

**Los efectos de las descargas de aguas residuales industriales
en Ensenada, B. C., México: entre la normativa y la autorregulación****The Effects of the Discharge of Industrial Wastewater
in Ensenada, B. C. Mexico: Between Regulation and Self-Regulation**Ritter de Jesús De Basabe Ibarra¹ y Patricia Rivera-Castañeda²

RESUMEN

La gestión que se efectúa en el sector industrial para la descarga de sus aguas residuales es un proceso poco comprendido. Desde una perspectiva crítica de economía ambiental, en el presente trabajo se analizan los procedimientos regulatorios que sigue la industria en Ensenada, Baja California. Mediante una metodología mixta, se revisan datos hemerográficos y estadísticos, se realizan entrevistas semiestructuradas con actores clave y un monitoreo preliminar del agua en la bahía de dicha localidad. Los hallazgos demuestran una interrelación entre la gestión del agua residual industrial y doméstica, donde las industrias priorizan los trámites administrativos para obtener los permisos de descarga, sin cumplir con la calidad reglamentaria del agua descargada. Esto revela que la autorregulación y el convenio son herramientas insuficientes para enfrentar la contaminación costera, lo que limita la obtención de beneficios recreativos y económicos para el área de estudio y pone en riesgo la salud pública.

Palabras clave: 1. gestión industrial, 2. contaminación marina, 3. legislación ambiental, 4. calidad del agua, 5. aguas residuales.

ABSTRACT

The management of wastewater discharge by the industrial sector is a poorly understood process. From a critical environmental economics perspective, this study analyzes the regulatory procedures followed by industry in Ensenada, Baja California. Using a mixed-methods approach, the study reviews newspaper and statistical data, conducts semi-structured interviews with key stakeholders, and performs preliminary water monitoring in the bay of this city. The findings demonstrate an interrelationship between industrial and domestic wastewater management, where industries prioritize administrative procedures to obtain discharge permits without complying with regulatory quality standards for the discharged water. This reveals that self-regulation and agreements are insufficient tools to address the reality of coastal pollution, limiting the realization of recreational and economic benefits for the study area and jeopardizing public health.

Keywords: 1. industrial management, 2. marine pollution, 3. environmental legislation, 4. water quality, 5. sewage.

Recepción: 12 de junio, 2024

Aceptación: 17 de octubre, 2024

Publicación web: 30 de diciembre, 2025

¹ Universidad Autónoma de Baja California (<https://ror.org/05xwcq167>), ritter.basabe@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-2081-6933>

² (Autora de correspondencia) El Colegio de la Frontera Norte (<https://ror.org/04hft8h57>), rivera@colef.mx, <https://orcid.org/0000-0002-5462-4690>



INTRODUCCIÓN

La gestión de agua se debería asumir como un ciclo donde la provisión de agua potable y su descarga como agua residual son parte de un mismo recurso (Montesillo-Cedillo, 2021), una relación equivalente. Sin embargo, en la realidad, las aguas residuales y sus efectos son un aspecto poco visible y no redituable políticamente (Castro y Lacabana, 2005; Walteros y Ramírez, 2020), de ahí que, en parte, las brechas de información entre provisión de agua y saneamiento sean enormes. El discurso de abasto tiene generalmente un sentido positivo, y las cifras de avance son temas de promoción política de las instituciones gubernamentales cuando se alcanzan las metas de suministro propuestas en colonias o regiones, o para aumentar las estadísticas de cumplimiento de objetivos internacionales. Lo anterior no ocurre con el saneamiento,³ que, aunque puede presentar avances, siempre son limitados, siendo los argumentos más comunes el no contar con información exacta, así como restricciones económicas y técnicas de infraestructura, entre otros (Llanes *et al.*, 2022).

Si las dificultades se acentúan en el saneamiento del agua doméstica, la información y las cifras en el área de saneamiento del agua residual industrial son incluso más complejas. La información fluye entre la autoridad gubernamental y la empresa, lo que genera una impresión de hermetismo para el ciudadano común. El presente estudio se centra en el análisis del manejo de las aguas residuales industriales en Ensenada, Baja California, considerado el puerto comercial más importante de México en el Pacífico, cuyas actividades productivas predominantes –pesca y turismo– dependen en su mayoría de la conservación de los recursos marinos. Sin embargo, si bien esta población es reconocida internacionalmente en materia ambiental, es de destacar que en los últimos años ha tenido problemas recurrentes para cumplir la normativa de calidad de sus aguas residuales (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios [Cofepris], s.f.).

En Ensenada, las principales empresas se clasifican en servicios, industriales y acuacultura, de acuerdo con el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA, 2025). Sus descargas suponen un tercio del total de volumen de aguas residuales vertidas, mientras el resto lo conforman las aguas residuales domésticas. Además de lo que representa este volumen, el análisis del proceso de gestión de las aguas residuales industriales cobra prioridad si se piensa que los compuestos contaminantes suelen ser superiores a los del sector doméstico (WWAP, 2017). Para entender su dinámica, es necesario conocer la regulación de su gestión: normatividades, límites máximos permisibles (LMP), procedimientos para cumplimiento, generación de información, evaluaciones,

³ Es necesario acentuar que discursivamente el concepto de gestión de aguas residuales sí tiene avances en materia de un abordaje integral que incluye aspectos preventivos y usos posteriores. De acuerdo con el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP [por sus siglas en inglés], 2017, p. 177), esta «incluye la prevención o reducción de la contaminación en la fuente (en términos de la carga de contaminación y el volumen de aguas residuales producidas), la recolección y remoción contaminantes de las corrientes de aguas residuales (esto es tratamiento) y el uso beneficioso y/o la eliminación de aguas residuales tratadas y sus subproductos». No obstante, los datos estadísticos para comprobar los nuevos elementos son escasos.

los aspectos técnicos que interfieren, aspectos de calidad y concentraciones químicas de los residuos, y las capacidades administrativas de los actores involucrados en los procesos.

Por ello, desde la perspectiva de la economía ambiental (Sterner, 2007; Enríquez Andrade, 2008), se propone analizar los procedimientos regulatorios desde un enfoque crítico que permita cuestionar las herramientas de autorregulación y los incentivos económicos aplicados en el saneamiento de las aguas residuales industriales. Se ahonda en dos vertientes: una donde la autoridad federal –la Comisión Nacional del Agua (Conagua) a través del Registro Público de Derechos de Agua (Repda)– otorga los permisos de descarga y promueve una autorregulación individual de la empresa, y otro proceso más local, que incorpora a las pequeñas empresas que eligen al Organismo Operador de Agua (OOA), en este caso la Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE), que a través de un convenio de tratamiento conjunto se vuelve corresponsable con la empresa, al prestarle el servicio de tratamiento y monitoreo.

Al documentar y explicar el proceso de gestión, se plantea como objetivo específico describir el manejo de las aguas residuales industriales que se descargan en la bahía de Ensenada. El caso particular de esta población puede ser un referente de gestión a nivel nacional, que permite ilustrar mecanismos pensados más centralmente y evidenciar las repercusiones sociales en el caso de incumplimiento e impacto local, lo que permite también identificar posibles alternativas para la mejora de los procesos.

El artículo está compuesto por cuatro apartados: el primero expone un breve repaso de la gestión institucional del agua residual industrial y las principales críticas al Repda que muestran la necesidad del análisis; el segundo señala los aspectos metodológicos involucrados en el caso; el tercer apartado presenta las características de Ensenada y sus problemas de contaminación, los datos básicos de las descargas de aguas residuales industriales, y documenta los procedimientos de regulación de agua industrial en la localidad; el cuarto exhibe los cuatro elementos más relevantes del análisis del manejo del agua residual industrial; y, finalmente, se presentan unas breves conclusiones.

