de las metas de reúso o disposición del agua tratada. Se deberá proponer y describir el sistema requerido para el manejo de lodos o subproductos del proceso, el cual deberá de cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable en la materia.

Cada alternativa deberá contener una descripción general del tren de tratamiento propuesto, y deberá presentarse de manera clara mediante un esquema del proceso, mismo que incluya a los equipos principales propuestos.

La descripción de cada alternativa deberá dar lugar a cuadros comparativos con los costos antes mencionados, así como las ventajas y desventajas de cada alternativa, lo que será base para seleccionar la más conveniente.

7.1.1.3. Evaluación técnico-económica-operativa de las alternativas viables y selección de tres alternativas óptimas

Con base en la descripción realizada en el numeral anterior, para el Proyecto de PTAR, se realizará una evaluación matricial de tipo multicriterio para las alternativas. Preferentemente se deberá hacer uso de un software especializado para tal efecto.

Se propondrá y aplicará una ponderación para cada variable, así como una escala de calificación a ser asignada. Tanto la ponderación como la calificación deberán estar descritas y justificadas plenamente.

Como resultado de la evaluación multicriterio realizada, y en común acuerdo con el supervisor del proyecto, se señalarán las tres alternativas de tratamiento óptimas que resulten técnica, económica y operativamente factibles para la zona de influencia de la PTAR. Adicionalmente deberá prepararse un resumen con las características básicas de la alternativa seleccionada.

7.1.2. Análisis económico de las alternativas de solución

El Consultor estimará el presupuesto de cada una de las alternativas que se planteen, mediante el uso de precios índice de bases de datos locales, para ello cuantificará las cantidades de los conceptos de trabajo principales, desarrollando un bosquejo del catálogo del proyecto a nivel de partidas, colocándolas en formas de subpartidas y partidas, indicando la cantidad, la unidad apropiada, el precio o costos horario y el importe de cada una de ellas.

Las mediciones de cantidades se definirán a partir de un análisis de los planos generales geométricos de esquemas de obra (guías civiles), con la información disponible para cada caso sobre topografía. Los costos del equipamiento electromecánico, que en su caso se prevea, corresponderá a precios de línea de catálogos comerciales de marcas reconocidas, y las cuantías de concreto y acero serán aproximadas.

El presupuesto paramétrico base a elaborar para cada alternativa considerará todos los elementos que lo conforman (materiales, mano de obra, equipo, herramientas, etc.), o costos de línea proveedores, en caso de conceptos de trabajo de alta especialidad.

Como resultado de estas actividades se dispondrá de costos de referencia rápida para las distintas alternativas. El Consultor desarrollará por lo menos tres alternativas de solución técnicamente viables, a las que tendrá que realizar el proceso de evaluación previsto en los numerales previos.

Con respecto a la evaluación económica de cada alternativa, el Contratista realizará un análisis preliminar utilizando costos índices. El análisis se realizará proyectando los flujos financieros en un horizonte de evaluación de 20 años, y deberán calcularse los principales indicadores financieros (valor presente neto (VPN) y tasa interna de retorno (TIR)). Se deberá calcular además para cada alternativa el costo unitario de tratamiento de agua residual (\$/m³). El análisis económico para cada alternativa deberá incluir al menos los elementos que se enlistan a continuación:

- Inversión inicial
 - a. Costo del terreno
 - b. Obra civil
 - c. Equipo
- Costos de operación y mantenimiento
 - a. Energía eléctrica
 - b. Mano de obra
 - c. Reactivos químicos y consumibles
 - d. Estabilización y disposición de lodos

Podrán excluirse del análisis económico el costo de estructuras auxiliares (edificios administrativos, de control y laboratorio, áreas de servicio y comunes), costos indirectos, de administración y de laboratorio. La estimación de costos podrá tomar como referencia los costos índices de construcción de la CONAGUA.

7.1.3. Criterios de comparación y evaluación de alternativas

Los criterios con los que se compararán las alternativas para el saneamiento del río Atoyac y El Salado, serán las siguientes:

- Importe de inversión.
- Costo de Operación y mantenimiento, unitario y anualizado.
- Calidad del agua efluente.
- Cumplimiento de normatividad ambiental.
- Flexibilidad ante variaciones de caudal y carga de contaminantes, así como ante fenómenos externos a la Zona de Estudio.

- Requerimiento de espacio.
- Grado de automatización, vulnerabilidad y riesgo de fallo.
- Rapidez de ejecución.
- Trámites y legalizaciones para factibilización.
 - Nivel de la Manifestación de Impacto Ambiental.
 - Necesidad de Estudio Técnico Justificativo.
 - Complejidad social y socioeconómica.
- Obras accesorias, complementarias y anexas requeridas.
- Otras relevantes, identificadas durante el desarrollo del estudio.

Los índices de evaluación, así como las metodologías particulares de asignación de calificaciones a las alternativas, serán propuestos por el Consultor y discutidos conjuntamente con la Contratante, para que la asignación de los pesos de puntaje cumpla con la política pública del Gobierno y sea compatible con los sistemas de manejo de aguas residuales de todos los municipios involucrados.

Las estrategias y acciones específicas para el saneamiento de los Ríos Atoyac y El Salado, estarán alineados a al marco legal vigente de acuerdo con el ámbito de competencia de cada instancia de gobierno, con el fin de establecer un sistema de acciones coordinadas.

VIII. ANTEPROYECTO DE INFRAESTRUCTURA PARA EL SANEAMIENTO DE LOS RÍOS ATOYAC Y SALADO.

La consultoría retomará el anteproyecto conceptual (esquema de obra o guía civil, según haya aplicado en la fase de análisis de alternativas y realizará el ajuste con base en el diseño hidráulico y civil que corresponda, aplicando la normatividad y las mejores prácticas para el dimensionamiento de las instalaciones.

Para cumplir con el anteproyecto conceptual la consultoría realizará las siguientes actividades:

- Recopilar y analizar la información disponible de las localidades beneficiadas y la infraestructura actual de saneamiento.
- Diagnosticar la operación actual del sistema de alcantarillado y saneamiento en caso de que se tengan algunas plantas de tratamiento en operación.

