

Manual de Fortalecimiento Técnico de los Comités de Playas Limpias y Consejos de Cuencas

Plan de Estrategias de Saneamiento de Cauces Fluviales de la Región Costa de Oaxaca



giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Cooperación Alemana para el Desarrollo Sustentable en México

Fomentado por:



Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección de los Consumidores

en virtud de una decisión del Bundestag alemán

TEGARD
Consultoras

Contenido

SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
1. SANEAMIENTO DE CAUCES FLUVIALES.....	5
1.1. Beneficios del saneamiento de cauces fluviales	7
2. MARCO JURÍDICO.....	10
2.1. Marco Normativo Nacional.....	10
2.2. Marco Normativo Internacional.....	12
3. PLAN DE SANEAMIENTO DE CAUCES FLUVIALES	14
3.1. Introducción	14
3.2. Marco jurídico aplicable.....	14
3.3. Diagnóstico	15
3.3.1. Caracterización, evaluación y análisis.....	15
3.3.2. Identificación de fuentes de contaminación.....	19
3.3.3. Diagnóstico del Estado de Salud	20
3.4. Planeación Estratégica y Operativa.....	21
3.4.1. Planeación Estratégica	21
3.4.1.1. Visión.....	23
3.4.1.2. Objetivos Estratégicos y Estrategias	23
3.4.2. Planeación Operativa.....	28
3.4.2.1. Plan de acción	28
3.5. Análisis de Riesgos	30
3.5.1. Matriz de Riesgos	31
3.5.2. Medición o escala	31
3.5.3. Estrategias de atención.....	32
3.6. Colaboración entre actores.....	33
3.7. Monitoreo y Evaluación	36
3.7.1. Indicadores y Metas	39
3.7.2. Reportes	42
3.8. Bibliografía, glosario y Anexos	44
4. CONCLUSIÓN.....	45
BIBLIOGRAFÍA	47

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Para los efectos de este Manual se entenderán los siguientes términos en singular o plural.

- **APA.** American Psychological Association.
- **CC.** Consejo de Cuenca.
- **CDB.** Convenio Sobre la Diversidad Biológica.
- **CETPP.** Condiciones y Especificaciones Técnicas de Playa Platino.
- **CPL.** Comité de Playas Limpias.
- **EIA.** Evaluaciones de Impacto Ambiental.
- **FODA.** Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.
- **GIRH.** Gestión Integral de los Recursos Hídricos.
- **IMNC.** Instituto Mexicano de Normalización y Certificación.
- **LAN.** Ley Nacional de Aguas.
- **LGEEPA.** Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.
- **LGPGIR.** Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- **NOM.** Normas Oficiales Mexicanas.
- **ODS.** Objetivo de Desarrollo Sostenible.
- **PEPGIR.** Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- **PGIR.** Programa de Gestión Integral de Residuos.
- **PGIRP.** Programa de Gestión Integral de Residuos en Playa.
- **PMPGIRSU.** Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos.
- **PND.** Plan Nacional de Desarrollo.
- **PNH.** Programa Nacional Hídrico.
- **PNPGIR.** Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- **PSCF.** Plan de Saneamiento de Cauces Fluviales.
- **RAE.** Real Academia Española.
- **RP.** Residuos Peligrosos.
- **RSU.** Residuos Sólidos Urbanos.
- **RME.** Residuos de Manejo Especial.

INTRODUCCIÓN

La importancia del saneamiento de cauces es ampliamente reconocida debido a los desafíos ambientales, económicos y sociales que se enfrentan hoy en día a nivel nacional e internacional en relación con la gestión del agua y la conservación de sus ecosistemas acuáticos. En general, la situación del saneamiento de cauces fluviales en México se caracteriza por diversos retos, incluyendo la contaminación por aguas residuales¹, la escorrentía agrícola que lleva pesticidas y nutrientes en exceso a los ríos; así como, la disposición inadecuada de residuos sólidos. Estos problemas son exacerbados por la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de aguas residuales en muchas áreas, así como por la gestión ineficaz de los recursos hídricos.

La contaminación de los cauces fluviales tiene impactos significativos en la biodiversidad, afectando la vida acuática y terrestre, representando sobre todo un riesgo para la salud pública debido a la exposición a aguas contaminadas. Además, tiene consecuencias económicas negativas, limitando las oportunidades de recreación y turismo en áreas naturales y afectando actividades como la pesca y la agricultura que dependen de fuentes de agua limpia.

Para abordar estos desafíos, es esencial que México siga fortaleciendo sus políticas y programas de saneamiento fluvial, incluyendo la inversión en tecnologías de tratamiento de aguas residuales, la promoción de prácticas agrícolas sostenibles para reducir la contaminación por escorrentía, y la implementación de iniciativas de educación y concienciación pública sobre la importancia de proteger los recursos hídricos. La cooperación entre gobiernos locales, comunidades, industrias y organizaciones no gubernamentales será clave para lograr una gestión sostenible de los cauces fluviales y asegurar el bienestar de las futuras generaciones.

Este manual se centra en el diseño para un Plan de Estrategias de Saneamiento de Cauces Fluviales de la Región Costa de Oaxaca y se compone de 4 secciones. La primera sección es el marco general del tema, describe los principales conceptos que se usarán a lo largo

¹ Se entiende por aguas residuales a las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas.

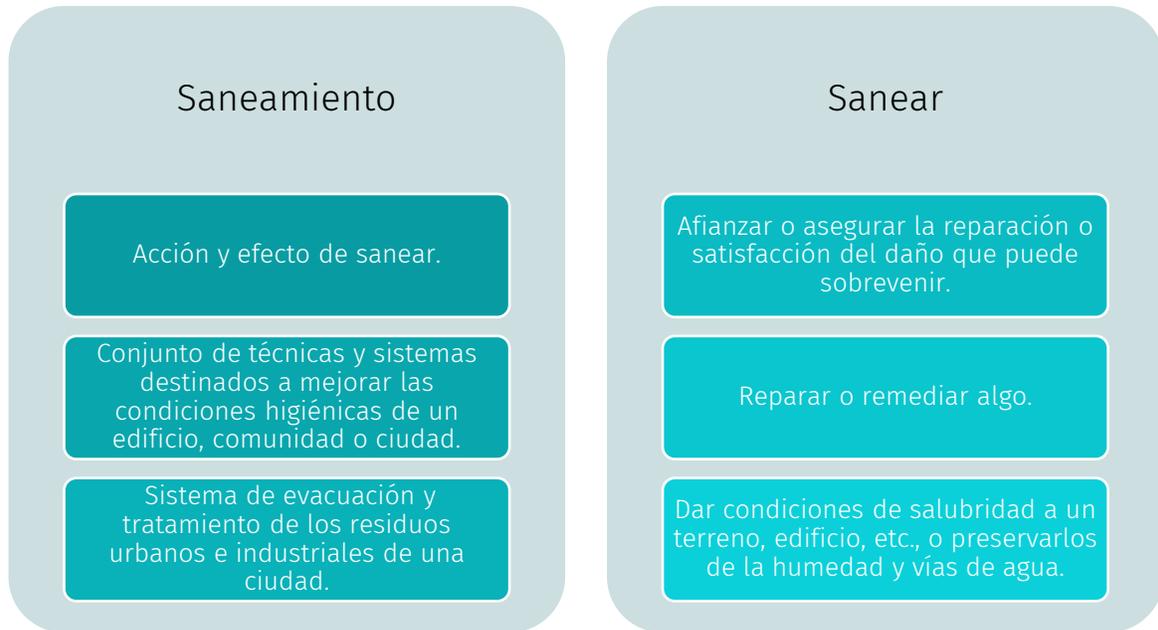
del Manual y que son la parte fundamental de lo expuesto a continuación. En la segunda sección se presentan los fundamentos jurídicos nacionales e internacionales que rigen el saneamiento de los cauces. La tercera sección es la parte medular del Manual ya que presenta una propuesta de estructura para el desarrollo de un Plan de Gestión de Cauces Fluviales, cada parte del Plan es descrita y fundamentada en los trabajos presentados en otros manuales de esta misma serie "Fortalecimiento Institucional y Técnico a Comités de Playas Limpias en Costa e Istmo de Oaxaca".

Finalmente, la cuarta sección presenta las conclusiones de este Manual, dando claves para fomentar su uso y desarrollar los Planes de Saneamiento de Cauces Fluviales.

1. SANEAMIENTO DE CAUCES FLUVIALES

Para saber qué es un plan y sus estrategias para el saneamiento de cauces fluviales, lo primero es determinar a qué nos referimos con el saneamiento de cauces fluviales. El diccionario de la RAE define al saneamiento como se muestra en la **Figura 1**:

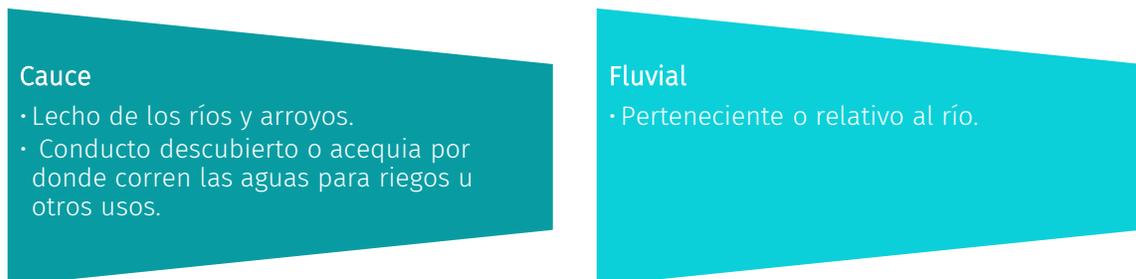
Figura 1. Definición del saneamiento conforme a la RAE.



Fuente. Elaboración propia con base en el diccionario de la RAE.

Las definiciones de cauce y fluvial son definidas por el diccionario de la RAE en los siguientes términos (**Figura 2**):

Figura 2. Definiciones de cauce y fluvial.



Fuente. Elaboración propia con información de la RAE.

En cuanto a la regulación, la LAN contempla el término de saneamiento referido al **alcantarillado** como la **conducción, tratamiento, alejamiento y descarga de las aguas residuales**². Por lo que corresponde a los conceptos de cauce de corriente y río, son definidos por la misma Ley de acuerdo con la **Figura 3**.

Figura 3. Definiciones de Cauce y río.



Fuente. Elaboración propia con base en LAN.

Es muy importante destacar, que los sistemas fluviales se diferencian de otros sistemas acuáticos por la presencia de corriente de agua que va en una sola dirección (Carmona Jiménez et al., 2012).

Si bien la regulación no establece una definición específica para saneamiento de cauces fluviales, podemos señalar, bajo los elementos lingüísticos y jurídicos arriba expuestos, lo siguiente.

El saneamiento de cauces fluviales es la **remediación o el mejoramiento** de los ríos y arroyos que por distintas razones **perdieron condiciones de higiene y salubridad** por descargas de aguas residuales, RSU, RME y RP que lo contaminen y afecten.

² Artículo 3, fracción L de la LAN

1.1. Beneficios del saneamiento de cauces fluviales

Los ríos y arroyos juegan un papel fundamental en el mantenimiento de ecosistemas saludables; en el suministro de agua para consumo humano, agrícola e industrial; así como, en el sostén de actividades turísticas. Es por ello por lo que -ante la contaminación de estos cauces fluviales- cobra relevancia su saneamiento impactando en factores ambientales, de salud pública y económicos.