LA GESTIÓN DEL AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL

Instituciones, normas y convenios

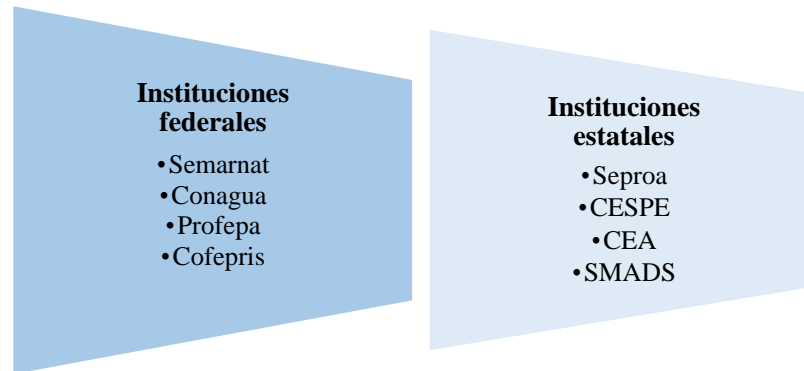
Los avances en la gestión del agua residual industrial por parte de las empresas, a través de las medidas de comando y control desarrolladas en la década de 1990, derivan del reconocimiento mundial de los problemas ambientales, cuya idea central era la protección ambiental y la contribución hacia un desarrollo sustentable. La consolidación de instituciones enfocadas a estos fines también representa un compromiso de las negociaciones del Tratado de Libre Comercio (ahora T-MEC), que incentivaron la gestión ambiental empresarial para fomentar la competitividad y el cumplimiento normativo, y que años más tarde también incorporarían la promoción de incentivos económicos para complementar la política ambiental.

Como parte de la cristalización de la política ambiental relativamente reciente del país, se conformó la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca –ahora Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat, 2022b)–, líder de la política nacional ambiental, y encargada de diseñar, planear, ejecutar y coordinar las políticas públicas en materia de recursos naturales, ecología, saneamiento ambiental, agua, pesca, y sustentabilidad urbana. En materia de agua, la Conagua, organismo administrativo desconcentrado de la Semarnat, es la institución de gobierno que administra, regula, controla y protege las aguas nacionales en México (Conagua, 2022a), y a través del Repda regula los derechos de los usuarios en materia de usos y descargas de agua. Esta institución tiene a su cargo tanto los permisos de descarga de las empresas como los de los OOA, en este caso de la CESPE (2025).

Otra autoridad federal involucrada en materia de agua es la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris), la cual se encarga de proteger a la población contra los riesgos a la salud provocados por el uso y consumo de bienes y servicios, insumos para la salud, así como por su exposición a factores ambientales y laborales; además, brinda atención cuando ocurren emergencias sanitarias y presta servicios de salud mediante la regulación, el control y la prevención de riesgos sanitarios (Cofepris, 2022). En materia de agua, esta institución efectúa monitoreos prevacunales en las playas más concurridas de México para asegurar la prevención de riesgos de la población. Finalmente, en el ámbito federal, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa) es la autoridad involucrada en los procesos de agua, cuya función es dar seguimiento a la aplicación de la legislación ambiental vigente y emitir las sanciones correspondientes (Profepa, 2022).

A nivel estatal, las instituciones involucradas en el proceso de gestión de agua residual industrial en Baja California son la Secretaría para el Manejo, Saneamiento y Protección del Agua (Seproa), la Comisión Estatal de Agua en Baja California (CEA), la CESPE, y la Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SMADS). La Seproa se encarga de diseñar y coordinar la política pública de la gestión de recursos hídricos en el estado (Seproa, 2022); por su parte, la CEA es un organismo paraestatal que administra la operación y mantenimiento de los acueductos intermunicipales y demás instalaciones complementarias que se encargan de la conducción y distribución del agua en bloque (CEA, 2024), mientras que la CESPE (2025) ofrece los servicios de agua potable y saneamiento a Ensenada. Finalmente, la SMADS aplica las disposiciones en materia de desarrollo sustentable, prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como la protección al ambiente del territorio (SMADS, 2024) (figura 1).

Figura 1. Instituciones involucradas en la gestión de agua residual industrial



Fuente: Elaboración propia con base en información de Semarnat (2022b), Conagua (2022a), Profepa (2022), Cofepris (2022), Seproa (2022), CEA (2024), CESPE (2022) y SMADS (2024).

La formación de instituciones dio paso a la formulación de leyes y reglamentos. A nivel federal, el derecho a tener un medio ambiente sano se encuentra reflejado en los artículos 1 y 4 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM, 1917), que son la base de la regulación ambiental. En referencia específica al cuidado de los recursos hídricos, se encuentran la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA, 1988) y la Ley de Aguas Nacionales (LAN, 2020) que promueven el control de los recursos hídricos y la prevención de la contaminación del agua.

Después de la publicación de la LGEEPA siguieron las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que guían el proceso de saneamiento a nivel nacional. En 2003, la NOM-001-SEMARNAT-1996 estableció los máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales (Semarnat, 2003a), y tras su modificación en 2021 (Semarnat, 2022a) tiene la particularidad de ser más exigente, al integrar toxicidad, color verdadero, temperatura y Demanda Química de Oxígeno (DQO) como métodos para medir la cantidad de residuos de origen industrial y homologar sus requerimientos a nivel internacional. Esta disposición se complementa con la NOM-002-SEMARNAT-1996, que señala los LMP de contaminantes en aguas residuales que se descargan al alcantarillado (Semarnat, 1998a).⁴ Por último se encuentran las Normas Mexicanas (NMX), documentos técnicos de consulta que señalan y facilitan el cumplimiento de las NOM: NMX-AA-004-SCFI-2013, NMX-AA-034-SCFI-2015 y NMX-AA-042-SCFI-2015 (Secretaría de Economía, 2013, 2016a, 2016b).

Estos avances en la normatividad fueron estimulados por distintos acuerdos internacionales a los que se suscribió México, y representan presiones que conllevan compromisos puntuales, como la Agenda 21 de 1992 –plan de acción no vinculante de las Naciones Unidas para promover el

⁴ Existen dos normas relativas al reúso y lodos (NOM-003-SEMARNAT-1997 y NOM-004-SEMARNAT-2002) que, aunque importantes en la materia, no son muy representativas en el análisis (Semarnat, 1998b, 2003b).

Desarrollo Sustentable– (Naciones Unidas, s.f.), y recientemente los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS) adheridos a la Agenda 2030. Estos últimos, en materia de agua, hacen referencia a la conservación de los mares, y en su objetivo 14 proponen el «conservar y utilizar los océanos, los mares y los recursos para el desarrollo sostenible» (Naciones Unidas, 2016, p. 35), mientras los objetivos 6 y 14 refieren la necesidad de garantizar y promover el agua limpia y el saneamiento, así como la protección de vida submarina.

Las instituciones, procedimientos legales y firma de acuerdos son parte de la política hídrica nacional, en específico la gestión del agua industrial, que muestran la existencia de una gestión tradicional basada principalmente en el cumplimiento de normas –regulación nacional–, apoyada y/o complementada con incentivos económicos, que surgen para asegurar el cumplimiento de los objetivos ambientales (Sterner, 2007). La base de estos incentivos se encuentra en el artículo 22 de la LGEEPA (1988), que los cataloga en los siguientes rubros: financieros, generalmente centrados en apoyos sociales para acceder a agua potable y saneamiento; fiscales, como los cobros de derechos; e instrumentos de mercado, como las concesiones, asignaciones y permisos.

Los incentivos financieros son comúnmente utilizados en los OOA como estímulos para permutar la deuda de la Conagua por incumplimiento por inversiones específicas.⁵ En el caso de Ensenada, su uso se ejemplificará con el convenio de colaboración que la CESPE realiza con las empresas a quienes cobra por efectuar el servicio de monitoreo y descarga de sus aguas residuales, que es el caso mejor documentado.

Principales críticas a la gestión del agua residual industrial

A nivel nacional existe un predominio de la política de otorgamiento de permisos de agua a nivel federal, a la que se acogen la mayor parte de las empresas, en especial las más grandes e importantes, situación que coincide con el caso de Ensenada. Este procedimiento, que efectúa Conagua a través del Repda, es cuestionado por diversos aspectos, entre los que destacan el deficiente análisis ambiental de los impactos, la centralización, la poca transparencia de acceso a la información, los tiempos en los procesos y los problemas de clasificación.