- Analizar las alternativas para la ubicación de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y colectores tomando como variable principal el reúso del agua tratada y los resultados de un análisis técnico económico para establecer la ubicación y capacidad de las PTAR, así como la de una posible red de colectores, considerando los costos de operación y mantenimiento.
- Delimitar las zonas que no cuentan con red de atarjeas para los proyectos de ampliación del sistema de alcantarillado a partir de una cuantificación precisa de las aportaciones actuales y futuras de agua residual.
- Evaluar la tecnología de tratamiento en función del caudal, la disponibilidad de terrenos, los costos de operación mantenimiento y sobre todo de los usos potenciales más probables del agua tratada incluyendo los costos probables de venta.
- Determinar las características topográficas y geotécnicas del trazo las líneas primarias de colectores sanitarios faltantes, (de las aguas crudas y tratadas) y de los predios donde será construido el sistema de tratamiento.
- Establecer los requerimientos de tratamiento, en función de las necesidades de control de la contaminación a nivel local y regional y en las potenciales necesidades de reúso de las aguas tratadas.
- Realizar la ingeniería básica de las PTAR e integrar la documentación que se requiere para llevar a cabo el proceso de licitación de las obras correspondientes, consistentes de:
 - Proyecto geométrico funcional básico
 - Proyecto hidráulico básico
 - Proyecto estructural básico
 - Selección de equipos electrodomésticos principales

8.1. Alcances de los sitios de estudio seleccionados.

Con el fin de identificar áreas de oportunidad y analizarlas con un alto grado de certidumbre, el Consultor deberá recibir y analizar toda la información sobre estudios básicos de topografía y mecánica de suelos que exista sobre las parcelas preliminarmente factibles para la nueva infraestructura a proponer.

Comprende los municipios los cuales presentan descargas principales a los ríos Atoyac y El Salado. Se incluye el análisis de las subcuencas debido a que se requiere establecer dentro de las localidades, los usos potenciales de agua tratada que tendrán que gestionarse, como consumo del diseño funcional de las PTAR para hacer factible el proyecto.

Actualmente se tienen una serie de descargas de aguas residuales no tratadas que van directamente al cauce a los ríos Atoyac y el Salado por lo que el proyecto debe considerar su desincorporación haciendo llegar el agua residual a las PTAR que se proyectarán.

8.1.1. Descripción de las Actividades en sitios seleccionados

- **Recopilación, análisis y actualización de la información existente**

Para el desarrollo de esta actividad se utilizará la información obtenida a partir de los talleres participativos y de visitas técnicas a las localidades que la Consultoría deberá realizar y se complementará con aquella información que se considere conveniente previa autorización del Supervisor.

Para la formulación del marco físico y la evaluación de los aspectos socioeconómicos, derivados de la situación actual y de los planes vigentes de desarrollo de la región, se utilizarán como base documentos elaborados previamente por la CONAGUA e INEGI y la SEMAEDESO o alguna otra fuente oficial autorizada, así como de la información generada en la de caracterización y diagnóstico del presente estudio.

8.1.2. Antecedentes del entorno físico, social, ambiental y administrativo

8.1.2.1. Descripción del marco físico

En este apartado se describirán brevemente las principales características que permitan tener un panorama general del marco físico de la región en estudio, entre las que se cuentan:

- Localización geográfica.
- Clima.
- Hidrología.
- Infraestructura hidráulica.
- Agua potable.
- Alcantarillado.
- Obras hidráulicas
- Geología y Edafología.
- Fisiografía.

8.1.2.2. Descripción de los aspectos socioeconómicos

En este apartado, se describirán los factores socioeconómicos de mayor influencia en el proyecto, tales como la demografía y el nivel de vida.

Se le dará especial énfasis a la coordinación del manejo de la información y al ajuste de programas de los Organismos de la ZONA DE ESTUDIO, Estatales y Federales que implanten políticas definidas de desarrollo urbano e industrial.

8.1.2.3. Descripción de la infraestructura hidráulica

Se describirá la infraestructura hidráulica actual en el área de intervención.

Agua potable: Se describirá la infraestructura principal del sistema, la cobertura del servicio de agua potable, dotación, deficiencias, áreas que faltan por cubrir, etapas y proyectos de ampliación y rehabilitación del servicio; esta información deberá indicarse en la cartografía disponible.

Alcantarillado y saneamiento: Se describirá la infraestructura principal del sistema, indicando la cobertura del servicio, localizando en planos o croquis las áreas cubiertas y las zonas desprovistas del servicio, delimitando las zonas potenciales de crecimiento del área urbana e industrial; probables etapas de ampliación o rehabilitación del servicio; y el esquema general de manejo de las aguas residuales y su disposición de vertido final.

Se hará la localización y descripción de los puntos de descarga de las líneas de conducción del alcantarillado en los cuales se hayan realizado o realicen aforos y monitoreo, caudales medidos en las descargas y características de calidad de las aguas residuales.

8.1.2.4. Aspectos administrativos del proyecto

- Alternativas de predios para la ubicación de PTAR

Durante los reconocimientos de campo, entrevistas a funcionarios y personal del ayuntamiento, y considerando la recopilación de información desarrollada anteriormente, se identificará los sitios tentativos para ubicar e instalar PTAR. Para cada sitio se realizará un análisis detallado, debiendo describir los factores

siguientes: ubicación, geometría, superficie libre aproximada, nivel o altitud promedio del terreno, tipo de propiedad, uso del suelo, costo aproximado por metro cuadrado y total, topografía general (descriptiva), tipo de suelo en general, accesos, cercanía a líneas de transmisión de energía eléctrica, calles y carreteras, fuente de suministro de agua, alcantarillado y otros servicios que se consideren de importancia para el anteproyecto.

- Análisis de capacidades necesarias y alternativas para la integración de las descargas en PTAR

Antes de iniciar los trabajos de campo se realizará un análisis de alternativas (mínimo tres propuestas) para la agrupación de descargas en la PTAR. Con base en la información recabada y generada en los capítulos anteriores relativa a la distribución y proyección demográfica, ubicación y gasto observado de las descargas de agua residual, disponibilidad de terreno para alojar las PTAR, así como a los requerimientos de disposición final de las aguas residuales tratadas, se buscarán alternativas para la localización de la PTAR, y el trazo general de colectores de drenaje, buscando optimizar los costos de inversión y de operación para la conducción del agua residual hasta el o los sitios de tratamiento, así como identificar el posible aprovechamiento y reúso del agua tratada. Las propuestas generadas servirán como base para las actividades subsecuentes en estos términos de referencia, concretamente la planeación de los estudios básicos y el análisis de factibilidad técnico-económico del sistema de tratamiento.