Algunos de los aspectos más destacados de la importancia del saneamiento de cauces fluviales, son los que se muestran en la **Figura 4**.

Figura 4. Importancia del saneamiento de cauces fluviales.



Fuente. Elaboración propia con base en (Abell et al., 2017).

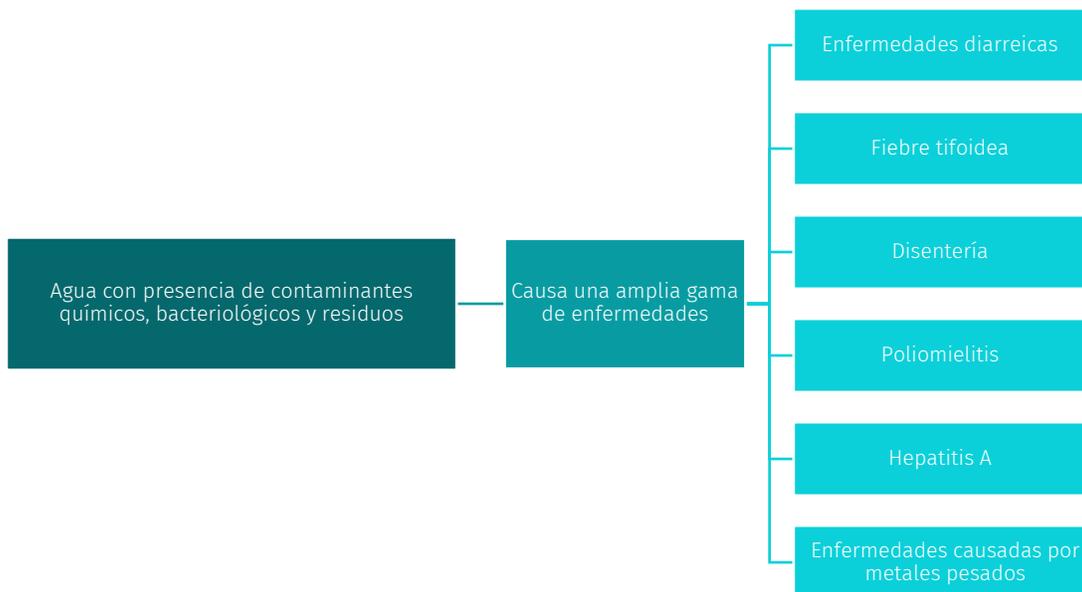
1. Protección de la biodiversidad. Los ríos y arroyos son hábitats vitales para una amplia gama de especies, incluyendo endémicas y migratorias, algunas de ellas en peligro de extinción. La contaminación de estos cauces, aparte de amenazar la supervivencia de estas especies, altera los delicados equilibrios ecológicos que sustentan la vida acuática y terrestre.

El saneamiento de estos cauces tiene los siguientes beneficios:

- Permitir que las especies amenazadas se recuperen.
- Mantener en óptimas condiciones los corredores biológicos.
- Preservar la riqueza natural de México.
- Cumplir con los compromisos internacionales de nuestro país en materia de conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

2. Salud Pública. El agua contaminada representa un riesgo directo para las comunidades locales, ya que causa distintos efectos en la salud de las personas (**Figura 5**).

Figura 5. Afectación de la salud de las personas por agua contaminada.



Fuente. Elaboración propia con base en (OMS, 2023).

Además, los cuerpos de agua contaminados crean las condiciones favorables para la propagación de vectores de enfermedades como el mosquito, exacerbando problemas de salud pública como la malaria (Castro et al., 2004). Al sanear los cauces fluviales se obtienen los siguientes beneficios:

- Reducir significativamente la exposición de las poblaciones a enfermedades, al mejorar la calidad del agua para su consumo.

- Fortalecer y mejorar el bienestar y la calidad de vida de las comunidades.
- Disminuir la carga sobre los sistemas de salud pública, destacando la interconexión entre la gestión ambiental y la salud humana.

3. Desarrollo Económico y Turístico. El desarrollo económico y turístico son aspectos que contribuyen sustancialmente al bienestar de las comunidades locales y al atractivo del país como destino turístico. Un cauce fluvial limpio impulsa la creación de empleos y generación de ingresos al:

- Fortalecer los sectores económicos clave como la pesca y la acuicultura.
- Promover oportunidades para el turismo ecológico y recreativo.

4. Agricultura y Recursos Hídricos. La contaminación de cauces fluviales por actividades agropecuarias dentro del espacio físico de la cuenca hidrológica afecta directamente la calidad del agua disponible para el riego, por lo que el saneamiento de cauces puede:

- Reducir la acumulación de contaminantes en los cultivos.
- Contribuir al cuidado de la salud humana al reducir/minimizar el consumo de alimentos contaminados.
- Mejorar la calidad de los alimentos.

Una red hídrica sin contaminantes nos brinda certeza que el agua utilizada en la agricultura es segura.

5. Resiliencia ante el Cambio Climático. El saneamiento de cauces fluviales y su correcta gestión, genera las condiciones para enfrentar de manera más eficaz los retos del cambio climático, asegurando un futuro más sostenible y resiliente, a través de los siguientes servicios ambientales:

- Regulación climática a nivel regional y local.
- Conservación de los ciclos hidrológicos.
- Control de la erosión y promoción de suelos.
- Conservación de la cobertura vegetal.
- Control de inundaciones, recarga de acuíferos, mantenimiento de escorrentías en calidad y cantidad, actuando como barreras naturales contra eventos climáticos extremos.
- Captura de carbono y purificación de cuerpos de agua.

6. Cohesión social. El saneamiento de cauces fluviales invita a generar acciones de participación colectiva respecto del territorio que habita la comunidad para mantenerlo limpio y sano, con los siguientes beneficios:

- Aumentar la conciencia ambiental y promover prácticas sostenibles entre la población.
- Fortalecer el tejido social y la gobernanza local en la gestión de recursos naturales a través de la participación y cooperación comunitaria.

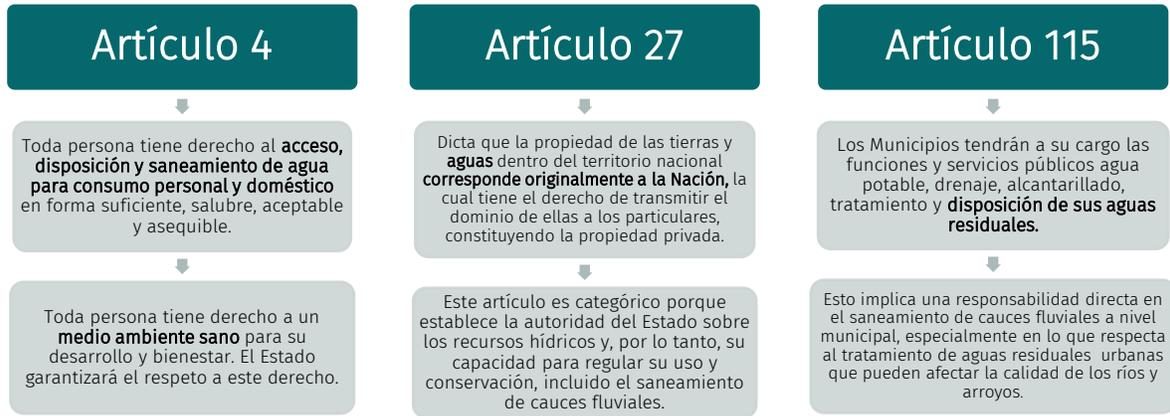
2. MARCO JURÍDICO

En México, el marco normativo para el saneamiento de cauces fluviales y cuencas hidrográficas se basa en una serie de leyes, normas y regulaciones a nivel nacional, complementadas por compromisos y estándares internacionales. Estas disposiciones legales están diseñadas para proteger los recursos hídricos, promover su uso sostenible y garantizar la conservación de los ecosistemas acuáticos.

2.1. Marco Normativo Nacional

La **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos** establece las bases para la gestión y protección de los recursos naturales, incluidos el agua y los ecosistemas asociados a los cauces fluviales. De manera específica el artículo 4, párrafo sexto dispone que toda persona tiene **derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua** para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines (**Figura 6**).

Figura 6. Protección constitucional del medio ambiente.



Fuente. Elaboración propia con base en la Constitución.

Reformas Constitucionales en Materia de Agua. A lo largo de los años, ha habido varias iniciativas y reformas constitucionales propuestas para fortalecer el marco legal en torno a la gestión del agua, incluyendo el reconocimiento del agua como un derecho humano y la necesidad de garantizar su gestión sustentable. Estas reformas buscan integrar principios de sustentabilidad, participación ciudadana y equidad en la gestión de los recursos hídricos.

A través de estos artículos y principios, la Constitución Mexicana sienta las bases para el desarrollo de un marco legal más detallado que aborde específicamente la protección, conservación y saneamiento de los recursos hídricos y los cauces fluviales, reflejados en leyes como la Ley de Aguas Nacionales y las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con la calidad del agua y la protección ambiental.

Asimismo, algunos de los componentes clave de este marco normativo y programático son:

1. **Ley de Aguas Nacionales.** Es la ley principal que regula la explotación, uso y conservación de las aguas nacionales, incluyendo los cauces fluviales. Establece las

bases para la administración y regulación del agua, la participación ciudadana y la distribución de competencias entre las diferentes autoridades.

2. **Normas Oficiales Mexicanas.** Existen varias NOM relacionadas con la calidad del agua, descargas de aguas residuales y protección ambiental. Por ejemplo:
 - **NOM-001-SEMARNAT-1996.** Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
 - **NOM-002-SEMARNAT-1996.** Se refiere a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal y las descargas de aguas residuales.
 - **NOM-003-SEMARNAT-1997.** Regula las características de los lodos y biosólidos para su aprovechamiento o disposición final.
3. **Programa Nacional Hídrico.** Este programa define las políticas públicas en materia de agua, incluyendo aspectos de saneamiento, protección contra la contaminación de cuencas y cauces fluviales, y conservación de ecosistemas acuáticos; del cual derivarán los distintos programas hídricos regionales.

2.2. Marco Normativo Internacional

México es parte de varios acuerdos y convenios internacionales que impactan la gestión de recursos hídricos y el saneamiento de cauces fluviales, entre ellos:

1. **Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB).** México, como país signatario, se compromete a conservar la diversidad biológica, utilizar sus componentes de manera sostenible y compartir justamente los beneficios derivados de los recursos genéticos.
2. **Convenio de Ramsar sobre Humedales.** Este convenio promueve la conservación y el uso racional de los humedales, muchos de los cuales están directamente relacionados con los sistemas de cauces fluviales.

3. **Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.** A través de los ODS, especialmente el ODS 6, que busca garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, México se compromete a tomar medidas para proteger y restaurar los cuerpos de agua. Así como los sistemas humanos que dependen de los cauces, como el ODS 11 que busca que las ciudades sean resilientes y sostenibles, entre otros atributos; México se une a que las ciudades cuenten con fuentes hídricas sanas. La necesidad de garantizar el consumo y la producción sostenibles que no degraden el ambiente que se encuentra reflejado en el ODS 12 y que se encuentra en consonancia con el PND de México. El beneficio que nos da el cauce a través de la resiliencia ante el cambio climático se ve reflejada en el ODS 13. Y finalmente, el ODS 14 que trata sobre la conservación y utilización de manera sostenible de los océanos.