La principal crítica hacia este modelo es la deficiencia en la evaluación de las solicitudes por parte de la Conagua, lo que ha llevado a la asignación indiscriminada de derechos sin considerar de manera adecuada el impacto en el medio ambiente y en otros usuarios (Hatch-Kuri *et al.*, 2021), lo que genera desconfianza y animadversión hacia la institución. Una segunda crítica de los usuarios del Repda es la poca transparencia, ya que la falta de actualización y la ambigüedad en torno a los requisitos para la inscripción y modificación de los derechos de agua es cuestionable, lo cual genera incertidumbre y dificulta la gestión eficiente de los recursos hídricos (Jacobo-Marín, 2021; Villa Córdova, 2022; Corona Moreno y Cruz Rueda, 2023). En Ensenada, esta falta de

⁵ Por ejemplo, el Programa de Devolución de Derechos (Prodder) permite la devolución total de los derechos de uso de agua y saneamiento de los OOA con la condición de que se reinviertan en la mejora de la infraestructura hídrica, incluyendo los financiables con bonos verdes (Conagua, 2024).

transparencia y las dificultades de clasificación se ejemplifica con las categorías asignadas a los permisos de descarga de las distintas plantas de tratamiento del sistema local de la paraestatal CESPE, ya que algunas están catalogadas como servicios y otras como público urbano (Conagua, s.f.). Por otra parte, la planta desaladora que descarga salmuera de su proceso cuenta con dos categorías, una de servicios y otra industrial, lo que revela imprecisiones en los criterios de clasificación utilizados (Conagua, s.f.).

Aunado a los problemas de clasificación, se suma la lentitud en la gestión de los trámites relacionados con los derechos de agua. Dicho de otra manera, se hace necesario implementar medidas para agilizar los trámites y mejorar la comunicación con los usuarios del registro. Así, a pesar del avance normativo y de otros procesos establecidos para efectuar la gestión del agua residual, todavía prevalecen deficiencias profundas en los sistemas vigentes.

Por esta razón se analiza dicha problemática, ya que el tratamiento y reúso del agua va más allá de la intervención gobierno-empresa, e incorpora otros agentes vitales en esta interrelación. En otras palabras, en la búsqueda de una gestión sustentable de agua, sin un saneamiento y disposición adecuadas de las aguas residuales, no es posible cerrar el ciclo natural. De este modo, se pretende dar la pauta para entender que los problemas son complejos, y evidenciar las limitadas vías de comunicación entre autoridades y población relativas al uso de la información y la necesidad de mejorar la coordinación de acciones para evitar la contaminación del puerto.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Revisión secundaria

El trabajo tiene un enfoque metodológico mixto, cuantitativo y cualitativo. La parte de revisión de datos secundarios incluye estadísticas del Registro Público de Derechos de Agua (Repda) (Conagua, s.f.) sobre permisos de descarga tanto de aguas residuales domésticas como industriales, incluyendo volúmenes, sector y georreferenciación, y de la Cofepris (s.f.), de la cual se obtuvieron los monitoreos prevacacionales. La información de ambas instituciones fue complementada con solicitudes de datos a través del Instituto Nacional de Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales (CESPE, 2022; Conagua, 2022b).

También, se efectuó una revisión hemerográfica del período 2017-2022 en los periódicos de mayor impacto en Ensenada (*Zeta, El Vigía, La Jornada, Cadena Noticias, Milenio, El Sol de México, El Universal*), dado que los datos reportados por la Cofepris son limitados y se enfocan solo en las revisiones prevacacionales. En lo relativo al número de empresas con permisos de descarga que se integraron en el análisis, es necesario señalar que se seleccionaron 106 de un total de 139, que representan el 80 por ciento de la muestra de análisis, mientras el restante 20 por ciento se constituye por 26 empresas que solicitan efectuar el servicio de descarga a través de la CESPE mediante un convenio de tratamiento conjunto.

Entrevistas

Con relación a la información generada en campo, se aplicaron siete entrevistas semi estructuradas a actores clave, seleccionados por su experiencia y especialización, que oscilaron entre 45 y 60 minutos y fueron analizadas con la herramienta Atlas.Ti, versión 22. Cinco de las entrevistas se efectuaron a personal de la CESPE, destacando temáticamente los aspectos administrativos, operativos y financieros del proceso que sigue la industria para el tratamiento de sus aguas residuales, en especial el cumplimiento del convenio que realiza esta institución con las empresas (E1, comunicación personal, 14 de diciembre de 2021; E2, comunicación personal, 22 de diciembre de 2021; E3, comunicación personal, 8 de marzo de 2022; E6, comunicación personal, 11 de abril de 2022; E7, comunicación personal, 11 de abril de 2022).

Para complementar la información obtenida de manera local, se entrevistó a un funcionario de la Conagua, quien aclaró de manera muy puntual el proceso seguido a nivel federal, relativo a las obligaciones de los permisos, tanto en lo concerniente al cumplimiento de medidas como a los factores de autorregulación (E4, comunicación personal, 12 de marzo de 2022). Finalmente, la última entrevista se aplicó a personal técnico que efectúa la operación y el mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Campus Sauzal, por ser un actor local académico y del área de consultoría, involucrado en la gestión de las aguas residuales de tipo industrial, lo que permitió obtener información de los esfuerzos fuera del sector gubernamental (E5, comunicación personal, 29 de marzo de 2022).

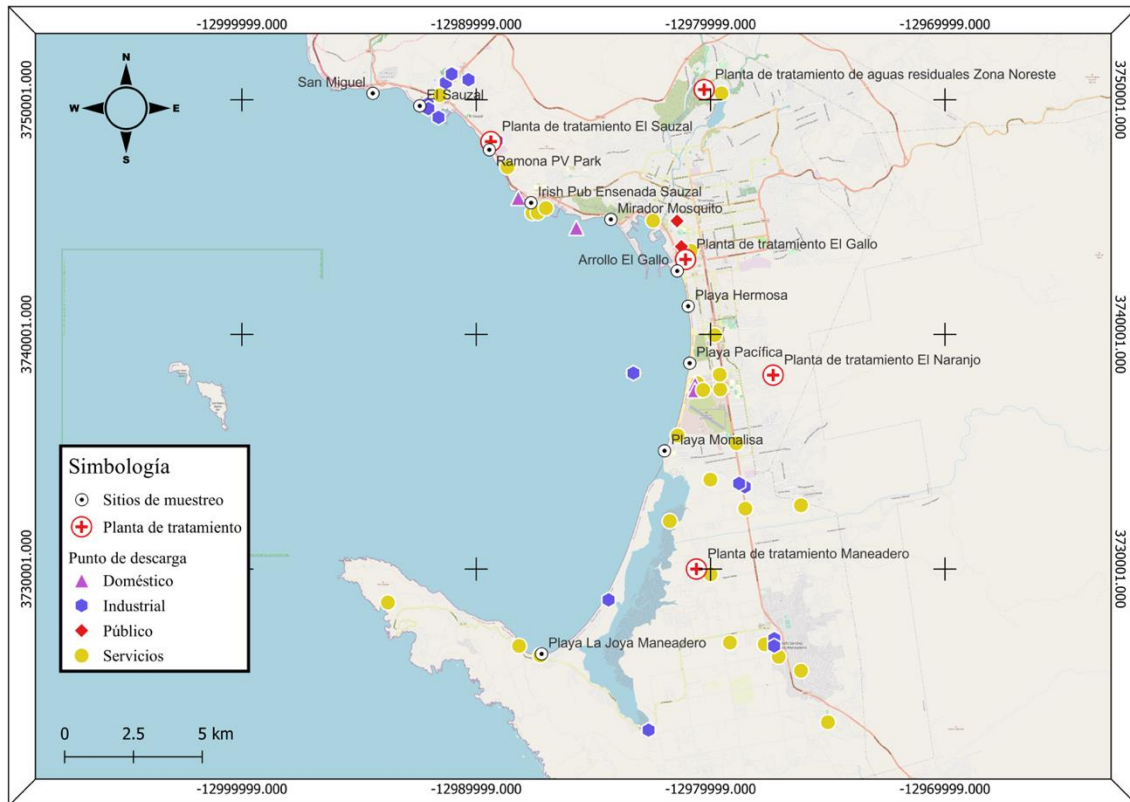
Análisis de muestreo y laboratorio

Para complementar la información, y como parte del trabajo de campo, se hicieron estudios bacteriológicos y fisicoquímicos para diez sitios colindantes con la bahía de la ciudad de Ensenada, Baja California. Este estudio de muestreo de calidad del agua fue realizado en colaboración con estudiantes del posgrado de Geología Ambiental del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE), dos profesores de la misma institución y uno del Centro de Estudios Tecnológicos del Mar (Cetmar) (CICESE, 2022).