8.1.3. Aforos y caracterización del agua residual

8.1.3.1. Trabajos en campo para aforo, muestreo y análisis simple.

Los trabajos de aforo y muestreo simple se llevarán a cabo en los principales colectores que drenen el área de influencia y que conecten el sistema de alcantarillado con algún cuerpo receptor o sitio de posible reúso. El número de estaciones de aforo dependerá de la cantidad y magnitud de las descargas y de la delimitación del área de estudio principalmente. En caso de descargas múltiples, las estaciones de aforo que se seleccionen se deberán localizar en su convergencia o en su mezcla.

Con base en los tipos de descargas, se seleccionarán los métodos de medición en apego a la normatividad mexicana o/y a los recomendados por la EPA-USA (Environment Protection Agency - United States of America). El programa de aforos tratará de absorber las variaciones diarias de flujo y calidad del agua residual. Las mediciones y las muestras se efectuarán de modo que se obtengan datos representativos. Para fines de cotización y por la posibilidad de su variación en número, se deberá señalar el costo del aforo cada 4 horas por descarga, durante 24 horas y 7 días a la semana en forma alternada.

En forma simultánea al aforo, durante 7 días alternados y con intervalos de 4 horas, se tomarán muestras simples de aguas residuales para su análisis posterior. Parte de la muestra colectada se empleará para los análisis en campo y el volumen restante se preservará y almacenará para conformar muestras compuestas de 24 horas.

Los parámetros por determinar en campo para el análisis simple son: temperatura ambiente y del agua residual, pH, conductividad, color y olor. Los resultados obtenidos, tanto del aforo como del análisis en campo, se anotarán en registros previamente elaborados por el Consultor, los cuales deberán ser aprobados por el Supervisor designado por la Contratante (Supervisión).

Los estudios básicos comprenden el desarrollo de actividades para complementar, verificar y actualizar la información recopilada y generar otra de importancia para la ejecución del Proyecto.

Con la finalidad de establecer el caudal y características fisicoquímicas del agua residual que será conducida al sistema de tratamiento, se implementará un programa de aforo, muestreo y caracterización.

Las estaciones de muestreo y aforo se fijarán de acuerdo con los siguientes criterios:

- a) Se muestrearán las descargas de aguas residuales y efluentes que lleguen a la Zona de Estudio, previamente seleccionadas en común acuerdo con el supervisor del proyecto de CONAGUA.
- b) En función del censo de descargas realizado anteriormente, se seleccionarán los sitios en donde se realizarán los aforos.
- c) El número de estaciones de aforo se ubicarán preferentemente en descargas de tipo municipal, y especial preferencia tendrán los sitios en donde se encuentren descargas combinadas de industrias que descarguen a los colectores municipales, del número y magnitud de las descargas y de la delimitación del área de estudio principalmente. En caso de descargas múltiples, las estaciones de aforo que se seleccionen se deberán localizar en su convergencia o en su mezcla.
- d) Para la selección de las estaciones de aforos se deberá tomar en cuenta entre otros, los siguientes criterios: entrada de corrientes tributarias, salida de canal, cambio fuerte de sección, caídas o cascadas.

Se identificarán por lo menos tres alternativas para la ubicación de la PTAR y se realizará un análisis detallado de las condiciones que presente cada una de ellas, considerando las dificultades topográficas y de

infraestructura existente para el trazo tanto del emisor a planta como de la propia planta en el terreno seleccionado y del emisor de las aguas tratadas.

Los aforos se llevarán a cabo en las descargas de tipo municipal-domésticas en general que drenen el área de influencia y que conecten el sistema de alcantarillado con algún cuerpo receptor que finalmente descargue en a los ríos Atoyac y el Salado de la Zona de Estudio. Para el caso de las estaciones de aforo para las industrias se considerarán las descargas más representativas. En los casos en que, a las descargas de tipo municipal, estén conectadas con otras fuentes de contaminación, se deberá realizar antes de la conexión el aforo y muestreo en caso de ser seleccionada.

8.1.3.2. Trabajos de laboratorio de calidad del agua en muestras compuestas

Con el volumen restante de las muestras simples, colectadas cada 4 horas, previamente preservadas y almacenadas, se conformará una muestra compuesta de 24 horas en proporción al gasto aforado, para cada uno de los puntos de control, y otra muestra compuesta global, integrando todos los puntos de control determinados. Se deberá tratar de que el muestreo finalice en horas de la mañana, con la finalidad de tener tiempo suficiente para enviar las muestras al laboratorio para su análisis inmediato. En el caso de muestras para análisis de grasas y aceites y microbiológicos, se hará una sola toma, de preferencia al finalizar el muestreo o cuando se presente el mayor gasto.

Para las muestras compuestas integradas por punto de control, los parámetros a determinar en laboratorio son los siguientes:

- Fisicoquímicos: temperatura, pH, conductividad eléctrica, 0805 (total y soluble), DQO (total y soluble), sólidos suspendidos totales, sólidos suspendidos volátiles, sólidos sedimentables, nitrógeno, fósforo, y grasas y aceites.

Para la muestra compuesta global (integrando todos los puntos de control en cada sistema de saneamiento), se determinarán los parámetros en listados a continuación:

- Fisicoquímicos: Temperatura, pH, conductividad eléctrica, DBO₅ (total y soluble), DQO (total y soluble), grasas y aceites, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, sólidos suspendidos volátiles, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal, nitratos, nitritos, nitrógeno orgánico, fósforo total, fosfatos totales, sustancias activas al azul de metileno, sulfuros, sulfatos, cianuros.

- Microbiológicos: coliformes fecales y totales por NMP (número más probable), huevos de helminto
- Absorción atómica: Hg, As, Cu, Cr, Cd, Ni, Pb, Zn.

Los datos obtenidos se anotarán en formatos para registro de resultados de laboratorio, previamente elaborados por el Contratista y aprobados por la Supervisión. El contratista será el responsable de la cadena de custodia hasta la entrega de resultados por parte del laboratorio.