Este marco normativo, tanto nacional como internacional, proporciona las bases legales y los lineamientos para el manejo integral de los recursos hídricos, el saneamiento de cauces fluviales y la conservación de las cuencas hidrológicas en México. Su implementación efectiva es clave para enfrentar los desafíos ambientales y garantizar un futuro sostenible para los recursos hídricos del país.

3. PLAN DE SANEAMIENTO DE CAUCES FLUVIALES

Con el fin de fortalecer las metodologías ya aplicadas, se propone que el diseño del Plan de Saneamiento de Cauces Fluviales (PSCF) que promuevan los CPL y los CC se ajusten a las recomendaciones analizadas en el Manual para el Diseño del Proceso para el Desarrollo de los Programas de Gestión Integral de los Residuos en Playas. Por ello, únicamente se expondrán de manera general los apartados que conforman el Plan y sus aspectos técnicos más relevantes, se adjunta como Anexo 1 los formatos específicos.

Los apartados o elementos sugeridos para los PSCF son los siguientes:

1. Introducción.
2. Marco jurídico aplicable.
3. Diagnóstico.
4. Planeación Estratégica y Operativa.
5. Análisis de riesgos.
6. Colaboración entre distintos actores.
7. Monitoreo y Evaluación.
8. Bibliografía.
9. Glosario.
10. Anexos.

3.1. Introducción

Para este apartado se sugiere estructurar la introducción en tres partes, iniciando con una breve explicación del objetivo del documento y su justificación; continuando con la importancia de los cauces fluviales y en específico, el que se intervendrá, describiendo su problemática y las afectaciones al entorno finalizando con la descripción de la organización del documento.

3.2. Marco jurídico aplicable

Para este apartado se sugiere especificar el marco jurídico en materia de saneamiento de aguas y lo correspondiente a los cauces fluviales. Dentro del marco jurídico podemos incluir la Constitución, regulación federal como la LAN y su reglamento, la LGEEPA, la LGPGIR, entre otros. Asimismo, la regulación estatal y municipal que le corresponda.

Resulta fundamental, que el PSCF incluya los instrumentos de planeación correspondientes como el Plan Nacional Hídrico y el Plan Regional Hídrico que le corresponda.

3.3. Diagnóstico

El diagnóstico es un paso elemental para entender los desafíos ambientales, sociales y económicos que enfrentan los ríos y arroyos, con el fin de determinar su grado de integridad y funcionamiento ecológico. Este proceso busca, además, comprender cómo las actividades humanas y los procesos naturales afectan la salud y la sostenibilidad del cauce fluvial, identificando problemas, riesgos y oportunidades de mejora.

En este apartado se presentan recomendaciones para obtener **información y datos oportunos** para una eficaz toma de decisiones, a fin de establecer y generar una sólida **línea base**, la cual será empleada como referencia y/o antecedente de la Planeación Estratégica y Operativa que se analizará más adelante. El Diagnóstico del PSCF deberá contener al menos los siguientes apartados:

1. Caracterización, evaluación y análisis
2. Identificación de fuentes de contaminación
3. Diagnóstico del Estado de Salud

3.3.1. Caracterización, evaluación y análisis

Cuando hablamos de caracterizar algo, de acuerdo con el diccionario de la RAE nos referimos a *determinar los atributos peculiares de alguien o de algo*, de modo que claramente se distinga del resto. De esta forma podemos inferir que la caracterización de cauces fluviales implica la recopilación y análisis de datos sobre diversos aspectos del cauce.

Para el caso de la evaluación, la REA la define como la *acción de señalar, estimar, apreciar o calcular el valor de algo*. Entonces, durante la evaluación esperamos estimar o calcular el estado de salud del cauce.

Como primeros pasos previos para la caracterización y evaluación se proponen los siguientes:

1. Determinar su **alcance geográfico**, seleccionando los segmentos del río o los puntos específicos a estudiar considerando lo siguiente:
 - a. Áreas potencialmente afectadas por fuentes de contaminación.
 - b. Zonas de conservación prioritarias.
 - c. Zonas de diversidad de hábitats o de interés ecológico.
 - d. Sitios agua arriba y agua abajo
 - e. Zonas de interés social.
2. Revisar estudios, informes y bases de datos existentes para recopilar información histórica y actual sobre la calidad del agua, biodiversidad, uso del suelo y prácticas de gestión en la cuenca.
3. Definir métodos para la recolección, preservación y transporte de muestras, así como la selección de los equipos y materiales necesarios³.
4. Seleccionar laboratorios acreditados para el análisis de las muestras, asegurando que los métodos analíticos sean adecuados.
5. Evaluar los datos obtenidos e identificar posibles tendencias o patrones de contaminación; así como, determinar el cumplimiento con los estándares y criterios ambientales aplicables.

A continuación, en la **Tabla 1** se muestran los aspectos mínimos a considerar en la caracterización y evaluación de cauces fluviales.

³ En caso de realizar muestreos posteriores como parte del PSCF se sugiere tomar en cuenta estos pasos para las mediciones subsecuentes.

Tabla 1. Aspectos por caracterizar y evaluar en un cauce fluvial.

Aspecto	Caracterización	Evaluación	Hallazgos esperados
Físicos	Morfología del río, características del lecho y la cuenca hidrológica.	Medición de variables hidrológicas como caudales, niveles de agua, temperatura, turbidez, conductividad eléctrica y patrones de flujo.	Presencia de sedimentación y erosión, y la conectividad del cauce.
Químicos	Atributos químicos del agua	pH, oxígeno disuelto, nutrientes como nitratos, fosfatos, metales pesados y contaminantes orgánicos.	Presencia y concentración de contaminantes para compararlos con estándares de calidad de agua nacionales e internacionales.
Biológicos	Biodiversidad, densidad de poblaciones de flora y fauna.	Funcionalidad de los procesos ecológicos. Atención especial a especies endémicas, indicadoras, invasoras o en peligro.	<ul style="list-style-type: none"> • Salud del ecosistema y afectaciones a los hábitats. • Inventarios de la flora y fauna presentes en los ecosistemas acuáticos y ribereños

Fuente. Elaboración propia

La caracterización y evaluación de cauces fluviales permite obtener resultados integrales de los análisis físicos, químicos y biológicos, tanto de la calidad del agua como de la biodiversidad. Particularmente, en el tema del agua se pueden aplicar **modelos hidrológicos para entender el transporte y el destino** de los contaminantes en el sistema fluvial y predecir el impacto de diferentes fuentes de contaminación en el cauce fluvial.

Por su parte, resulta indispensable otro tipo de análisis de otros aspectos relacionados con el cauce, que tienen que ver con las actividades humanas y económicas asociadas al cauce fluvial. A continuación, se presenta en la **Tabla 2** las propuestas de análisis para los aspectos relacionados con las actividades sociales y económicas en la esfera humana.

Tabla 2. Aspectos por analizar del cauce fluvial.

Aspecto	Análisis	Hallazgos esperados
Uso del agua	Identificar las actividades humanas en las que se emplea el agua del cauce.	Determinar que los usos identificados correspondan a las concesiones de acuerdo al REPDA.
Infraestructura existente	Realizar un censo de la infraestructura existente para el tratamiento de los residuos sólidos y líquidos, y el control de inundaciones y escurrimientos del cauce.	Embalses que, en época de lluvias, controlan los volúmenes excedentes (almacenamiento) y en la época de secas provee abastecimiento de agua potable y de riego. Existencia de sistemas de generación de energía eléctrica. Sistemas de regulación de inundaciones. Sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes. Sistemas para desviar la trayectoria del cauce, para interrumpirla o para controlar su afluente.
Sociales	Dependencia de las comunidades locales con el cauce fluvial.	Acceso al agua, percepción de la comunidad sobre el río y su participación en la gestión de recursos hídricos.
Económicos	Actividades económicas asociadas al cauce fluvial.	Impactos derivados de las actividades económicas incluyendo agricultura, urbanización, industria y turismo.

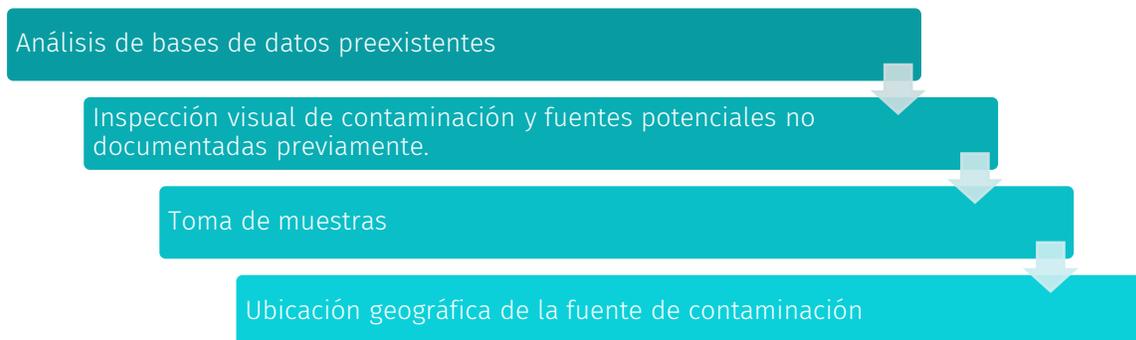
Fuente. Elaboración propia con base en (Dourojeanni R. et al., 2002).

El documento que contenga la caracterización, evaluación y análisis deberá incluir mapas, gráficos y fotografías que ilustren la condición del cauce. Este proceso requiere la colaboración interdisciplinaria de expertos en hidrología, ecología, química ambiental, sociología y planificación del territorio, entre otros.

3.3.2. Identificación de fuentes de contaminación

La identificación de las fuentes de contaminación nos permite detectar y localizar las qué, quién, cómo y porqué se está afectando la calidad del agua y la salud de los ecosistemas. La identificación de fuentes de contaminación se puede dar a través de los siguientes pasos (Figura 7):

Figura 7. Identificación de fuentes de contaminación.



Fuente. Elaboración propia con base en (OMS, 2011).

El análisis de información del cauce fluvial brinda datos de posibles afectaciones y su magnitud y, en su caso, de acciones para remediar la contaminación. No obstante, las fuentes de contaminación pueden provenir de descargas de aguas residuales, escorrentía agrícola, actividades mineras, vertederos ilegales, otros puntos y fuentes no puntuales.

Por ello, las inspecciones visuales pueden dar información relevante y actualizada; asimismo, sirven para elegir puntos representativos a lo largo del sistema fluvial y dentro de la cuenca hidrológica para la **toma de muestras**⁴ cuyo análisis sea a través de laboratorios certificados para determinar la presencia y concentración de diversos contaminantes, como exceso de nutrientes, metales pesados, patógenos y compuestos orgánicos persistentes (FAO, 2018). Finalmente, resulta importante, contar con datos exactos de su ubicación a través del uso de sistemas información geográfica, visitas de campo y análisis de bases de datos preexistentes.