Los muestreos se llevaron a cabo los sábados, y los laboratorios los domingos, entre enero y marzo de 2022. Los sitios de muestra se acotaron a la mancha urbana, y se seleccionaron para abarcar una muestra representativa de los impactos en la bahía de Ensenada,⁶ trabajándose de norte a sur en 10 jornadas (San Miguel, Sauzal, Ramona RV Park, Irish Pub Ensenada Sauzal, Mirador Mosquito, Arroyo El Gallo, Playa Hermosa, Playa Pacífica, Playa Monalisa y Playa La Joya Maneadero) (mapa 1).

⁶ Cabe precisar que se dejó fuera del análisis a Sempra, por su ubicación y porque su volumen distorsionaba los datos analizados.

Mapa 1. Plantas de tratamiento, puntos de descarga y sitios de muestreo en la bahía de Ensenada



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos se compararon con las normas NMX-AA-004-SCFI-2013; NMX-AA-034-SCFI-2015 y NMX-AA-042-SCFI-2015 (Secretaría de Economía, 2013, 2016a, 2016b). En todos los casos se analizaron en el sitio los parámetros de acidez o alcalinidad (pH), el potencial de oxidación (Eh), la conductividad eléctrica (CE), los sólidos disueltos totales (SDT), la temperatura (T), la salinidad, la densidad y el oxígeno disuelto (OD), mientras que en las cuatro últimas campañas se midieron también la concentración de nutrientes (nitritos y nitrógeno amoniacal) y análisis bacteriológicos (coliformes totales y fecales). Finalmente, en el laboratorio del CICESE se realizaron los análisis para sólidos volátiles totales (SVT), sólidos suspendidos totales (SST), y sólidos sedimentables (SS), y se compararon con la NMX-AA-004-SCFI-2013 y la NMX-AA-034-SCFI-2015, procesándose los resultados microbiológicos en el Cetmar de acuerdo con la NMX-AA-042-SCFI-2015.

Análisis y sistematización de la información

El cuadro 1 muestra la sistematización de la información, identificando el tipo y fuente de información –las instituciones y actores involucrados–, los medios de obtención de información, y las principales aportaciones al análisis. Los datos obtenidos del Repda permitieron determinar el número de plantas domésticas e industriales, su clasificación, y ubicarlas gráficamente (mapa 1); es

decir, abonaron a construir el contexto del agua residual industrial en Ensenada y a argumentar las deficiencias de clasificación del Repda. Respecto a la información solicitada al Repda a través del INAI, esta fue escasa y limitada en temporalidad, lo que comprueba las críticas al propio sistema.

*Cuadro 1. Sistematización de la información:
fuentes, datos y aportaciones*

Tipo	Fuentes	Información recabada	Aportación al análisis
Información recabada (datos secundarios)	Repda	Clasificación de las industrias	- Contexto de saneamiento industrial
		Puntos de descarga	- Georreferenciación de las descargas
		Volumen de las descargas	- Limitantes de clasificación
	CESPE	Solicitud INAI	- Necesidad de transparencia en la información
		Información de saneamiento	- Requisitos de conexión
		INAI	- Convenios
Información generada (datos primarios)	Cofepri	Monitoreos prevacacionales	- Empresas conectadas y plantas de conexión
		Solicitud INAI	- Contexto de contaminación
	Periódicos locales	Cierre de Playa Hermosa	- Metodología de muestreos
		Entrevistas	- Contexto de contaminación
	CESPE	Entrevistas	- Participación social
Información generada (datos primarios)	Conagua	Entrevista	- Procedimiento descarga local
		Entrevista	- Limitantes del proceso
	Academia	Entrevista	- Comparativa de procedimientos
		Muestreos CICESE	Muestreos de agua
	Análisis de laboratorio	- Procedimiento sobre permisos de descarga	
			- Comparativa de procedimientos
			- Contexto de Ensenada
			- Innovaciones en el sector
			- Participación de monitoreos alternos
			- Contexto de contaminación
			- Cumplimiento normativo

Fuente: Elaboración propia.

La información obtenida por personal de la CESPE fue muy completa y permitió conocer el procedimiento que llevan a cabo las pequeñas empresas industriales de Ensenada para descargar sus aguas residuales, lo que contribuyó a la comparativa de procedimientos (E1, comunicación personal, 14 de diciembre de 2021; E2, comunicación personal, 22 de diciembre de 2021; E3, comunicación personal, 8 de marzo de 2022; E6, comunicación personal, 11 de abril de 2022; E7,

comunicación personal, 11 de abril de 2022). La triangulación de información derivada de la revisión hemerográfica, de la Cofepris, y los muestreos, permiten corroborar el impacto local de contaminación de agua en las playas de Ensenada entre 2017 y 2022. Finalmente, la información de las personas entrevistadas ayudó a robustecer la comprensión de la aplicación del procedimiento local, logrando identificarse limitantes y potencialidades del proceso de gestión del agua residual en Ensenada.

LA PROBLEMÁTICA DE LA GESTIÓN DEL AGUA RESIDUAL EN ENSENADA

El puerto y sus problemas de contaminación

Hasta la crisis de 1993 por el embargo atunero impuesto por Estados Unidos a México, la actividad primordial del puerto de Ensenada fue la pesquera. Este evento origina una diversificación y ampliación productiva con la llegada de cruceros y el comercio, que situaron regionalmente a Ensenada como un puerto de proyección internacional, con una vocación fronteriza comercial, turística y pesquera (Padilla y Sotelo, 2016). Así, el mar y su bahía representan un sector vital y un desafío para su conservación, ya que de él dependen otros elementos productivos, económicos y recreativos prioritarios.

La importancia de Ensenada como parte del corredor turístico regional, junto con su ubicación fronteriza, que ha facilitado el comercio internacional, han posicionado este puerto como el más visitado del Pacífico en México. Durante las últimas dos décadas la localidad ha tenido una apertura a empresas externas, lo que ha contribuido a su configuración poblacional y consecuentemente a una mayor demanda de servicios. Entre 1995 y 2010 la población de Ensenada tuvo un crecimiento constante, pero a partir de este año inició un descenso, y hacia 2020 se registraban 443 807 habitantes (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi], 2020).

En 2015, Ensenada fue reconocida como un «Puerto Verde» por la Organización Europea de Puertos Marítimos-Puertos Ecológicos (EcoPorts, 2015), siendo el primer puerto en México con este reconocimiento y el segundo en el continente americano; igualmente la ciudad cuenta con la certificación Industria Limpia que otorga la Semarnat a través de la Profepa (Administración del Sistema Portuario Nacional de Ensenada [Asipona], 2025).

A pesar de ser una zona con gran interés y de posicionarse como un puerto competitivo y atractivo ambientalmente, en el período 2017-2022 la población tuvo problemas severos debido a la calidad en sus aguas, los cuales fueron evidenciados por los monitoreos prevacacionales de la Cofepris realizados en las playas con mayor afluencia turística. Por esta razón, Ensenada perdió el reconocimiento de «Puerto Verde», y su playa más visitada –Playa Hermosa– fue clasificada como no apta para uso recreativo de acuerdo con las NOM y las NMX.

En este sentido, si bien los datos de la Cofepris (s.f.) no son lo suficientemente constantes para llevar un seguimiento, sí evidencian los problemas de contaminación en Playa Hermosa, por lo menos hasta 2023. Por lo anterior, se efectuó una revisión hemerográfica de los principales

periódicos y blogs de Ensenada en el referido lapso 2017-2022, comprobándose los sucesivos cierres de playa por contaminación, un cruce de información que evidencia la utilidad y soporte que pueden dar los medios hemerográficos cuando la información oficial se encuentra fragmentada (Llanes *et al.*, 2022), y que permitió identificar tres fechas de coincidencias de cierre de playas: marzo de 2017, marzo de 2021 y julio de 2021, además de otros 8 cierres de playa en el período (cuadro 2).