8.1.3.3. Evaluación y análisis de resultados de campo y laboratorio

Se deberán presentar los resultados gráficamente, y en forma tabular, incluyendo un resumen con valores mínimo, máximo, y promedio diario y global. Dicha evaluación, en lo relativo a calidad y gasto de las descargas, deberá ser realizada preferentemente por el laboratorio que ejecutó los aforos y los análisis, y el contratista elaborará el reporte final con la justificación de los trabajos, procedimiento y dictamen técnico.

Los resultados previamente integrados, y analizados, se evaluarán con la finalidad de conocer el gasto y la composición de las aguas residuales, su variación con respecto al tiempo y origen, así como los niveles de tratamiento requeridos para cumplir con la normatividad.

8.1.3.4. Determinación de gastos de diseño y modulación.

Tomando en cuenta las dotaciones y la información disponible de la población, considerando su proyección al horizonte de planeación del proyecto, se estimará el gasto de diseño. Conocido el gasto proyectado, se estudiarán opciones de modulación del sistema, considerando el incremento en la población y en los servicios de agua potable y alcantarillado. Para ello, se determinará el crecimiento en periodos de 5 años y un horizonte de planeación de [20] años, así como elaborar gráficas de gasto contra tiempo, en las que se indiquen las etapas de modulación.

8.1.4. Estudio topográfico para la PTAR.

Teniendo definido el esquema de recolección y tratamiento se realizará el levantamiento topográfico, para proyectar los arreglos de conjunto y los planos de detalle de la planta de tratamiento, emisores a planta y de agua tratada a reúso con sus correspondientes curvas de nivel en toda el área del proyecto.

Todos los levantamientos topográficos se llevarán a cabo mediante el uso de estación total, apoyándose con equipo GPS y al final de los trabajos, se entregará la información que contengan todos los levantamientos; asimismo, queda establecido que las actividades y levantamientos topográficos incluyen, la elaboración, impresión y presentación de los planos.

Los planos deben incluir, coordenadas, orientaciones, así como los niveles obtenidos, para elaborar la planta con su respectivo sistema de coordenadas X, Y, Z y cuadro de construcción de la poligonal incluyendo vértices, ángulos, distancias y rumbos, adicionalmente se debe indicar el norte astronómico, previo a lo anterior se debe calcular el cierre de poligonales con el procedimiento propio de la estación total.

En todos los conceptos referentes a levantamientos topográficos se indicará el estado que guarda la tenencia de propiedad de las áreas que en un momento dado se vayan a ver afectadas por el Proyecto; asimismo, se recopilará información sobre el nombre del propietario de cada una de ellas y el tipo de propiedad (Comunal, Ejidal, Particular, Federal, Municipal y/o Estatal), indicándose en los planos topográficos el nombre del propietario y en el informe correspondiente a trabajos topográficos. Se incluirá la información en donde se indiquen los datos de localización de los propietarios, área afectada, costo del predio y demás información relevante y disponible.

8.1.5. Estudio de Geotecnia para la PTAR.

8.1.5.1. Geotecnia en el sitio de la PTAR.

Se realizarán dos (2) sondeos a base de penetración estándar y muestreo con tubo de pared delgada (Tipo Shelby) o con barril doble giratorio, según sea el caso, llevados hasta una profundidad máxima de 12 metros donde se ubicarán las estructuras de peso, previo acuerdo con la Supervisión.

Se efectuarán por lo menos dos (2) pruebas de permeabilidad tipo Lefranc y dos (2) del tipo Nasberg.

Durante el desarrollo de cada sondeo el Consultor llevará un registro de campo, en donde se anotará la resistencia al esfuerzo cortante obtenida en ambos extremos de cada muestra inalterada con torcómetro de bolsillo.

Adicionalmente a los sondeos, se excavarán 4 (cuatro) pozos a cielo abierto a una profundidad de hasta 2.50 m.

A cada juego de muestras, se les practicarán las pruebas de laboratorio (según lo descrito en el Manual de Mecánica de Suelos (SRH 1970); Instructivo para ensayos de suelos, (IMTA1990); Manual de Petróleos Mexicanos y Normas ASTM) necesarias que permitan su clasificación de acuerdo con el SUCS, dependiendo del material encontrado y de la clasificación visual de campo.

La interpretación de resultados incluirá el análisis de estabilidad, profundidad del nivel freático, recomendación de taludes estables y proceso constructivo más adecuado.

En términos generales, el programa de laboratorio incluirá:

- Peso volumétrico de todas las muestras.
- Granulometría o por ciento de finos, cuando se requiera.
- Límites de consistencia.
- Contenido natural de agua.
- Densidad de sólidos.
- Clasificación SUCS.
- Pruebas de resistencia a la compresión.
- Pruebas de compresión triaxial rápida consolidada.
- Prueba de saturación bajo carga.
- Análisis Petrográfico.
- Compresión simple con mediciones de módulos de elasticidad.

Se elaborará el informe correspondiente en donde se muestren los resultados de la investigación de campo y laboratorio, y la interpretación estratigráfica correspondiente.

En el caso de excavaciones en suelo o roca se incluirá la siguiente información:

- Análisis de estabilidad.
- Recomendación de taludes estables.
- Proceso constructivo más adecuado.

Se excavarán cuatro (4) pozos a cielo abierto llevados hasta 2.5 m de profundidad y de cada pozo se tomará una (1) muestra de tipo integral, a la cual se le realizará las pruebas necesarias para determinar sus características mecánicas principales.

Se efectuarán las siguientes pruebas:

- Límites de consistencia.
- Límites de contracción.
- Granulometría.
- Contenido de sustancias perjudiciales.
- Desgaste tipo Los Ángeles.
- Intemperismo acelerado.
- Prueba de compactación Porter o densidad relativa.
- Prueba de compactación Proctor SARH.
- Pruebas de permeabilidad en suelos finos.
- Pruebas de permeabilidad en suelos granulares.
- Pruebas de comprensión triaxial rápida.
- Pruebas de comprensión triaxial rápida consolidada.
- Pruebas de consolidación unidimensional.