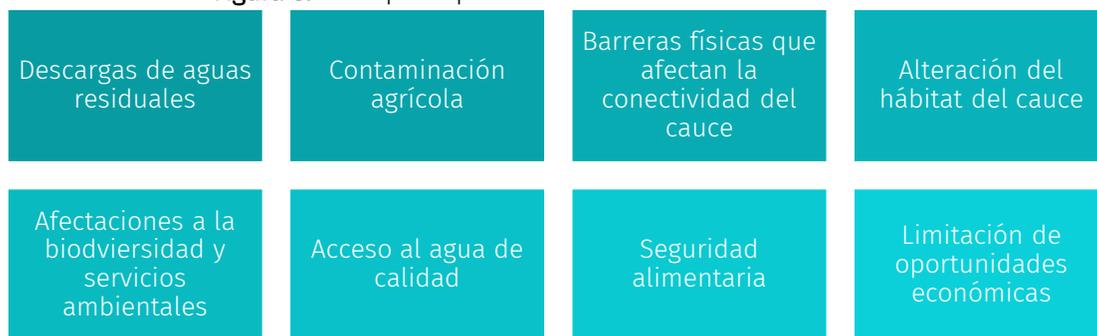
⁴ Teniendo en cuenta las áreas potencialmente afectadas por fuentes de contaminación, zonas de conservación prioritaria y diversidad de hábitats.

Se recomienda desarrollar mapas temáticos que muestren la distribución espacial de los contaminantes y su correlación con las fuentes de contaminación.

3.3.3. Diagnóstico del Estado de Salud

El diagnóstico del estado de salud del cauce fluvial toma como insumos la información de la caracterización, evaluación, análisis e identificación de las fuentes de contaminación para determinar su problemática, causas y efectos, siendo algunas de las principales las que se muestran en la **Figura 8**.

Figura 8. Principales problemáticas de los cauces fluviales.



Fuente. Elaboración propia con base en (Rojas Rueda & Tzatchkov, 2022).

Para la elaboración del Diagnóstico, se sugiere:

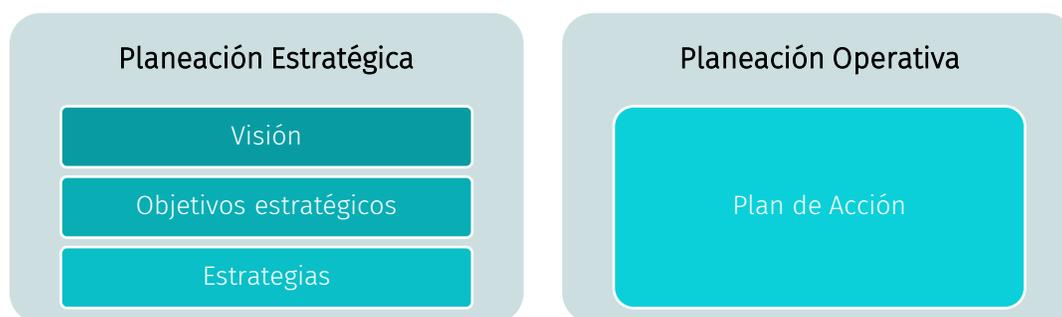
1. Integrar y analizar todos los datos recopilados para obtener una visión holística de la condición actual del cauce fluvial.
2. Ponderar los problemas identificados.
3. Priorizar los problemas más críticos que requieren acción inmediata basándose en su severidad y el riesgo para la salud humana y ambiental.

El diagnóstico es un documento detallado que será insumo para la determinación de Objetivos Estratégicos, Estrategias y el Plan de Acción.

3.4. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA Y OPERATIVA

Tomando como base el Diagnóstico se desarrollará la **Planeación Estratégica y Operativa** del PSCF a fin de saber qué queremos en el futuro, qué resultados esperamos obtener, cómo los obtendremos, quién lo hará, cuándo lo hará y con qué lo hará. Recordemos que la Planeación Estratégica tiene un alcance de largo y mediano plazo y la Planeación Operativa de corto plazo, cuyos componentes se aprecian en la **Figura 9**.

Figura 9. Componentes de la Planeación Estratégica y Operativa.



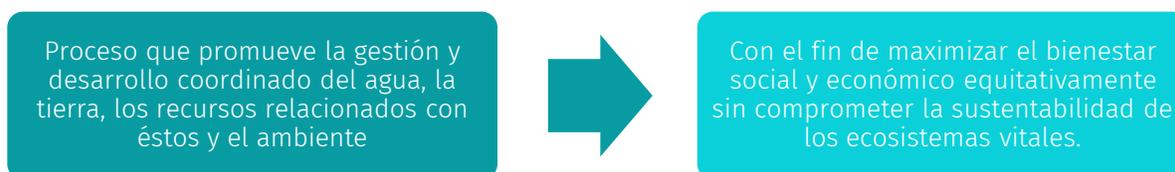
Fuente. Elaboración propia con base en (M. Armijo, 2011).

La determinación de la totalidad de estos componentes nos permitirá establecer con claridad: qué queremos en el futuro, qué resultados esperamos obtener, cómo los obtendremos, quién lo hará, cuándo lo hará y con qué lo hará.

3.4.1. PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

La Planeación Estratégica del PSCF debe considerar como eje rector, la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), entendida en los siguientes términos (**Figura 10**).

Figura 10. GIRH.



Fuente. Elaboración propia con base en la LAN.

La **implementación de la GIRH** en el contexto del saneamiento de cauces fluviales es un **enfoque holístico y multisectorial** para la planificación y gestión del agua, que busca equilibrar y optimizar el uso sostenible de los recursos hídricos, la protección de la calidad del agua y la conservación de los ecosistemas acuáticos y terrestres.

Este enfoque reconoce que el **agua es un recurso interconectado** y esencial que sustenta tanto las necesidades humanas como los sistemas naturales, y por lo tanto, requiere una gestión coordinada entre diferentes sectores y niveles de gobierno, así como la participación de la sociedad civil y las comunidades locales.

Los principales componentes de la GIRH en el saneamiento de cauces fluviales se presentan en la **Figura 11**.

Figura 11. Componentes clave de la GIRH en el saneamiento de cauces fluviales.

Enfoque de Cuenca Hidrológica	Aportación de los actores involucrados	Uso Sostenible de los Recursos	Adaptación al Cambio Climático
<ul style="list-style-type: none"> • Permite entender y gestionar las interacciones entre el uso del suelo, las actividades humanas y los sistemas acuáticos. • Las fuentes de contaminación y sus impactos trascienden los límites administrativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Coordinar acciones entre diferentes sectores y niveles de gobierno, sociedad civil, comunidad y otros para atender las fuentes de contaminación y los desafíos de gestión de manera holística. 	<ul style="list-style-type: none"> • Promover prácticas que aseguren el uso eficiente y sostenible del agua, minimizando los impactos negativos sobre la calidad del agua y los sistemas fluviales 	<ul style="list-style-type: none"> • Orientar la planeación estratégica para generar resiliencia y adaptación al cambio climático en la gestión de los recursos hídricos.

Fuente. Elaboración propia con base en LAN.

La GIRH proporciona un marco comprensivo para abordar los desafíos del saneamiento de cauces fluviales de manera integrada, sostenible y participativa, asegurando que los recursos hídricos se gestionen de manera que se satisfagan las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas. Con este enfoque principal, podemos iniciar el planteamiento de los elementos de la Planeación Estratégica.

3.4.1.1. VISIÓN

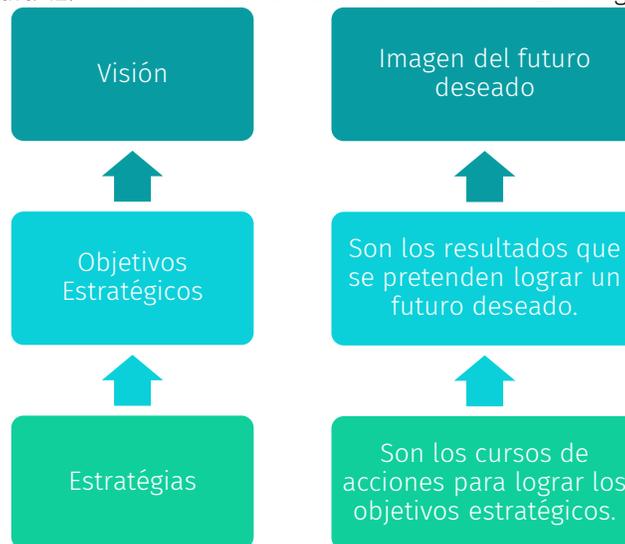
La **Visión** del PSCF es la descripción de una imagen del **futuro deseado**; específicamente para los PSCF, tiene que ver con **cómo vemos** a futuro al cauce, **cómo lo visualizamos** después de las acciones de su saneamiento.

Podemos decir en términos generales que una visión para cualquier cauce fluvial es lograr su restauración, conservación y la gestión sostenible de los ecosistemas fluviales.

3.4.1.2. OBJETIVOS ESTRATÉGICOS Y ESTRATEGIAS

Los **Objetivos Estratégicos** son los resultados que se pretenden lograr en un tiempo determinado. Por su parte, las **Estrategias** son los cursos de acción o directrices (la mejor alternativa) que permitirán el logro de dichos objetivos. En este punto podemos decir, que el cumplimiento de las estrategias conlleva el logro de los objetivos estratégicos para alcanzar la **Visión** proyectada (**Figura 12**).

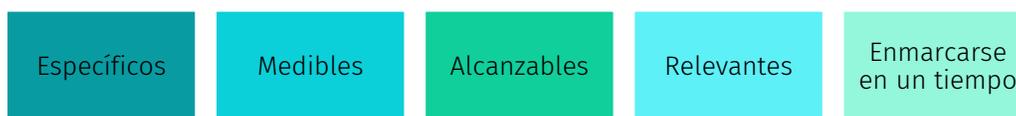
Figura 12. Relación entre la Visión la Planeación Estratégica.



Fuente. Elaboración propia.

Es importante que, tanto los objetivos estratégicos como las estrategias contengan las siguientes cualidades (**Figura 13**):

Figura 13. Cualidades de los objetivos estratégicos y estrategias.



Fuente. Elaboración propia.

Para los PSCF se sugieren considerar los siguientes objetivos estratégicos y estrategias relacionadas con el saneamiento de cauces fluviales (**Tabla 3**).

Tabla 3. Objetivos estratégicos y estrategias (Plan de estrategias) para el saneamiento de cauces fluviales.