Cuadro 2. Revisión hemerográfica de cierres de playa por contaminación en Ensenada, 2017-2022

Fecha de publicación	Medio
23 de febrero de 2022	<i>Zeta</i>
16 de octubre de 2021	<i>El Vigía</i>
15 de julio de 2021*	<i>La Jornada</i>
25 de marzo de 2021*	<i>Cadena Noticias</i>
02 de abril de 2020	<i>Zeta</i>
07 de enero de 2020	<i>Milenio</i>
07 de septiembre de 2019	<i>Cadena Noticias</i>
24 de enero de 2019	<i>El Vigía</i>
12 de agosto de 2017	<i>El Sol de México</i>
11 de abril de 2017	<i>La Jornada</i>
26 de marzo de 2017*	<i>El Universal</i>

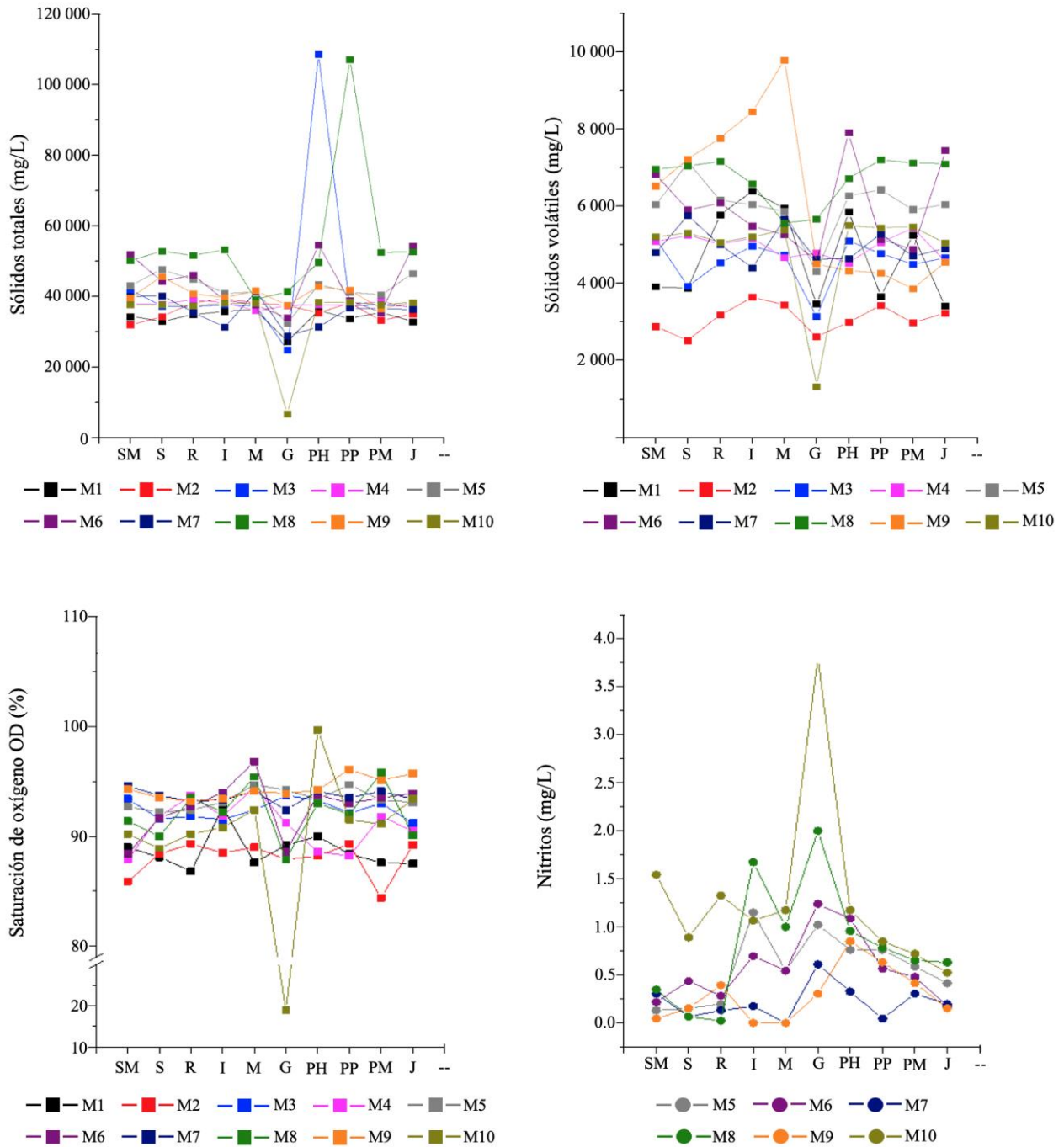
* Los cierres de playa de las fechas señaladas coinciden con los datos públicos de la Cofepris. Los otros ocho cierres encontrados solo fueron documentados en los medios locales.

Fuente: Elaboración propia con base en la información recabada en periódicos (Descubre cuales son las playas, 2019; Cierre precautorio de Playa Hermosa, 2021; Agencia NTMX, 2017; Redacción El Vigía, 2019, 2021; Heras, 2017, 2021; Notimex, 2020; Redacción El Universal, 2017; Redacción Zeta (2020) y Lamas (2022).

Si a estas evidencias se agregan los resultados de los muestreos realizados en el marco de la presente investigación –aunque no puedan ser concluyentes por las limitaciones de representatividad en espacio y temporalidad–, se encuentra que las descargas de la planta de tratamiento «El Gallo» son el punto donde hay una tendencia a que los parámetros analizados –nitritos, porcentaje de saturación de oxígeno, sólidos volátiles y sólidos totales⁷ sobrepasen los LMP (figura 2). Esto se debe a que en dicho punto se conjugan los afluentes de 16 empresas, que representan el 62 por ciento de las industrias que contratan los servicios de la CESPE, así como otros afluentes domésticos que desembocan en el arroyo mencionado y afectan Playa Hermosa (De Basabe, 2022), constatando los problemas recurrentes de contaminación en la misma.

⁷ Se eligieron solo algunos parámetros para mostrar gráficamente. Si se quiere ahondar en los resultados de los muestreos consultar De Basabe (2022).

Figura 2. Muestras seleccionadas para ejemplificar la tendencia de incumplimiento del punto de muestreo El Gallo (G)

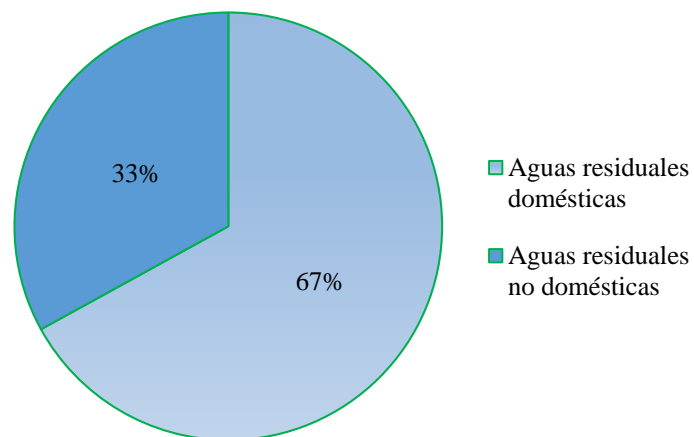


Fuente: Campaña de muestreo CICESE (2022).

Aguas residuales industriales de Ensenada como parte fundamental de la contaminación en la bahía

Las aguas residuales domésticas, o agua servida, son «aquellas que tienen origen en las actividades de la rutina diaria del ser humano, las descargas son a través de sistemas de alcantarillado o de vertimientos directos sobre el ambiente» (Osorio-Rivera *et al.*, 2021, p. 229) y están encauzadas por medio de los sistemas de alcantarillado que suelen estar a cargo de los OOA (Montesillo-Cedillo, 2021). Por su parte, como agua residual no doméstica se entiende aquellas aguas residuales fuera del manejo de la CESPE, en las que el Repda otorga permisos a las empresas para descargar sus aguas residuales de manera autónoma, por contar con una planta de tratamiento y cumplir los parámetros de calidad establecidos. En Ensenada, del total del volumen de agua residual generada, 67 por ciento corresponde a aguas residuales domésticas, y 33 por ciento a aguas residuales no domésticas (gráfica 1).