Los trabajos de gabinete consistirán en la integración del estudio correspondiente, incluyendo plano del banco de materiales, con croquis de localización general y croquis particular, cuadro con clasificación SUCS, clasificación para presupuesto, distancia de acarreo, utilización y tratamiento, álbum fotográfico, comentarios de los ensayos efectuados, conclusiones y recomendaciones.

8.1.5.2. Informe de Geotecnia

Se elaborará el Informe de Geotecnia en donde se mostrarán los resultados de la investigación de campo y laboratorio y la interpretación estratigráfica correspondiente. También se presentará la interpretación de los resultados de laboratorio para conocer la agresividad del suelo a las tuberías y concretos, proponer el material óptimo a utilizar en tuberías y para ser aplicados en el diseño de las cimentaciones y en los análisis de estabilidad de masas de suelo o de roca.

Para los cruces con drenes y canales se realizará el análisis de socavación y los de capacidad de carga y asentamientos, según sea la alternativa de solución.

Se entregará dentro del informe, el plano general de localización de los sitios donde se realizaron los estudios geotécnicos, los marcos geológicos generales involucrados, el plano de bancos con las características geotécnicas de los mismos, los resultados de la investigación de campo y laboratorio, los perfiles estratigráficos en topografía definitiva, la interpretación de resultados de laboratorio, proceso constructivo, memoria descriptiva y conclusiones y recomendaciones de las partes siguientes:

- Geotecnia en el sitio donde se ubicará la PTAR.
- Geotecnia en bancos de materiales.

8.1.6. Estudio de aprovechamientos actuales de las aguas residuales crudas y esquema conceptual para el reúso del agua tratada.

En función de la ubicación de la PTAR se llevará a cabo un esquema conceptual para el reúso de los volúmenes producidos, por lo que el consultor llevará a cabo la recopilación de información necesaria en los sitios de demanda, considerando la posibilidad de:

- Intercambio de agua de concesiones de pozos agrícolas en operación
- Aplicación de riego en zonas agrícolas de temporal.
- Suministro de agua para uso industrial o público urbano.
- Definición de sitios apropiados para recarga del acuífero con agua tratada, ya sea por medios activos o pasivos, indicando, un estimado de gasto medio disponible, y la calidad requerida.

Una vez establecida la opción de uso que resulte conveniente desde el punto de vista técnico, social y económico, el Consultor presentará un esquema conceptual, identificando en un plano general la infraestructura hidráulica complementaria como emisores a presión o por gravedad, cajas o tanques receptores, cárcamos de bombeo, superficie requerida y disponible de los sitios establecidos para la recarga, y todo lo necesario para la aplicación de los usos establecidos.

En el caso de las propuestas de suministro para unidades de riego o cultivos de temporal se propondrá un uso alterno en la época de lluvias (con beneficio para la recarga del acuífero), ya que en época de lluvias se

tendrá un excedente de dichos volúmenes, por lo que la ingeniería conceptual que proponga el Consultor deberá considerar la infraestructura para ambos usos.

La propuesta conceptual estará integrada por un plano general, memoria descriptiva, memorias de cálculo y un ante-presupuesto de la obra que servirán de base para la elaboración del proyecto ejecutivo del sistema de conducción y aplicación del agua tratada.

8.1.7. Ingeniería Básica de las alternativas óptimas de tratamiento.

A partir de las tres alternativas identificadas en la actividad anterior, se procederá a desarrollar una ingeniería básica para cada alternativa, incluyendo el diseño funcional, diagrama de flujo, el análisis de aspectos como la eficiencia de las etapas, la flexibilidad operativa bajo diversos regímenes, el arreglo general de las estructuras, y los requerimientos de área, incluyendo una propuesta para el manejo y estabilización de lodos.

8.1.7.1. Diseño funcional de los sistemas de tratamiento.

El objetivo del diseño funcional es entender el funcionamiento del flujo superficial del agua y esquematizarlo con el objeto esencial de compatibilizar las estructuras de control con el esquema de circulación del agua en la PTAR. Para lo anterior, debe considerarse el diseño hidráulico de las unidades de tratamiento.

Con la información obtenida, se elaborará el perfil hidráulico de la planta con todas las unidades y conexiones, evitando en lo posible la utilización de equipos de bombeo: Se evaluarán las pérdidas de carga para poder realizar los ajustes hidráulicos necesarios. Se deberá optimizar el arreglo para reducir la interconexión de las unidades, tubería y accesorios, así como el movimiento de tierras. Se hará énfasis dentro del plano respectivo, en el perfil hidráulico de todas las unidades del proceso, incluyendo el emisor de llegada, el pretratamiento, las unidades de tratamiento y la disposición final a cuerpo receptor, sitio de reúso o humedal.

Con el arreglo general y el perfil hidráulico, se procederá a determinar las dimensiones, diámetros y pendientes de las estructuras, tuberías, canales y conductos en general que sirvan de unión entre las unidades. Se deberán considerar los arreglos óptimos de distribución del agua entre las unidades para evitar cortos circuitos y zonas muertas.

8.1.7.2. Diagrama de flujo con balance de masa

El sistema de tratamiento de agua, incluyendo el requerido para el tratamiento de lodos deberá ser presentado en forma de Diagrama de Flujo de Proceso (DFP) con balance de masa. El DFP deberá incluir la esquematización de todos los sistemas principales, tanto infraestructura como equipos dinámicos que componen a la PTAR. El balance de masa a ser presentado se realizará para cada corriente antes y después de cada etapa de tratamiento.

8.1.7.3. Eficiencia de los procesos para la remoción de los contaminantes

Se calcularán las eficiencias de remoción de contaminantes eficiencias en forma global y por etapa del sistema de tratamiento, fundamentando adecuadamente los criterios tomados para la estimación de eficiencias.

8.1.7.4. Flexibilidad de operación

Se indicará el nivel de flexibilidad de la PTAR propuesta, en términos de un futuro incremento de flujo y/o carga de contaminantes al sistema.

8.1.7.5. Capacidad de la Planta

En función de un análisis del flujo influente a la PTAR (flujo nominal, flujo máximo, flujo mínimo, etc.), se determinará la capacidad de tratamiento de la planta.

8.1.7.6. Arreglo general de unidades de proceso

Una vez calculadas y dimensionadas las unidades de tratamiento, se realizará una propuesta de arreglo general, considerando la menor área posible.