Objetivos estratégicos	Estrategias
Eliminar contaminantes de las aguas residuales antes de que se viertan en ríos, arroyos o cualquier cuerpo de agua natural.	Construir, mejorar y/o mantener plantas de tratamiento de aguas residuales.
	Construir, mejorar y/o mantener los sistemas de alcantarillado y colectores de aguas pluviales que eviten que las aguas contaminadas se mezclen con los cauces naturales.
Disminuir la cantidad de residuos sólidos en los cauces fluviales.	Implementar filtros y barreras de contención físicas, como redes o barreras flotantes; o naturales, como zonas ribereñas vegetadas.
	Implementar programas de recolección de residuos con recuperadores que habitan las zonas aledañas al cauce fluvial.
	Implementar campañas de recuperación de residuos (mercados para los materiales recuperados), consumo responsable y educación ambiental que fomente la reducción, la reutilización y el reciclaje se podrá enfocar los esfuerzos en la fuente de generación (reducción); en el fomento de la separación y recolección diferenciada (reutilización y reciclaje);
Contribuir a la calidad del agua de los cauces fluviales.	Construcción de humedales artificiales que depuren el agua al remover exceso de nutrientes, patógenos y otros contaminantes.
Reducir la carga de contaminantes químicos, biológicos y orgánicos antes de que estas aguas sean descargadas en los cauces fluviales.	Implementar prácticas de manejo agrícola sostenible como disminución del uso de agroquímicos, aumento en el uso abonos orgánicos y rotación de cultivos.
	Implementar sistemas de captación y filtración de escorrentías y/o zonas de amortiguamiento.

Objetivos estratégicos	Estrategias
Controlar y/o mitigar fuentes de contaminación puntual y difusa	Coadyuvar con los sujetos obligados y autoridades competentes para el cumplimiento de los límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales.
Mejorar la hidrodinámica del cauce fluvial y sus funciones ecológicas, especialmente durante periodos de escasez.	Modificar el cauce del río, recrear meandros, eliminar tramos rectificadas, remover infraestructuras obsoletas, restaurar zonas húmedas y/o restauración de humedales.
	Implementar zonas de recarga de acuíferos que permitan que el agua de lluvia o superficial se infiltre en el suelo, recargando los acuíferos subterráneos.
	Construir zanjas de infiltración y estanques de retención que capturen el agua de lluvia y de escorrentía.
Estabilizar los suelos, reducir la erosión, mejorar la calidad del agua.	Realización de programas de plantación de vegetación nativa a lo largo de las riberas del río que permitan la filtración de contaminantes.
Proteger y aumentar la biodiversidad en los ecosistemas fluviales	Implementar medidas para la creación de reservas naturales y la protección de especies en peligro.
	Desarrollar planes de manejo y conservación de especies.
Prevenir la pérdida de tierra y la sedimentación en los cauces fluviales.	Promover prácticas agrícolas como el cultivo en terrazas, disminuyendo la velocidad del agua de escorrentía, permitiendo la absorción del agua y reduciendo el transporte de sedimentos hacia los cauces.
Estabilizar las márgenes del río y controlar la erosión.	Implementar técnicas de bioingeniería como el uso de estructuras vivas (plantas) y no vivas (rocas, geotextiles/geomembranas es decir mallas compuestas por fibras sintéticas).
Mantener la profundidad del agua y mejorar la calidad del hábitat.	Implementar técnicas para gestionar la acumulación de sedimentos en el cauce, como la draga selectiva o la reubicación de sedimentos.
Restaurar el flujo natural del agua	Eliminar o modificar presas, diques y otros obstáculos artificiales permitiendo el movimiento de especies acuáticas y el mejoramiento de la distribución de sedimentos.
Coadyuvar a la conectividad ecológica.	Crear corredores fluviales favoreciendo el movimiento libre de la fauna entre diferentes hábitats acuáticos y terrestres.
Mitigar los efectos por exceso de agua de lluvias intensas.	Construir humedales y áreas de inundación controlada que permitan la retención de excesos de agua durante lluvias intensas.
Promover la participación de las comunidades locales	Desarrollar talleres, cursos, pláticas y/o encuentros de educación y sensibilización a la población y a sectores específicos (industria, agricultura) sobre la importancia de reducir la contaminación del agua.

Objetivos estratégicos	Estrategias
	<p>Organizar talleres educativos y programas de formación dirigidos a diferentes grupos de la comunidad, incluidos estudiantes, agricultores, empresas, servidores públicos de los tres niveles de gobierno y al público general, enfocándose en la importancia de los ríos y sus ecosistemas, las fuentes y efectos de la contaminación fluvial, y las prácticas sostenibles para la conservación del agua⁵.</p>
	<p>Desarrollar campañas de sensibilización que utilicen diversos medios de comunicación, como redes sociales, folletos, exposiciones y eventos públicos, para difundir mensajes sobre la importancia del saneamiento de cauces fluviales y la preservación de los recursos hídricos. Estas campañas pueden destacar historias de éxito locales y mostrar cómo las acciones individuales y colectivas contribuyen a la mejora del medio ambiente.</p>
	<p>Organizar y promover proyectos de restauración y limpieza de ríos con participación comunitaria. Estas actividades pueden incluir la plantación de vegetación ribereña, la remoción de residuos y barreras en los cauces, y la construcción de pequeñas infraestructuras para el control de la erosión. Estos proyectos fomentan el sentido de pertenencia y responsabilidad hacia los recursos naturales locales.</p>
	<p>Apoyar la creación de grupos o comités de acción local que representen a la comunidad en las iniciativas de saneamiento fluvial. Estos grupos pueden actuar como enlaces entre la comunidad, las autoridades ambientales y otros actores, facilitando la comunicación y coordinación de esfuerzos.</p>
	<p>Colaborar con instituciones educativas para integrar temas de conservación de cauces fluviales y gestión de recursos hídricos en los planes de estudio. Esto asegura que las futuras generaciones crezcan con una mayor conciencia y conocimiento sobre la importancia del agua y la sostenibilidad ambiental.</p> <p>La implementación efectiva de la participación comunitaria y la educación ambiental requiere un enfoque inclusivo y adaptativo que considere las características culturales, sociales y económicas de cada comunidad. A través de estas estrategias, es posible construir una base sólida de apoyo y colaboración local para los proyectos de saneamiento de cauces fluviales, contribuyendo significativamente a la conservación de los recursos hídricos y la mejora de la calidad del agua.</p>

Fuente. Elaboración propia con base en diversos documentos, entre ellos el Programa Nacional Hídrico 2020-2024.

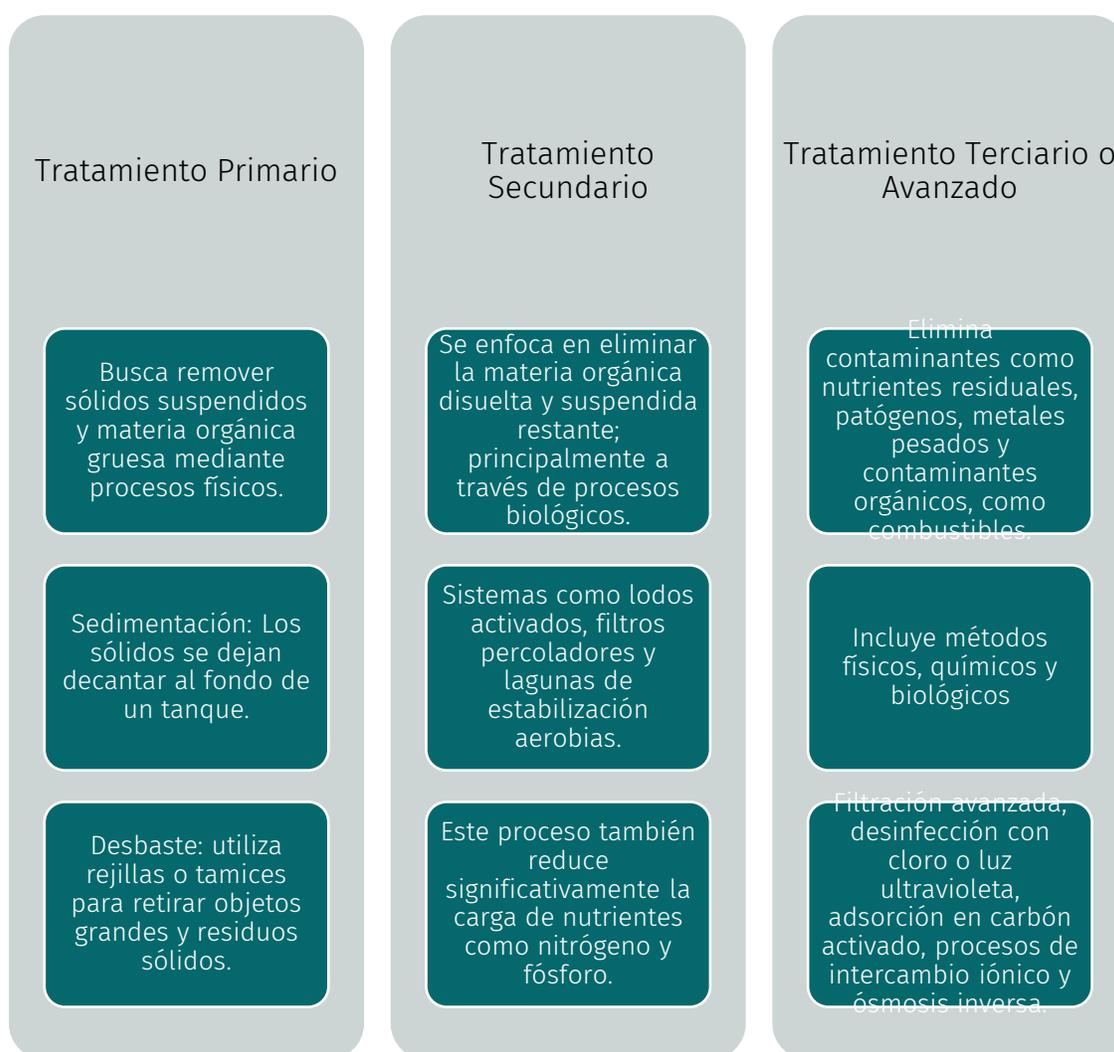
⁵ La inclusión de material didáctico interactivo y experiencias prácticas aumenta el interés y la retención de conocimientos.

De forma particular, se realizan algunas precisiones de las estrategias para el saneamiento de cauces fluviales.

Sistemas para el tratamiento de aguas residuales

Existen varios tipos de sistemas de tratamiento de aguas residuales, cada uno adecuado para diferentes tipos y grados de contaminación, y pueden clasificarse en primarios, secundarios y terciarios de acuerdo con la **Figura 14**.

Figura 14. Sistemas de tratamiento de aguas residuales.



Fuente. Elaboración propia con base en (Martín Fernández, 2008).

Los procesos de tratamiento generan lodos o biosólidos que requieren un manejo y tratamiento adicional antes de su disposición final o reutilización. Esto puede incluir la digestión anaerobia, el compostaje, el secado y la deshidratación, para reducir el volumen y la toxicidad de los lodos.

La elección del sistema de tratamiento adecuado depende de varios factores, incluidos el volumen y la composición de las aguas residuales, los requisitos de calidad del agua de descarga, las condiciones locales y los recursos disponibles. La implementación de sistemas efectivos para el tratamiento de aguas residuales es un componente esencial en la protección de los cauces fluviales y la gestión sostenible de los recursos hídricos.

3.4.2. PLANEACIÓN OPERATIVA

La **Planeación Operativa** es la herramienta que permite establecer las metas a corto plazo y que hacen operativas las estrategias (M. Armijo, 2011). El principal resultado de esta planeación es el **Plan de Acción**.