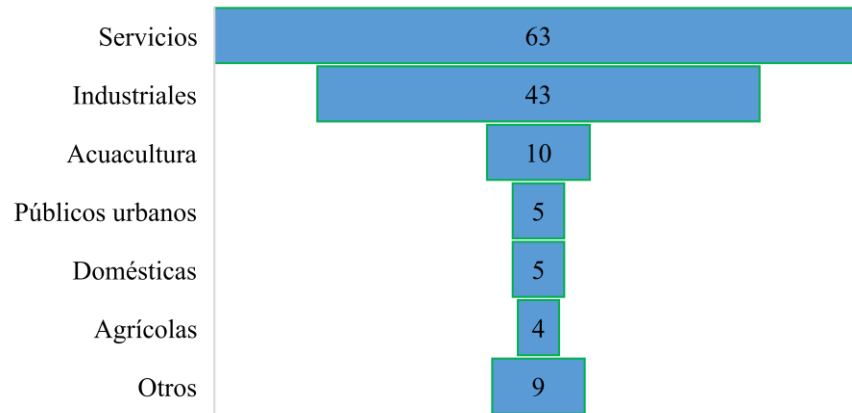
Gráfica 1. Clasificación del volumen de las aguas residuales en Ensenada



Fuente: Elaboración propia con base en información del Sistema Nacional de Información del Agua (SINA, 2025).

Es necesario reconocer que los problemas de contaminación en la bahía de Ensenada integran tanto los posibles impactos de las descargas domésticas como las no domésticas. Sin embargo, se plantea que las aguas residuales industriales representan un riesgo potencial mayor, derivado de las cargas contaminantes en sus procesos (WWAP, 2017), por ello, es medular conocer y entender su gestión. De acuerdo con la información del Repda, se encontraron 139 permisos de descarga, clasificados en 63 de servicios, 43 industriales, 10 de acuacultura, cinco domésticos, cinco urbanos, cuatro agrícolas y nueve clasificados como «otros» (gráfica 2). Si se ahonda en la clasificación del Repda se constata que no es clara, pues no justifica cómo en las industrias de servicios se encuentran las pesquerías y emparadoras, ni tampoco existe una clasificación por tipos de descarga y contaminantes, que podría ser muy útil para la toma de decisiones.

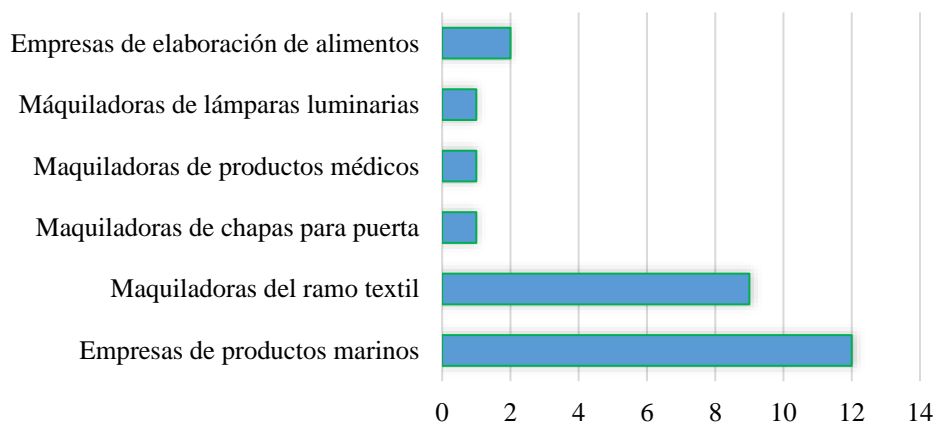
Gráfica 2. Permisos de descarga de agua residual otorgados por la Conagua en Ensenada



Fuente: Elaboración propia con base en información de la Conagua (s.f.).

Por estas imprecisiones, se seleccionaron para el presente análisis 106 de los permisos, que aglutinan los clasificados como «servicios» e «industriales» (los señalados en la parte superior de la gráfica 2), y que, con relación a la totalidad de la clasificación del REPDA, suponen el 76 por ciento de los permisos concedidos en la localidad (en el mapa 1 están representados por los hexágonos y círculos). Si analizamos este número de acuerdo con el número de empresas, se integran en el análisis un total de 132: 106 empresas (80 %) que tramitan su permiso ante la Conagua (63 de servicios y 43 industriales), y 26 empresas (20 %) que optan por el servicio otorgado por el OOA de Ensenada mediante convenio (gráfica 3).

Gráfica 3. Empresas que tratan de manera conjunta su agua residual con la CESPE



Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida en entrevista (E1, comunicación personal, 14 de diciembre de 2021).

La elección de tratar las aguas a través del convenio de colaboración conjunta de las pequeñas empresas deriva de un análisis previo, que permite determinar cuál es la opción más factible operativa y económicamente para ellas. Es decir, la empresa hace una comparativa entre ingresar sus aguas residuales al sistema de alcantarillado de la CESPE con un tratamiento previo, de acuerdo a lo propuesto por la NOM-002-SEMARNAT-1996 (Semarnat, 1998a), para que por este puedan homologar sus aguas con las domésticas, o tener su propio sistema de tratamiento y tramitar su permiso ante la Conagua.

Como se observa en la gráfica 3, la CESPE tiene un papel fundamental en el puerto de Ensenada, al tratar las aguas residuales de las empresas más pequeñas, que conforman casi una quinta parte de la industria y que buscan el cumplimiento de las normas ambientales. Las principales son empresas de productos marinos, 12 en total; nueve maquiladoras del ramo textil; dos empresas dedicadas a la elaboración de alimentos; una maquiladora de lámparas luminarias; una maquiladora de productos médicos; y una maquiladora de chapas para puerta.

Cabe destacar que esta institución tiene, además de estas empresas que se adhieren a su servicio, seis plantas de aguas residuales domésticas a su cargo: El Naranjo, El Gallo, El Sauzal, Noreste, Maneadero y Francisco Zarco (visibles en el mapa 1).⁸ Estas plantas cuentan con cinco permisos de descarga tramitados ante la Conagua, tres aparecen a nombre de la CESPE y dos a nombre de la CEA, y están clasificados como públicos-urbanos de acuerdo con el REPGA. A excepción de las plantas Francisco Zarco y Noreste, que por su ubicación geográfica descargan en arroyos alejados a la bahía, el resto de las plantas de tratamiento desembocan directamente o a escasos metros del cuerpo de agua de la bahía de Ensenada.

Del total de las seis plantas domésticas en la localidad, El Naranjo y El Sauzal tratan también las aguas provenientes de la industria (las 26 empresas pequeñas con convenio ante el OOA). Es necesario señalar que ambas plantas necesitan inversión para su rehabilitación, dado que la antigüedad de las plantas involucradas en el proceso de tratamiento es muy amplia (E3, comunicación personal, 8 de marzo de 2022). Por ejemplo, El Gallo opera hace más de 50 años, mientras que El Sauzal y El Naranjo están activas desde hace más de 30. Esto revela que sus necesidades de mantenimiento son urgentes, ya que al no tener condiciones óptimas en su operación, se afecta directamente la calidad del agua tratada.

Otro aspecto que es sumamente importante señalar es que las plantas El Naranjo, El Gallo y Maneadero se encuentran interconectadas estructuralmente. Es decir, cuando la planta El Gallo (parte central de la ciudad) tiene problemas en su operación, sus aguas son desviadas a la planta El Naranjo, y cuando hay deficiencias o trabajos de mantenimiento de las plantas El Gallo y/o El Naranjo, el agua se descarga hacia Maneadero (que descarga en una zona de corte más rural).

La interconexión señalada implica dos aspectos. Por un lado, la planta El Naranjo envía agua tratada a la zona rural del poblado de Maneadero para incentivar el uso de agua tratada en la

⁸ La planta de tratamiento Francisco Zarco se ubica en la parte rural noreste de Ensenada, razón por la cual no aparece en el mapa 1.

producción de flores, pero cuando esta tiene limitantes o deficiencias de tratamiento envía, además de agua tratada, agua cruda o semi cruda que afecta a la zona. Por otra parte, las deficiencias de la Planta de Maneadero obligan a reducir el caudal que trata, redireccionando parte de sus descargas de entrada hacia el Cañón de San Carlos, afectando el estero Punta Banda, donde desemboca.