Se deberán describir 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 su ubicación. En este arreglo se deberán considerar los diseños realizados de las líneas de conducción a la planta de tratamiento, obras conexas y de vertido final.

8.1.7.7. Requerimientos de área

Una vez realizado el arreglo general de los equipos, se determinará cuál es el área mínima requerida para cada una de las PTAR del proyecto, con un error máximo del $\pm 30\%$.

8.1.7.8. Proyecto hidráulico-geométrico básico de la alternativa seleccionada.

Para el proyecto básico, El Consultor incluirá por los menos la definición geométrica precisa, conforme al diseño hidráulico y civil de todas las estructuras funcionales de la solución; así como las fichas técnicas de los equipos e instrumentos principales (incluyendo en su caso, los actuadores); también se considera dentro de la entrega la definición de arreglos mecánicos de las distintas interconexiones de los sistemas.

Con base en las características del proyecto hidráulico y mecánico, se deberá realizar una justificación de materiales, coherentes con los estándares de la PTAR, el dimensionamiento geométrico de los elementos requeridos y la prevención de interferencias con elementos del proyecto y otros existentes. Los entregables propuestos en este proyecto mecánico-geométrico son los siguientes:

- Arreglo mecánico de las funcionales de todas las interconexiones principales de la línea de agua principal y de las líneas de agua auxiliar, no así las de servicios. Planta, perfil, cortes, isométricos y despieces.
- Con respecto a los tramos de conducción de la línea principal se realizará la revisión mecánica de la tubería, para las combinaciones de cargas y esfuerzos exigidas en la normatividad vigente y en las mejores prácticas aplicables.
- Arreglo de tuberías que considerará diámetros tales que las velocidades máximas no excedan de 1.5 m/s y de 2.4 m/s; y con válvulas de no retroceso en la descarga de estos.
- Diseño de válvulas de seccionamiento, anti retorno y de los tipos que requieran.
- Propuesta de pruebas hidrostáticas.
- Dimensionamiento y geometría óptima de atraques para neutralización de fuerzas de empuje en las interconexiones, cambios de dirección y accesorios.

8.1.7.9. Proyecto para el manejo y disposición de lodos.

De acuerdo con la estimación del volumen de lodos generados por el tratamiento de las aguas residuales, se describirá el método de tratamiento o disposición más apropiado y eficiente, que deberá cumplir en todo

momento con la normatividad vigente en esta materia. De manera particular deberá atenderse lo establecido por la NOM-004-SEMARNAT-2002, que establece las especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes lodos y biosólidos, para su aprovechamiento y disposición final. Para la calidad de los lodos producidos deberá considerarse obtener lodos Clase C. Se indicarán las alternativas para su disposición final.

8.1.7.10. Proyecto estructural básico de las estructuras funcionales.

Se trabajará con la información geotécnica e informe de mecánica de suelos disponible y a partir del dimensionamiento geométrico y de la información geotécnica señalada se realizará el diseño estructural de edificaciones, tanques y estructuras que se ejecutarán, y utilizando las técnicas y los materiales más actuales disponibles en el mercado, dotándolos de todos los elementos para su correcto funcionamiento:

- Número de compartimientos o interconexiones entre ellos.
- Situación o diseño del recinto de bombeo.
- Ventilación y aislamiento térmico.
- Etcétera.

El dimensionamiento estructural se hará siguiendo las normas vigentes:

- ACI-350R Estructuras de concreto para el mejoramiento del medio ambiente;
- ACI-318 Reglamento de las construcciones de concreto reforzado;
- Manual de diseño de CFE de obras civiles C.1.2., C.1.3., C.1.4.; C.2.2., C.2.5., B.2.4.;
- Normas Técnicas Complementarias. para diseño por: sismo, viento, cimentación y concreto;
- ACI-212 Aditivos para concretos;
- Manual de diseño de agua potable, alcantarillado y saneamiento vol. I, recipientes, autor: CONAGUA. (normas técnicas);
- Normas y Especificaciones de la Ley de obras Públicas de la CONAGUA;
- Instituto Americano de construcciones de acero (AISC);
- Asociación Americana de obras de Agua (AWWA);
- Asociación Americana de soldadura (AWS);
- Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE);
- Asociación de Cemento Portland (PCA);
- Reglamento de construcciones del Estado donde se construirá la obra (vigente).

- ASTM (Sociedad Americana para Pruebas y Materiales).
- Estructuras de Concreto Para el Mejoramiento del Medio Ambiente (ACI 350)
- Manual AHMSA para Ingenieros
- Normas técnicas complementarias de la Gaceta oficial del gobierno del Distrito Federal.

Las memorias de cálculo incluirán el diseño estructural, detallando los factores de seguridad utilizados.

8.1.7.11. Proyecto eléctrico básico de la alternativa seleccionada.

El Consultor entregará los siguientes productos respecto al proyecto eléctrico básico:

- Listado de motores.
- Cuadro de cargas.
- Diagrama unifilar general.
- Plano de ubicación de motores en planta.
- Plano de trayectorias de fuerza
- Plano de acomodo general en planta de cuarto de motores.
- Arquitectura de control general.

8.1.7.12. Catálogos, especificaciones, procedimientos y programación de obra.

- Catálogo de conceptos.

Los conceptos de trabajo serán integrados en un catálogo de conceptos cuya descripción sea específica, clara y que no deje lugar a dudas acerca del alcance de la obra y contendrán la especificación necesaria sobre cómo se ejecutaran. El catálogo se realizará en MS Excel, en NeoData, o en Opus, bajo solicitud formal y expresa.

El catálogo de conceptos listará y describirá los trabajos de construcción que se desarrollaran durante la obra e incluirá todas las áreas, sistemas y estructuras de las que se componga; el catálogo se dividirá en partidas y subpartidas en una secuencia lógica para llevar un correcto proceso de construcción con la finalidad de llevar a buen término la obra.

En la integración de este catálogo cada concepto de trabajo llevara asociada una unidad de medida en base a la cual se deberá llevar a cabo el análisis del precio unitario, cuidando el no proponer lotes o unidades en los que la cuantificación del trabajo a realizarse sea subjetiva, por lo que se realizaran conceptos de obra que sean cuantificables de acuerdo a los sistemas de medición conocidos, cada concepto tendrá una clave para su fácil identificación, así como número de especificación.