3.4.2.1. PLAN DE ACCIÓN

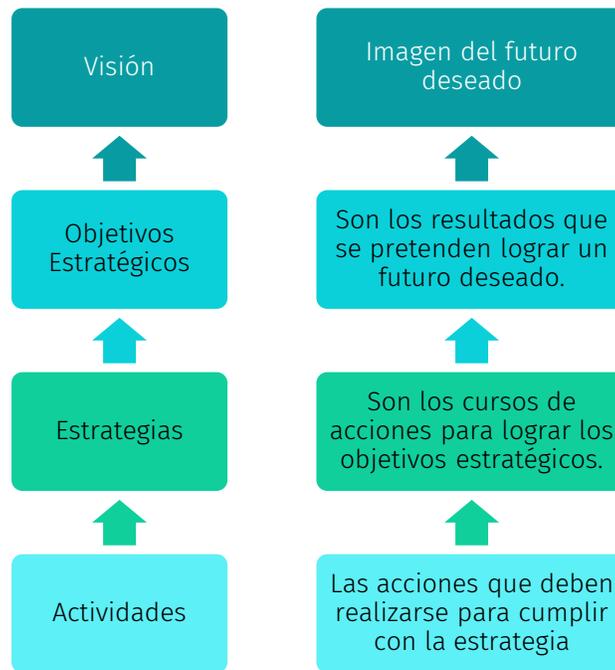
Recordemos que el **Plan de Acción** debe contemplar los siguientes elementos:

1. **Actividades.** Tareas ordenadas que deben realizarse para cumplir con cada estrategia.
 - a. **Responsables.** Personas físicas o morales del sector privado, público, social o académico responsable de la actividad.
 - b. **Plazos.** Tiempo máximo de ejecución de la actividad. Se debe ser específico en el tiempo y evitar usar términos ambiguos como corto, medio o largo plazo.
 - c. **Recursos.** Insumos mínimos necesarios para realizar las actividades. Pueden ser recursos humanos, materiales, financieros, presupuestales, tecnológicos u otros.

El Plan de Acción es el conjunto de actividades que detallan la alternativa elegida para desarrollar cada una de las estrategias y cierra la brecha entre la situación actual detectada en el Diagnóstico y la situación deseada determinada en la Visión. Esto se materializa de

la siguiente forma: realizando las actividades se concretarán las **Estrategias**, que a su vez permitirán el logro de dichos objetivos para finalmente alcanzar la **Visión** proyectada, lo cual se aprecia en la **Figura 15**.

Figura 15. Conexión entre la Planeación Operativa y la Planeación Estratégica.



Fuente. Elaboración propia.

Es importante destacar que por cada estrategia deberá establecerse un conjunto de actividades con sus respectivos responsables, plazos y recursos. Con esta información se podrá elaborar un cronograma que permita llevar el control del PSCF, el cual debe ser flexible y estar abierto a ajustes basados en la retroalimentación de los actores involucrados y demás condiciones ajenas a los CPL y el CC.

3.5. Análisis de Riesgos

Para realizar el análisis de riesgo debemos entender que el riesgo es un evento o condición incierta con los efectos que describe la **Figura 16**:

Figura 16. El riesgo y sus efectos.



Fuente. Elaboración propia

Recordemos que el análisis de riesgos está dirigido a eventos fuera del control del PSCF, resultado de la acción u omisión de un tercero o un evento de la naturaleza, cuyos efectos pueden afectar el cumplimiento de sus objetivos y se utiliza para determinar posibles causas y qué consecuencias podrían ocasionar en los resultados esperados del PSCF. La identificación y análisis de riesgo ofrece información a los tomadores de decisiones para:

- Implementar acciones preventivas que reduzcan los riesgos negativos.
- Implementar acciones que amplifiquen los riesgos positivos.

Para el análisis de riesgos se recomienda utilizar las siguientes metodologías y enfoques para identificar, evaluar y atender los posibles riesgos que puedan impactar negativa o positivamente el PSCF (**Figura 17**):

Figura 17. Enfoques y metodologías para identificar riesgos.



Fuente. Elaboración propia.

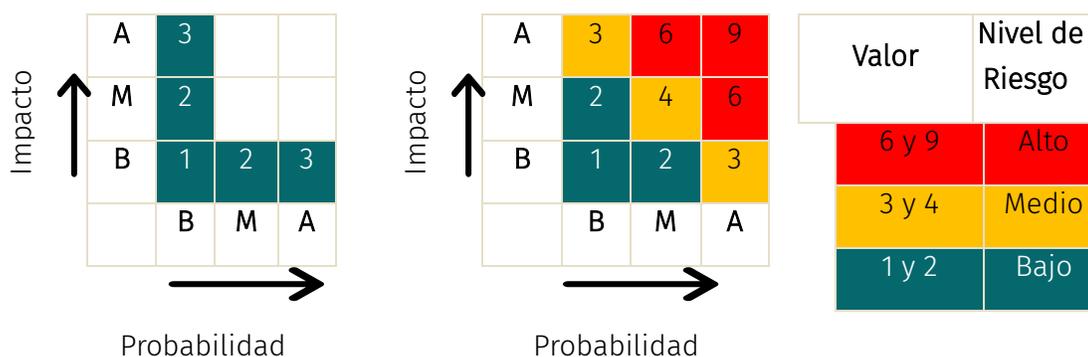
3.5.1. MATRIZ DE RIESGOS

Tomando en consideración que la matriz de riesgos es un formato que permite capturar, además de la información más relevante de los riesgos identificados y evaluarlos según su nivel de impacto y probabilidad de ocurrencia, las estrategias para su atención. Por ello, además de retomar lo del Manual para el Diseño de Herramientas de Monitoreo y Evaluación para los CPL y el CCCO se retomarán resumidamente los temas de medición y de estrategias para mitigar los riesgos.

3.5.2. MEDICIÓN O ESCALA

La determinación de la probabilidad y el impacto se establece a través de una simple escala de tres niveles, Bajo, Medio y Alto, en dónde cada nivel tiene un valor asignado entre 1 y 3, de acuerdo con nuestra estimación. El nivel de riesgo se determina multiplicando el valor del impacto por el de la probabilidad, esto lo podemos observar en la figura 7.

Figura 18. Determinación del nivel de riesgos.



Fuente. Elaboración propia con base en (Siles & Mondelo, 2015).

3.5.3. ESTRATEGIAS DE ATENCIÓN

La planificación de la respuesta a los riesgos es el proceso por el cual se desarrollan alternativas y se definen acciones para disminuir el impacto y/o la probabilidad de ocurrencia de las amenazas y para aumentar el impacto y/o la probabilidad de ocurrencia de las oportunidades. Las respuestas tienen que ser equivalentes con la importancia del riesgo, aplicadas en el momento adecuado, realistas, acordadas por todas las partes implicadas y que sus beneficios sean mayores a sus costos, ver **Tabla 4**.

Tabla 4. Estrategias de atención.

Tipo de Riesgo	Nivel de Evaluación		
	Bajo	Medio	Alto
Negativo	Aceptar: No tomar ninguna medida a menos de que el riesgo suceda. Esta estrategia se da cuando no es viable o rentable abordar el riesgo de otra manera.	Mitigar: Disminuir la probabilidad y/o impacto de que se produzca el riesgo.	Evitar: Realizar cambios en el programa para eliminar el riesgo. Esto puede implicar cambios en el Programa para eliminar la amenaza.
Positivo	Aceptar: Aprovechar la oportunidad cuando se presente.	Potenciar: Aumentar la probabilidad y/o el impacto de ocurrencia.	Aprovechar: Sacar el mayor provecho de la oportunidad.

Fuente. Elaboración propia con base en (Siles & Mondelo, 2015, p. 88).

En el Anexo 1 se adjunta el formato de matriz de riesgos.

3.6. Colaboración entre actores

El análisis de actores es fundamental para comprender los intereses, expectativas y preocupaciones de distintos grupos y personas y cómo estos pueden ser afectados o beneficiarios por las actividades previstas en el PSCF. Al entender sus posturas y visibilizarlos alcanzar distintos beneficios (Figura 19).

Figura 19. Beneficios de la colaboración entre actores.



Fuente. Elaboración propia.

Incluir a **distintos actores**, sobre todo a la comunidad, desde el inicio del diseño del PSCF **fomenta un sentido de propiedad y responsabilidad compartida**, aumentando el compromiso, apoyo y las posibilidades de éxito. Pero sobre todo promueve la participación social y la concientización en materia ambiental. Los actores van desde las comunidades locales, autoridades gubernamentales, ONG, empresas privadas, grupos indígenas, agricultores y académicos.

Los actores en ocasiones poseen conocimientos valiosos sobre el área local, tienen la capacidad de movilizar recursos y comunidades, y pueden jugar un papel primordial en el

diseño, implementación y monitoreo del PSCF. Hay que recordar que la colaboración de actores conlleva la identificación, clasificación, caracterización y ponderación. Algunas alternativas posteriores a esta primera etapa para fortalecer las alianzas son los mecanismos de colaboración, algunos ejemplos se muestran en la **Figura 20**:

Figura 20. Mecanismos de colaboración con los actores relacionados con la cuenca.



Fuente. Elaboración propia.

Por su parte, en la

Figura 21, se recomiendan acciones específicas para lograr los mejores resultados con los actores identificados.

Figura 21. Acciones para mejorar los resultados con los actores involucrados.



Fuente. Elaboración propia.

3.7. Monitoreo y Evaluación

El PSCF podrá ser monitoreado y evaluado a través de indicadores a fin de medir el progreso y los resultados obtenidos, proporcionando una base objetiva para evaluar la efectividad de las acciones implementadas por el plan. Cabe señalar que el monitoreo y evaluación generan información para identificar desafíos y brechas durante la ejecución del plan para tomar decisiones informadas y realizar ajustes necesarios para mejorar o corregir el PSCF. Se reiteran las diferencias del monitoreo y evaluación conforme a la **Tabla 5**.

Tabla 5. Diferencias entre Monitoreo y Evaluación.

	Monitoreo	Evaluación
¿Qué es?	Recopilación continua y permanente de datos de los Indicadores en periodos cortos de tiempo.	Análisis profundo y reflexivo de los datos recopilados en periodos largos de tiempo sobre la ejecución, la eficiencia, la efectividad, los procesos, los resultados (o el impacto) del PSCF.
¿Cuál es el objetivo?	Medir el progreso o avances.	Medir los resultados obtenidos.
¿Cuándo se hace?	Durante toda la etapa de ejecución del PSCF.	Durante las etapas de ejecución, conclusión y posterior a la conclusión del PSCF.
¿Para qué?	Identificar tendencias, debilidades, problemas, logros y tomar decisiones y medidas correctivas basadas en datos.	Evaluar el desempeño y la efectividad del PSCF en función de los objetivos establecidos.
¿Cuáles son sus beneficios?	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar el seguimiento de la gestión. Proveer de información para optimizar la toma de decisiones. Facilitar la retroalimentación entre los involucrados en el PSCF. 	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar la evaluación de resultados. Contribuir a la rendición de cuentas. Facilitar la generación de informes y la gestión de recursos.

Fuente. Elaboración propia con base en (Ortegón et al., 2015).

En la **Tabla 6**, se retoma la relación entre el Monitoreo y la Evaluación con respecto a los indicadores con la finalidad de mostrar que elementos del PSCF serán medidos y verificados a través de la matriz de indicadores.