Si se consideran las características físicas del estero, estas acciones implican un mayor problema de acumulación de contaminación de agua residual, que puede ser más difícil remediar en el mediano y largo plazo. Es decir, se resuelve el problema en el área central de Ensenada, pero las descargas no tratadas continúan afectando diferentes zonas y promueven la urgencia de la rehabilitación total de sus plantas, haciendo patente una falta de visibilidad y conocimiento público de los ecosistemas que reciben las aguas urbanas (Llanes *et al.*, 2022; Castro y Lacabana, 2005).

El procedimiento de gestión del agua residual industrial en Ensenada

Como se observa, la gestión del agua residual industrial en Ensenada es liderada en mayor medida por la Conagua, a través del Repda, y en una proporción menor por la CESPE. En el cuadro 3 se contrastan los requisitos y las características que conllevan los procesos de descarga de agua por parte de las empresas, tanto a nivel federal como local. La primera columna refiere a los requerimientos e información solicitada por la federación para otorgar permiso a través del Repda, mientras la segunda muestra los datos e información solicitada por la CESPE.

Cuadro 3. Requisitos e información solicitada a las empresas para otorgar permisos o tratar las aguas residuales

Conagua	CESPE
Datos generales y aspectos productivos de la empresa	
Nombre o razón social	Nombre o razón social
RFC	RFC
Clave catastral	Clave catastral
Nacionalidad	Nacionalidad
Domicilio y número de contacto	Domicilio y número de contacto
Solicitud	Descripción de la actividad
Acreditación de personalidad jurídica	Turnos por día
Memoria técnica	Horas trabajadas
	Número de empleados
	Acta constitutiva
	Materia prima
	Productos y subproductos

(continúa)

Conagua	CESPE
<i>(continuación)</i>	
Información sobre procesos	
<i>Abasto</i>	
	Fuente
	Volumen
	Tratamiento
	Uso
	Maquinaria
	Contrato de adhesión
<i>Descarga</i>	
Volumen y régimen de descarga	Plano hidrosanitario
Nombre del cuerpo receptor	Procesos, equipos y activos
Croquis de la descarga (puntos X, Y)	Balance hidráulico promedio
Insumos en el proceso	Diagrama de flujo
Características fisicoquímicas y bacteriológicas del proceso	Características del sistema de tratamiento si lo tiene
Descripción de los sistemas y los procesos de tratamiento	Estudio de peligrosidad
	Receptor de descargas
<i>Reúso</i>	
Medidas de reúso	Plano hidrosanitario y descripción de procesos
	Balance hidráulico
	Planta y volumen tratado y descripción de procesos
	Receptor de aguas
	Puntos de monitoreo previos al alcantarillado
	Volumen promedio mensual de agua tratada en reúso
	Tipo de reúso
	Resultados de los análisis. Se presenta un análisis inicial previo al contrato de los servicios para conocer el tipo de contaminantes que maneja la empresa y en caso de que se requiera el servicio a la CESPE, se entrega un informe periódico de los laboratorios de la propia CESPE.

(continúa)

Conagua	CESPE
<i>(continuación)</i>	
<i>Otros</i>	
Permisos para realizar obras	Cumplimiento de la NOM-003-SEMARNAT-1997
Permiso para realizar obras hidráulicas	
Concesión para la ocupación de los terrenos federales	
Solicitud	
Comprobante de pago de derechos	

Fuente: Elaboración propia con base en De Basabe (2022).

De esta comparativa se observan diferencias, por ejemplo, en el caso de la información general y características de la empresa solicitadas. Aunque la Conagua solicita menor cantidad de información que la CESPE, la diferencia más contundente es que esta requiere información de las tres fases: abastecimiento, descarga y reúso, y con ello tendría datos más precisos de todo el ciclo de la empresa para tener un conocimiento más detallado de sus descargas. Por el contrario, la información que se solicita a nivel federal se centra específicamente en la fase de descarga, y solo solicita un elemento relativo al reúso, debido a que en teoría cada empresa cuenta con su propia planta de tratamiento.

La Conagua pide otro tipo de información de corte adicional, relacionada con la planta de tratamiento, sus permisos de construcción y su diseño. Por otro lado, CESPE requiere información inicial del cumplimiento normativo de la NOM-003-SEMARNAT-1997, que indica los LMP de contaminantes en aguas residuales que descargan al alcantarillado, porque tiene como objetivo que las descargas industriales se igualen a las de tipo doméstico (Semarnat, 1998b).

A nivel federal no se tiene información precisa de los tiempos de respuesta a las solicitudes ingresadas. Los datos obtenidos a través del Repda abarcan hasta 2021, pero la única información disponible es el volumen de descarga, el tipo de sector al que pertenece, y la georreferenciación de cada una de las descargas, por lo que se realizó una consulta de información sobre los análisis de laboratorio de cumplimiento por medio de transparencia. Se recibió información a tres meses de efectuada la solicitud relativa a la CESPE (2022), por considerarla de carácter público, pero la información solo se remitía a 2019, así que se solicitó la revisión a Conagua (2022b), para obtener los datos de la industria privada, los cuales se obtuvieron a los cuatro meses de efectuada la solicitud y cuya temporalidad se extendía hasta 2017, razón por la que no fue posible hacer un análisis completo y actualizado de la situación de la gestión del agua residual tratada a nivel federal.

Pese a lo anterior, a partir de la solicitud de información se pudo documentar la escasa rendición de cuentas por parte de las empresas que solicitan permisos ante Conagua: solo 20 por ciento de las empresas que descargan directamente sus aguas residuales envían la información solicitada (Conagua, 2022b). En síntesis, la información requerida por el Repda se enfoca en la planta de tratamiento construida, su diseño y el cumplimiento normativo de las NOM-001-SEMARNAT-

1996, NOM-002-SEMARNAT-1996, NOM-003-SEMARNAT-1997 y NOM-004-SEMARNAT-2002, mientras que a la CESPE le interesa el cumplimiento de las especificaciones demandadas para el sector doméstico y su conexión al alcantarillado para efectuar el saneamiento de estas aguas. El presente apartado da cuenta de que no es suficiente comprender los requerimientos administrativos involucrados en los procesos efectuados, porque representan solo una parte legal requerida por la autoridad para otorgar el permiso.

LOS HALLAZGOS: ¿CÓMO ESTÁ FUNCIONANDO?

Se puede observar, a partir del presente estudio, que el tratamiento del agua residual industrial, aislado y acotado al binomio empresa-autoridad, es poco comprendido e ineficiente. Es notable que la gestión es laxa en materia de cumplimiento ambiental, ya que evidencia que los mecanismos legales y normativos no funcionan adecuadamente, toda vez que solo se observa una tendencia de cumplimiento normativo de alrededor del 40 por ciento de la totalidad de las empresas analizadas (20 % empresas pequeñas y 20 % de las que continúan con la autorregulación).

La magnitud de los problemas de contaminación de Playa Hermosa y la presión social lograron una inversión, que todavía continúa, para la rehabilitación de la planta El Gallo, de 31 millones de pesos en el año 2023, si bien ello no implica que los problemas de contaminación se resuelvan, antes bien, los problemas persisten y se trasladan a otras zonas de la ciudad, como lo evidencia la interrelación funcional de plantas de la CESPE. A continuación, se exponen los elementos del análisis que se considera clave acentuar.