De forma preliminar, a reserva de que LA CONTRATANTE, o bien el usuario final, se empleará el catálogo básico de Agua Potable de la CONAGUA.

8.1.7.13. Programa de ejecución de las obras.

Entregar un Programa de Ejecución de Obra, en el cual propondrá una prelación de todas las actividades contempladas en el proyecto, así como hitos de verificación de metas intermedias para cumplir con las actividades en los tiempos establecidos, optimizando varios recursos como lo son personal, materiales, etc., en el marco temporal específico dado.

Realizar el programa a partir de los componentes del proyecto (geométrico, mecánico y estructural), y tomando en cuenta también los otros componentes del proyecto que son responsabilidad de LA CONTRATANTE, o de otros, (permisos, licencias y factibilidades).

Se pondrá especial atención a los factores que representen potenciales afectaciones o dificultades mayores para el cumplimiento de las fechas comprometidas con el cliente final, con esto se podrán prever esquemas de respuesta para garantizar la realización de las actividades del proyecto en tiempo y forma, aun en caso de contingencia.

El programa se realizará mediante Diagrama de Gantt, o alguna otra representación que solicite de manera formal en tiempo y forma LA CONTRATANTE; e incluirá la vinculación de prelación y secuencia entre las actividades necesarias para la correcta ejecución de la obra. El programa por desarrollar tendrá como base intervalos de tiempo de 1 (un) día calendario y será realizado en MS Project.

Realizar el análisis del programa, y mediante la aplicación de alguna metodología adecuada (CPM, PERT, o similar), determinará la ruta crítica de la obra, identificando las actividades que componen los hitos de esta ruta crítica.

El programa de ejecución de obra a realizar por El Consultor establecerá la relación de cada actividad y su relación con otras actividades del proyecto, identificará las relaciones de precedencia entre las actividades, establecerá la duración estimada de cada actividad y optimizará los recursos en los puntos críticos del proyecto.

8.1.7.14. Antepresupuesto base

Estimar el presupuesto base, mediante el uso de precios índice de bases de datos locales, para ello cuantificará todas las cantidades de los conceptos de trabajo contemplados en el catálogo, colocándolas en formas de subpartidas y partidas, indicando la cantidad, la unidad apropiada, el precio o costos horario y el importe de cada una de ellas.

Las mediciones de cantidades se definirán a partir de un análisis de los planos geométricos, topográficos, estructurales, electromecánicos, etc.

Para el desglose de los precios unitarios El Consultor utilizará los costos de referencia que LA CONTRATANTE provea, o bien empleando bases de precios de los tabuladores de Agua Potable de CONAGUA. El presupuesto base a elaborar considerará todos los elementos que lo conforman (materiales, mano de obra, equipo, herramientas, etc.), o cotizaciones directas de proveedores, en caso de conceptos de trabajo de alta especialidad.

El presupuesto base elaborado por El Consultor considerará precios actualizados y con una vigencia adecuada para cada concepto de trabajo relacionado con suministros. Los costos de consumibles se obtendrán, o bien de cotizaciones directas obtenidas de proveedores fabricantes y distribuidores primarios, o bien de bases de datos acreditadas.

Para el caso de los costos de mano obra, se tomarán los precios de los tabuladores locales. Los costos que se emplearán para maquinaria serán P.U.O.T. (Precio Unitario de Obra Terminada), al incluir todos los cargos de traslado, costos de importación y aduana, armado-habilitado en el sitio de la obra, las pruebas en fabrica, y las pruebas en sitio, entre otros.

Como resultado de estas actividades se entregará el dimensionamiento, con los anexos requeridos en los Términos de Referencia y transcritos a la letra en el numeral 4 de esta metodología de trabajo.

8.1.7.15. Especificaciones generales de construcción.

Presentar especificaciones generales y particulares (para las partidas principales) alineadas a procedimientos constructivos para la obra de interconexión, las cuales serán como sigue:

Proponer las especificaciones generales haciendo referencia a la normatividad vigente aplicable, señalando concretamente la normativa de referencia, la dependencia responsable de la verificación de la norma o estándar, así como la última versión aplicable.

Con respecto a las especificaciones particulares propuestas por El Consultor, estas se identificarán, mediante una nomenclatura adecuada, de modo tal que se puedan discernir los siguientes grupos:

- Especificaciones particulares mecánicas (tubería), y Especificaciones particulares de equipos electromecánicos.

El contenido de las especificaciones será tal que su cumplimiento garantizará los requerimientos de diseño, fabricación, pruebas en fábrica, montaje, pruebas en campo, operación y mantenimiento, tanto preventivo como correctivo; así como el grado de calidad del lote suministrado, en función a normas nacionales e internacionales aplicables.

Presentar todas las especificaciones particulares de los conceptos principales del catálogo de conceptos, para clarificar la vinculación entre estos, los procesos constructivos propuestos y el presupuesto de obra.

8.1.8. Manifestación de Impacto Ambiental.

8.1.8.1. Aspectos Generales.

Con el propósito de dar cumplimiento a lo señalado en el Art. 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, así como en otros ordenamientos aplicables en la materia, la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) promueve la realización de estudios de Evaluación de Impacto Ambiental para aquellas obras de Infraestructura Hidráulica que por sus características, pueden ser generadoras de impactos al ambiente.

La evaluación en materia ambiental del proyecto que se pretende realizar se efectúa en el marco de la LEGEEPA, la que en su Artículo 28 menciona:

“La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) establece las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras y actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría...”

Para lo anterior, es necesario definir la modalidad del o los estudios de Evaluación de Impacto Ambiental necesarios, a fin de prever los posibles impactos que potencialmente podrán darse con las acciones y actividades que se requieren para la construcción y operación de las obras que se pretende ejecutar, y estar en posibilidad de proponer y ejecutar las medidas de mitigación y de compensación que permitan garantizar, en la medida de lo posible, la preservación y el mejoramiento de los recursos naturales en general.