Tabla 6. Ubicación del Monitoreo y la Evaluación en el proceso de planeación.

Análisis	Monitoreo / Avances			Evaluación / Resultados	
Planeación	Actividades		Estrategias	Objetivos Estratégicos	Visión
Cadena de valor	Insumos	Procesos	Productos intermedios	Producto final / Objetivos	
Desempeño	Cómo sabemos que llegamos		Cómo podemos llegar	Dónde queremos llegar	
Indicadores	Indicadores nivel intermedio / operativos			Indicadores nivel final / estratégicos	

Fuente. Elaboración propia.

En el caso concreto del PSCF lo que se monitoreará y evaluará estará en función de los objetivos estratégicos y estrategias que cada plan establezca. Sin embargo, para el saneamiento de cauces fluviales existen algunos puntos que los CPL y el CC pueden considerar incluir como la **calidad del agua** especialmente en relación con el impacto de diversas fuentes de contaminación y la efectividad de las medidas de saneamiento implementadas para detectar cambios o tendencias a lo largo del tiempo.

Otro aspecto es el monitoreo y evaluación de la salud de los ecosistemas acuáticos, cuyos resultados proporcionan información sobre el impacto de la contaminación y las intervenciones de saneamiento en la biodiversidad.

La frecuencia del monitoreo y demás aspectos a considerar se establecen en la matriz de indicadores en el Anexo 2 de este Manual. La matriz de indicadores deberá ser compartida a los actores involucrados para transparentar el desarrollo del plan y fomentar la participación comunitaria.

Para entender la efectividad de las medidas implementadas, identificar áreas de mejora y asegurar la gestión sostenible de los recursos hídricos, es necesario efectuar estos procesos, que permiten recopilar datos valiosos sobre la calidad del agua, la salud de los ecosistemas y el impacto social y económico de las intervenciones. Tomando en cuenta lo visto en el Manual Diseño de herramientas de monitoreo y evaluación para los CPL y el CCCO (TEGARD, 2023), los tipos de evaluación que se pueden implementar y que se representan en la **Figura 22** son:

- Evaluación Formativa. Se lleva a cabo en la etapa de ejecución del proyecto para guiar su mejoramiento, busca la retroalimentación para mejorar el producto final.
- Evaluación Sumativa. Se lleva a cabo en las etapas de conclusión del proyecto y posterior a ésta para analizar conclusiones y sus aspectos críticos y/o para mejorar futuros proyectos.

Figura 22. Monitoreo y Evaluación de acuerdo a las etapas de un proyecto.



Fuente. Tomado del Manual “Diseño de herramientas de monitoreo y evaluación para los CPL y el CCCO” (TEGARD, 2023) a partir de (Ortegon, 2015).

Este enfoque evalúa el impacto de los proyectos de saneamiento de los cauces en las comunidades locales, considerando factores como la salud pública, el acceso al agua, la satisfacción de los usuarios, el desarrollo económico y el turismo. A través de encuestas, entrevistas y análisis de datos socioeconómicos, se puede medir el éxito de las intervenciones desde la perspectiva de los beneficios sociales y económicos.

Por su parte, el monitoreo solo se lleva a cabo durante la implementación del proyecto. Posterior a esta etapa, no tiene sentido, ya que, aunque serviría de retroalimentación, ya no se podría corregir nada.

Entre los tipos de evaluación, a continuación, se presentan ejemplos específicos:

1. Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA)

Las EIA son estudios detallados realizados antes de iniciar proyectos de saneamiento para predecir sus impactos ambientales. Incluyen la evaluación de alternativas, la identificación de impactos potenciales y la propuesta de medidas de mitigación. Las EIA son herramientas clave para la planificación responsable y la toma de decisiones informada.

2. Auditorías Ambientales

Las auditorías ambientales se realizan para evaluar el cumplimiento de los proyectos de saneamiento con la legislación ambiental, las políticas internas y los compromisos voluntarios. Estas auditorías pueden ayudar a identificar áreas de no conformidad, riesgos potenciales y oportunidades para mejorar las prácticas de gestión ambiental.

3. Evaluaciones de Sostenibilidad

Estas evaluaciones buscan medir el desempeño de los proyectos de saneamiento en términos de sostenibilidad, considerando aspectos ambientales, sociales y económicos. Se enfocan en la capacidad de las intervenciones para satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas.

4. Análisis de Costo-Beneficio

Este tipo de evaluación compara los costos de implementación de las intervenciones de saneamiento con los beneficios esperados, incluyendo mejoras en la calidad del agua, protección de la biodiversidad, beneficios para la salud pública y ahorros económicos. Ayuda a determinar la viabilidad económica y la eficiencia de las diferentes opciones de manejo.

Implementar una combinación de estos tipos de monitoreo y evaluación permite obtener una comprensión integral del estado de los cauces fluviales y la efectividad de las estrategias de saneamiento, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia para la gestión sostenible de los recursos hídricos.

Dentro de los ejemplos de monitoreo, se presenta:

1. Programas de Monitoreo Participativo

Involucrar a los miembros de la comunidad en programas de monitoreo participativo de la calidad del agua y la salud de los ecosistemas fluviales. Esto puede proporcionar datos valiosos para los esfuerzos de conservación, empoderando a los ciudadanos al hacerlos parte activa del proceso de gestión ambiental.

3.7.1. Indicadores y Metas

Derivado de la sección anterior es importante reiterar que los **indicadores** identifican lo que será medido y las metas asociadas a dichos indicadores representan lo que esperamos obtener como desempeño ya sean avances o resultados. Al igual que los objetivos, estrategias, los **indicadores** deben ser específicos/claros, medibles, alcanzables, relevantes y enmarcarse en un tiempo.

Por lo que corresponde a las **metas**, se reitera que son la expresión concreta y cuantificable de los logros que se pretenden alcanzar, indica el sentido esperado de los resultados del **indicador**:

- Ascendente. La meta esperada es mayor que la línea de base (limpieza, cobertura, conciencia).
- Descendente. La meta esperada es menor a la línea base (generación, contaminación, mortalidad).
- Binario. Utilizado para el nivel de actividades para constatar un cumplimiento ¿se instaló el equipamiento sí o no?

Para el seguimiento y evaluación efectivos del saneamiento de cauces fluviales, se pueden emplear diversos indicadores que reflejen tanto la mejora en la calidad del agua y la salud de los ecosistemas acuáticos como el impacto socioeconómico de las intervenciones. Estos indicadores ayudan a medir el progreso hacia los objetivos establecidos, facilitan la toma de decisiones informada y permiten ajustar las estrategias de gestión según sea necesario. Algunos de los indicadores más relevantes incluyen:

Indicadores de Calidad del agua

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**. Mide la cantidad de oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica en el agua. Una disminución en la DBO indica una mejora en la calidad del agua.
- **Nitratos y Fosfatos**. Niveles de nutrientes que, en exceso, pueden causar eutrofización. Su reducción es indicativa de una mejora en el manejo de la contaminación por nutrientes.

- **Coliformes Fecales.** Indican la presencia de patógenos y una potencial contaminación fecal. Una reducción en su concentración señala mejoras en la salud pública y la calidad del agua.
- **Concentración de Metales Pesados.** Refleja la contaminación por actividades industriales y agrícolas. La disminución de estos niveles es un indicador positivo de la reducción de la contaminación tóxica.
- **Nitrógeno Total.** Se puede medir el resultado de la restauración de ecosistemas, como la construcción de humedales artificiales que depuren el agua al remover exceso de nutrientes, patógenos y otros contaminantes.

Indicadores Biológicos

- **Índice de Biodiversidad.** Mide la diversidad y abundancia de especies en el cauce fluvial. Un aumento en la Biodiversidad indica una mejora en la salud del ecosistema.
- **Presencia de Especies Indicadoras.** Algunas especies son sensibles a cambios específicos en la calidad del agua. Su presencia o ausencia puede ser un indicador de las condiciones del agua.

Indicadores Físicos

- **Erosión y Sedimentación.** Medidas de la estabilidad de las riberas y la acumulación de sedimentos en el cauce. La reducción de la Erosión y la Sedimentación indica una mejora en la gestión del suelo y la calidad del agua.
- **Caudal.** Variaciones en el caudal pueden indicar cambios en la gestión del agua en la cuenca. Un régimen de caudales más natural sugiere una mejora en la gestión integral de la cuenca.

Indicadores Socioeconómicos

- **Acceso al Agua Limpia y Segura.** Mejoras en el acceso indican un impacto positivo en la salud y el bienestar de las comunidades locales.
- **Fuentes mejoradas de la Calidad del Agua.** Se refiere al acceso a las fuentes de agua potable mejorada. No se comparan los años. Se comparan las tomas mejoradas

(tubería, pozo cubierto, etc.) y libres de contaminación fecal o química. Se espera que cada año hubiera mejoras respecto al anterior, hasta alcanzar la meta fijada.

- **Percepción Pública y Satisfacción.** Encuestas y entrevistas pueden revelar la percepción de la comunidad sobre la calidad del agua y las intervenciones de saneamiento.
- **Impacto Económico.** Cambios en los ingresos locales o en la actividad económica relacionada con el agua (como el turismo o la pesca) pueden indicar el impacto económico de las intervenciones de saneamiento.

Indicadores de Gestión y Participación

- **Cumplimiento de Normativas.** El grado de cumplimiento con las regulaciones locales e internacionales sobre la calidad del agua.
- **Iniciativas de Participación Comunitaria.** El número y tipo de actividades participativas implementadas, como proyectos de monitoreo ciudadano o programas de educación ambiental.
- **Participación comunitaria en la gestión del agua.** El porcentaje de unidades administrativas locales (según las define el gobierno Federal) que han establecido políticas y procedimientos operativos mediante los cuales los individuos y las comunidades pueden participar en la toma de decisiones sobre la gestión del agua y el saneamiento.

La selección de indicadores debe basarse en los objetivos específicos del proyecto de saneamiento, la disponibilidad de datos y la capacidad para realizar mediciones y análisis. Una combinación equilibrada de estos indicadores proporcionará una visión comprensiva del progreso y efectividad de las estrategias de saneamiento de cauces fluviales. En el Anexo 3 se puede consultar una matriz de indicadores con algunos ejemplos desarrollados.

3.7.2. Reportes

En el contexto de un plan estratégico de saneamiento de cauces fluviales, el desarrollo de reportes regulares y la realización de ajustes necesarios son fundamentales para garantizar

la efectividad y adaptabilidad del plan a lo largo del tiempo. Estos componentes permiten monitorear el progreso, evaluar el impacto de las intervenciones, y responder de manera proactiva a nuevos desafíos o cambios en las condiciones ambientales o sociales. La importancia de estos elementos y de los tipos de reportes básicos que se deben generar facilitan la identificación de procesos importantes tales como:

- **El Monitoreo Continuo.** Los reportes regulares proporcionan una base para el monitoreo continuo del progreso hacia los objetivos establecidos, permitiendo identificar tempranamente cualquier desviación o retraso en la implementación de las acciones planeadas.
- **Evaluación de Efectividad.** Facilitan la evaluación de la efectividad de las intervenciones de saneamiento, ayudando a determinar si las estrategias implementadas están logrando los resultados esperados en términos de mejora de la calidad del agua y la salud de los ecosistemas.
- **Identificación de Problemas y Oportunidades.** A través de los reportes, es posible identificar problemas emergentes, áreas de preocupación y oportunidades para mejorar o expandir las acciones de saneamiento, permitiendo una gestión más dinámica y adaptativa.
- **Comunicación y Transparencia.** Los reportes regulares sirven como herramienta de comunicación con las partes interesadas, incluidas las autoridades reguladoras, las comunidades locales, las ONG y otros actores relevantes, promoviendo la transparencia y fomentando la confianza y la colaboración.
- **Base para Ajustes y Mejoras.** Proporcionan la información necesaria para realizar ajustes y mejoras en el plan, asegurando que las estrategias de saneamiento permanezcan relevantes y efectivas ante cambios en las condiciones ambientales, sociales o tecnológicas.