IX. PRODUCTOS A ENTREGAR

Los productos se presentarán de acuerdo a los objetivos específicos planteados. Para el primero relacionado a la caracterización y diagnóstico se entregará lo siguiente:

- a. Priorización de áreas de restauración de ecosistemas y captación de agua con un enfoque de cuenca en la zona de estudio.
- b. Caracterización de las fuentes de contaminación de los ríos Atoyac y Salado.
- c. Estado de conservación y cobertura de líneas y redes sanitarias existentes (redes de atarjeas, subcolectores y colectores; infraestructura hidráulica disponible de saneamiento y cobertura de saneamiento).
- d. Estado de conservación y capacidad de la infraestructura existente para el manejo del agua residual dentro de la zona de estudio.
- e. Volumen de agua de residual generada dentro de la zona de estudio, así como la proyección de su evolución.
- f. Actores relevantes y su incidencia en la problemática y/o solución de la contaminación de los ríos.
- g. Cartografía temática y específica de infraestructura a entregar mínimo escala 1:20,000 impresa y digital (proyectos SIG, base de datos vectoriales y ráster, tablas, gráficas, metadatos, entre otros).

- h. Sectores productivos, principales consumidores de aguas y sus implicaciones en el balance hidrológico.
- i. Alineación de planes, programas y proyectos de política pública con las acciones definidas en el programa integral.
- j. Disponibilidad, o factibilidad, de predios con idoneidad técnica para la implementación de infraestructura nueva para el manejo de agua residual; así como verificación de la existencia, calidad y suficiencia de estudios básicos en ellos.

Para el segundo objetivo que considera las necesidades de infraestructura para el saneamiento de los Ríos Atoyac y Salado, se entregará lo siguiente.

- k. Diseñar lineamientos generales para una remediación integral de los cauces, especificando los temas de mayor complejidad del problema, incluyendo, además de estrategias de infraestructura, lineamientos de gestión integral de recursos hídricos y de manejo de cuenca.
- l. Selección de sitios de intervención y alternativas tecnológicas en la zona de estudio.
- m. Estudios de granulometría, aforos; topográficos; geotecnia; aprovechamiento actual de aguas residuales crudas y esquema conceptual para el reúso del agua tratada; ingeniería básica de las alternativas óptimas de tratamiento y modalidad de Manifestación de Impacto Ambiental.
- n. Proponer tres alternativas tecnológicas de PTAR, colectores y emisores requeridos que resulten técnica, económica y operativamente viables para el saneamiento de las aguas residuales.
- o. Resultado de la consulta con actores claves que contribuyen a los objetivos planteados (4 talleres participativos considerando al “Grupo Específico de Trabajo (GET) para el saneamiento de los ríos Atoyac y Salado”).
- p. Anteproyecto para el saneamiento de las aguas residuales en la zona de estudio.

Es importante señalar que los entregables se integrarán en un documento denominado **“Programa integral para el saneamiento de los ríos Atoyac y Salado”**, que contenga estrategias, lineamientos y acciones específicas alineados a los planes, programas y proyectos de los tres órdenes de gobierno que incluya costos estimados por acción propuesta, en coordinación con la SEMAEDESO.

X. INFORMES PARCIALES E INFORME FINAL DEL ANTEPROYECTO.

La Consultoría presentará informes bimestrales detallando el avance de cada uno de los entregables. El informe será en un solo ejemplar y deberá ser acompañado de la información complementaria que lo soporte.

Presentar como resultado de los trabajos realizados un informe final que contendrá las memorias descriptivas y de cálculo, conforme al índice. Este informe se acompañará por planos, tablas y figuras, libretas de campo, croquis, esquemas, fotografías obtenidas y será dividido en tomos, entregándose finalmente original y dos ejemplares de cada tomo, así mismo deberá entregar la información digital, base de datos y proyectos de Sistema de Información Geográfica (vectoriales y ráster), metadatos, fotografías, tablas de cálculo, etc.

La presentación final de los trabajos deberá hacerse en carpetas tamaño carta encuadrados con pastas gruesas con el logotipo del ejecutor del proyecto, con los datos de las dependencias y del contrato.

Toda la información que se recopile y se genere durante el presente estudio es propiedad del contratante del proyecto y la Consultoría no está autorizada para usarla o proporcionarla, debiendo entregar los originales del texto, tablas, gráficas y planos del ejecutor del proyecto.

Además del informe impreso, la Consultoría elaborará tres presentaciones en Power Point de cada fase del estudio:

1. Caracterización y diagnóstico del área de estudio.
2. Anteproyecto de infraestructura propuesta para el saneamiento de los Ríos Atoyac y Salado.
3. Integración del “Programa integral para el saneamiento de los ríos Atoyac y Salado”.

La Consultoría está obligada a proporcionar el informe final grabado en medio magnético (CD, USB, HDD u otro dispositivo), así como todos los archivos digitales generados en el proceso de análisis e interpretación del proyecto, memorias de cálculo, los archivos de las tablas, gráficas, figuras e imágenes, shape file, vectoriales, ráster, contenidas en el informe final.

XI. CONFIDENCIALIDAD Y PROPIEDAD DE LOS TRABAJOS

Toda la información recopilada y generada, así como los resultados obtenidos y productos adquiridos en y para la presente consultoría son propiedad de la SEMAEDESO y del FONDO, y serán entregados a ambas

dependencias y a la CONAGUA en su calidad de agente técnico y Coordinadora Sectorial. El Consultor no podrá usar, divulgar, comercializar o editar parcial o totalmente dicha información sin previa autorización de la SEMAEDESO y del FONDO. Todo ello, estrictamente en el marco de las leyes mexicanas, y en particular de la Ley de Acceso a la Información Pública Gubernamental y del Instituto Federal de Acceso a la Información (IFAI).

XII.DURACIÓN Y PERIODO DE LA CONSULTORÍA

La consultoría tendrá una duración de 12 (doce) meses, contados a partir de la fecha en que se adjudique o se firme el contrato. La consultoría deberá presentar un programa de trabajo con montos y tiempos de cómo desarrollará las actividades solicitadas en los presentes términos de referencia.

XIII. CATÁLOGO DE CONCEPTOS

Se elaborará un catálogo desglosado de conceptos y cantidades de obra de infraestructura propuesta por cada una de las partidas que conformen el proyecto, así como un presupuesto detallado de las partidas que lo integran. El presupuesto de obra, deberá de estar soportado por todas las tarjetas de precios unitarios utilizadas. Los conceptos y claves deberán ser los manejados en el catálogo de la comisión estatal del agua.