Tipos de Reportes Básicos

- **Reportes de Avance.** Incluyen actualizaciones periódicas sobre el estado de implementación de las diferentes acciones y proyectos dentro del plan de saneamiento, destacando logros, retos y desviaciones respecto a los cronogramas y objetivos planificados.

- **Reportes de Calidad del agua.** Resumen los resultados del monitoreo de la calidad del agua, comparando los datos recopilados con los estándares de calidad y objetivos específicos del plan, e identificando tendencias a lo largo del tiempo.
- **Informes de Impacto Ambiental y Social.** Evalúan el impacto de las intervenciones de saneamiento en los ecosistemas locales y las comunidades, incluyendo mejoras en la Biodiversidad, la salud pública y el bienestar socioeconómico.
- **Evaluaciones de Cumplimiento.** Verifican el cumplimiento de las acciones de saneamiento con las regulaciones ambientales aplicables y los compromisos voluntarios, identificando áreas de no conformidad y recomendando acciones correctivas.
- **Documentos de Revisión y Ajuste del Plan.** Basados en los hallazgos de los reportes anteriores, estos documentos proponen ajustes estratégicos al plan de saneamiento, incluyendo la introducción de nuevas acciones, la modificación de objetivos o la reasignación de recursos.

La generación regular de estos reportes y la disposición para ajustar el plan según sea necesario son esenciales para una gestión eficaz y sostenible del saneamiento de cauces fluviales, asegurando que las intervenciones se mantengan alineadas con las necesidades del ecosistema y la comunidad.

3.8. BIBLIOGRAFÍA, GLOSARIO Y ANEXOS

Es recomendable que el PSCF cuente con la bibliografía que sustente la información utilizada principalmente para el diagnóstico en cuanto a la caracterización, identificación de fuentes contaminantes y evaluación de la situación actual. Por su parte el glosario, resulta importante ya que da claridad de comunicación, evita mal entendidos facilita la capacitación y aprendizaje y es una herramienta de referencia rápida y útil. Por ultimo los anexos constituirán un medio de prueba de la información contenida en el PSCF respaldando y detallando, en su caso, información técnica específica

4. CONCLUSIÓN

El futuro del saneamiento de cauces fluviales se vislumbra como un horizonte de transformación integral, donde convergen diversos aspectos fundamentales para garantizar la sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos y la disponibilidad de agua limpia para las generaciones venideras. En este contexto, la GIRH emerge como un enfoque central, destacando la necesidad de coordinación entre múltiples actores, tanto gubernamentales como de la sociedad civil y el sector privado. Este enfoque holístico reconoce la interconexión de los sistemas fluviales y promueve una gestión que trasciende las fronteras políticas y administrativas, enfocándose en las cuencas hidrográficas como unidades de gestión.

Una de las principales características de esta visión futura es la adopción de tecnologías innovadoras y sostenibles. Desde soluciones basadas en la naturaleza, como humedales artificiales y bioingeniería de riberas, hasta tecnologías avanzadas de tratamiento de aguas residuales y monitoreo en tiempo real de la calidad del agua, se busca implementar herramientas eficaces que promuevan la eficiente calidad del agua, restaurando y preservando los ecosistemas acuáticos en su conjunto.

Paralelamente, se reconoce la importancia de la participación comunitaria y el empoderamiento local en el proceso de toma de decisiones y la implementación de proyectos de saneamiento. El involucramiento activo de las comunidades locales fomenta una mayor conciencia ambiental, promoviendo la apropiación de las soluciones adoptadas y contribuye a la construcción de una cultura de conservación del agua.

Otro aspecto fundamental en esta visión de futuro es la resiliencia y adaptación al cambio climático. En un mundo donde los fenómenos climáticos extremos son cada vez más frecuentes, es crucial implementar estrategias que aumenten la capacidad de los ecosistemas y las comunidades humanas para enfrentar estos desafíos. Esto implica la implementación de prácticas de manejo de cuencas que mejoren la infiltración y retención de agua, reduzcan la vulnerabilidad a inundaciones y sequías, y preserven o restauren funciones ecológicas críticas.

Además, se anticipa un fortalecimiento de las políticas y legislaciones ambientales relacionadas con el agua, con un enfoque en el cumplimiento efectivo y la aplicación de principios de precaución y justicia ambiental. La cooperación internacional y el intercambio de conocimientos desempeñarán un papel crucial en el establecimiento de marcos regulatorios robustos y en la promoción de estándares comunes para la protección de los recursos hídricos.

Por último, la integración de principios de economía circular y sostenibilidad en la gestión del agua es fundamental para garantizar su uso eficiente y la minimización de impactos ambientales negativos. Promover la reutilización y el reciclaje de recursos hídricos, así como la reducción de desperdicios y contaminación, son aspectos clave para avanzar hacia una gestión del agua más sostenible y equitativa.

En resumen, la visión a futuro para el saneamiento de cauces fluviales abarca una amplia gama de aspectos, desde la gestión integrada de recursos hídricos hasta la participación comunitaria, la adaptación al cambio climático, el fortalecimiento de políticas y legislaciones ambientales, y la promoción de la economía circular. Este enfoque integrado y sostenible busca garantizar la disponibilidad de agua limpia y la salud de los ríos para las generaciones presentes y futuras, estableciendo así las bases para un futuro donde el desarrollo humano y la preservación del medio ambiente vayan de la mano.

BIBLIOGRAFÍA

- Abell, R., Asquit, N., Boccaletti, G., Bremer, L., Chapin, E., Erickson-Quiroz, A., Higgins, J., Johnson, J., Kang, S., Karres, N., Lehner, B., McDonald, Raeppele, J., Shemie, D., Simmons, E., Sridhar, A., Vigerstol, K., Vogl, A., & Wood, S. (2017). Beyond the Source: The Environmental, Economic and Community Benefits of Source Water Protection (p. 3 (20)) [Diagnóstico]. The Nature Conservancy,. <https://www.nature.org/en-us/what-we-do/our-insights/perspectives/a-natural-solution-to-water-security/>
- Arenas, D. (2022). Indicadores de desempeño de la gestión pública. Cepal.
- Armijo, M. (2011). Manual de Planificación Estratégica e Indicadores de Desempeño en el Sector Público. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5509/S2011156_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carmona Jiménez, J., Alcaraz Zubieda, G., Bojorgue García, M. G., & Collado Vides, L. (2012, julio). El gran desafío de los seres vivos en ecosistemas fluviales. *Ciencias*, 107-108, 66-75.
- Castro, V. A. R., Martínez, H. Q., Zabeh, M. H. B., & Rojas, C. S. (2004, octubre 10). Riesgos entomológicos asociados a aguas contaminadas. <https://www.semanticscholar.org/paper/Riesgos-entomol%C3%B3gicos-asociados-a-aguas-Castro-Mart%C3%ADnez/3944a184782acaed1840cbe9b1791baa0a6cb0af>
- Celi, J., Guerra, N., & Rodes, M. (2018). Guía Rápida para la Evaluación del Estado del los Ríos.
- Di Virgilio, M. M., & Solano, R. (2012). Monitoreo y evaluación de políticas, programas y proyectos sociales (1a ed.). CIPECC.
- DOF. (2023). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos . México.
- Dourojeanni R., A., Jouravlev, A. S., & Chávez, G. (2002). Gestión del agua a nivel de cuencas: Teoría y práctica. Naciones Unidas, CEPAL, Div. de Recursos Naturales e Infraestructura.
- FAO. (2018, mayo 2). La contaminación de los suelos está contaminando nuestro futuro. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1126977/>
- IMNC. (2020). Condiciones y Especificaciones Técnicas de Playa Platino. <https://playaplatino.com/wp-content/uploads/2021/07/DPP01-Condicion-de-Certificacion-Playa-Platino.pdf>
- Montoya-Moreno, Y., & Naranjo-Cardona, J. W. (2020). Efectos asociados al cambio del cauce del río San Lorenzo, el Carmen de Viboral-Antioquia. *Revista Politécnica*, 16(32), 120-128. <https://doi.org/10.33571/rpolitec.v16n32a11>
- OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano (p. 636) [Guía]. WHO.
- OMS. (2023, septiembre 13). Agua para consumo humano. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Ortegón, E., Pacheco, J. F., & Prieto, A. (2015). Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5607/S057518_es.pdf
- Paquete de Solución de Monitoreo y Evaluación (s. f.). Recuperado 27 de julio de 2023, de <https://rutasparafortalecer.org/wp-content/uploads/2021/04/9.-Paquete-de-Solucion-de-Monitoreo-y-Evaluacion.pdf>

Programa Nacional Hídrico 2020-2024 (2020).
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609188&fecha=30/12/2020#gsc.tab=0

Rojas Rueda, A., & Tzatchkov, V. G. (2022). Introducción a la Seguridad Hídrica. IMTA.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1985). Norma Oficial Mexicana NOM-AA-15-1985 "Protección al ambiente-contaminación del suelo - residuos sólidos municipales-muestreo-método de cuarteo". Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1985). Norma Oficial Mexicana NOM-AA-19-1985 "Protección al ambiente contaminación del suelo residuos sólidos municipales peso volumétrico «In Situ»". Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1992). Norma Mexicana NMX-AA-21-1985. "Protección al Ambiente-Contaminación Del Suelo - Residuos Sólidos Municipales - Determinación De Materia Orgánica". Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1992). Norma Mexicana NMX-AA-22-1985. Protección al Ambiente - Contaminación del Suelo - Residuos Sólidos Municipales -Selección y Cuantificación de Subproductos". Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial. (1992). Norma Mexicana NMX-AA-61-1985,Protección al Ambiente - Contaminación Del Suelo - Residuos Sólidos Municipales-Determinación de la Generación. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2013). Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. Diario Oficial de la Federación.

SEMARNAT (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos . Recuperado el 03 de 06 de 2023 <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>

SEMARNAT, & GIZ. (2006). Guía para la Elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos.

SHCP. (2015). Glosario de métodos de cálculo para indicadores. https://www.transparenciapresupuestaria.gob.mx/work/models/PTP/Capacitacion/glosario_formulas_2015.pdf

Siles, R., & Mondelo, E. (2015). Gestión de proyectos de Desarrollo. BID-INDES.

UN. (2023). E-Handbook on Sustainable Development Goals Indicators—Indicator 6.1.1. (UN Statistics Wiki, p. 170 (de 362)) [Guía]. UN. <https://unstats.un.org/wiki/display/SDGeHandbook/Home>