El Repda y las limitantes de información en el procedimiento federal

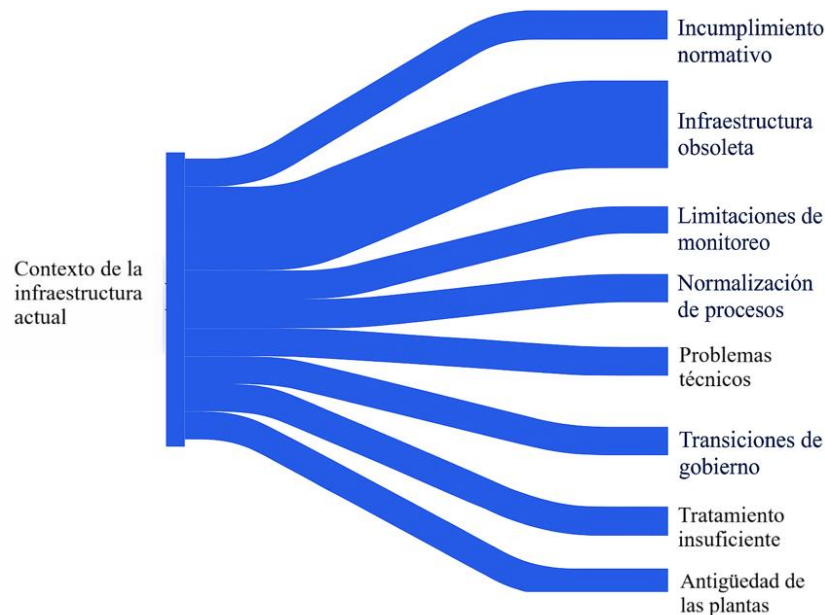
El análisis del Repda en Ensenada, por un lado, logra documentar el proceso administrativo con relación a los requerimientos de la autoridad, muy enfocado a información de la descarga de aguas y de la construcción y diseño de sus plantas de tratamiento. Por otra parte, se constata una clasificación inconsistente y confusa con dificultades de acceso a la información como su elemento denominador, ya que no existen herramientas para poder consultar y ahondar en la materia de manera abierta dentro de su sistema, y si bien se efectuó una solicitud de información a través del mecanismo de transparencia, la información obtenida fue mínima para lograr efectuar un análisis más robusto. Es importante señalar que la poca información otorgada por la federación cuenta con un desfase de entre 5 y 6 años; en conjunto, estas limitantes de información disponible y aquella que puede ser obtenida indican que el proceso de tratamiento del agua residual industrial puede ocultar complejidades e incertidumbres mayores, es decir, son cuestionables la transparencia, acceso a la información y poca apertura de esta institución (Bohórquez López *et al.*, 2023; Hernández, 2022).

Procesos no coordinados

Ambos procedimientos normativos, federal y local, aunque tienen cierto paralelismo en sus requerimientos de solicitud de permisos, no se complementan, lo que limita la coordinación institucional en el tratamiento de aguas industriales en ambas instancias (De Basabe, 2022),

destacando que la parte local se encuentra subordinada a la federal. Esta falta de coordinación evidencia que los OOA van resolviendo problemas urgentes dentro de un sistema financiero que no les permite atender los problemas de fondo y con autonomía, y que sus preocupaciones fundamentales se relacionan con la infraestructura de las plantas: antigüedad, obsolescencia, impactos de transiciones gubernamentales y bajo nivel de mantenimiento (De Basabe, 2022) (figura 3). Es decir, los retos de la CESPE se vuelven complejos en un contexto de sistemas jerárquicos que no logra una cooperación horizontal en la toma de decisiones.

Figura 3. Preocupaciones de la CESPE relacionadas con la infraestructura actual



Fuente: Elaboración propia con base en información obtenida de entrevistas (E1, comunicación personal, 14 de diciembre de 2021; E2, comunicación personal, 22 de diciembre de 2021; E3, comunicación personal, 8 de marzo de 2022; E6, comunicación personal, 11 de abril de 2022; E7, comunicación personal, 11 de abril de 2022).

El acceso a la información local

Con relación al proceso local de tratamiento de aguas residuales industriales por parte de la CESPE, se tuvo un acceso más amplio y detallado a la información, tanto de los documentos que fueron proporcionados por las autoridades locales como la información obtenida por los actores clave. Esta apertura de información contribuyó, además de documentar el proceso, a conocer los diferentes puntos de vista de los actores y a explorar las áreas de oportunidad en la materia. Por ejemplo, en El Sauzal se detectó que se podría ampliar la cartera de conexiones para habilitar un módulo exclusivo para el tratamiento industrial, ya que una cantidad considerable de empresas requieren el servicio (De Basabe, 2022), lo que permitió entender e identificar avances y limitantes en sus operaciones. Además, con la inclusión en el análisis de otros actores –como la academia–, se lograron descubrir

algunas acciones innovadoras, como el método de autocoagulación aplicado al tratamiento de aguas residuales en la UABC.

El convenio de colaboración local y sus implicaciones

En el medio local, el cumplimiento de la norma se ha promovido como un convenio de responsabilidad solidaria entre el OOA de Ensenada y la industria, un método híbrido centrado en la normatividad y los incentivos económicos (Sternier, 2007) para alentar y lograr que las empresas cumplan los estándares señalados. Este procedimiento se identifica como un convenio de colaboración, que se cataloga como instrumento financiero (Enríquez, 2008) pero que se vuelve una responsabilidad conjunta en materia legal en caso de incumplimiento.

Lo anterior da cuenta de un compromiso mutuo y corresponsable, por tanto, la institución local es juez –pues requiere a la empresa el cumplimiento financiero y pone a su disposición la forma de hacerlo– y parte –al momento de incumplimientos severos ante la Conagua, porque ambos son corresponsables al momento de la imposición de la multa. No obstante, el monitoreo y análisis de cumplimiento de la norma recae en el OOA, si bien la responsabilidad en la práctica se asume solo por la autoridad, porque si se analiza cómo fueron mejorados los problemas de contaminación más evidentes en Playa Hermosa, fue a través de la reparación de la planta de tratamiento El Gallo, bajo la responsabilidad del OOA, a través de una intervención gubernamental federal-estatal y con apoyo financiero del Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN) (Planta de tratamiento El Gallo, 2022; Gobierno de Baja California, s.f.; Explican a CICE beneficios, 2023). En otras palabras, los avances de la materia determinan que la responsabilidad operativa la tiene la CESPE y la financiera recae sobre las instituciones que aportan el recurso para la reparación de la planta.

La interrelación entre el saneamiento doméstico y el industrial

Un hecho relevante es que el procedimiento local de gestión del agua industrial se combina con la doméstica, ya que, en la mayor parte de los casos, la autoridad, de acuerdo con la NOM-002-SEMARNAT-1996, es quien otorga el permiso de descarga de aguas residuales industriales a las plantas domésticas, compartiendo la infraestructura de tratamiento, lo que conlleva sobrecargas en el caudal de tratamiento de cada planta y muchas veces abona a la deficiencia en los procesos involucrados (Semarnat, 1998a). Esto produce riesgos mayores cuando no se están tratando adecuadamente todas las descargas y se vierten aguas contaminadas a los ecosistemas, afectando la salud de sus habitantes. Dicho en otras palabras, si se tienen rezagos o problemas de tratamiento del agua residual doméstica, deficiencias técnicas y financieras en su proceso de tratamiento como el caso de la planta El Gallo, esto se ve reflejado en los resultados del tratamiento del agua residual industrial debido a que comparten infraestructura.

Aunque se podría pensar que es fácil controlar los contaminantes en las descargas de las empresas locales por la cercanía entre actores, no es así, debido a que las autoridades no tienen conocimiento exacto de los procesos de las industrias, y a que no se adapta el diseño de las plantas de tratamiento de tipo doméstico para incluir la parte de descarga industrial. A pesar de que el convenio de tratamiento conjunto requiere que se iguale la carga contaminante industrial a la de tipo doméstico, esto no siempre es factible por los diferentes giros de las empresas, por lo que es posible afectar el proceso de las plantas de tratamiento de tipo doméstico, lo que consecuentemente afecta tanto a los ecosistemas como a la población en general. Por otra parte, en la mayoría de los casos tampoco se cuenta con personal suficiente para efectuar un adecuado seguimiento de las pequeñas empresas, por ello el OOA se limita a la información que obtiene de las empresas y de los servicios de laboratorio que les presta.

CONCLUSIONES

Los problemas de contaminación de la bahía de Ensenada permiten aseverar que los instrumentos económicos y la normatividad existente no es suficiente para conservar los recursos hídricos, mostrando los impactos que están teniendo las limitaciones en el saneamiento, ya sea de aguas residuales domésticas o industriales, o de manera conjunta. No es suficiente contar con legislaciones precisas de requerimientos particulares y leyes por cumplir: su proceso de coordinación institucional y aplicación es vital (Walteros y Ramírez, 2020). Además, es cuestionable la capacidad de supervisión y seguimiento institucional del Repda.

Lo anterior supone la problemática de tener estructuras institucionales y leyes que no se logran implementar y quedan en el camino, en el «deber ser», mientras los resultados de contaminación costera resultan difíciles de identificar en procedencia y por tanto se torna complicado de resolver por el entramado de actores y gestores involucrados. Por lo anterior, es necesario reorganizar la aplicación de la ley en el saneamiento doméstico e industrial, pero siguiendo el objetivo de no contaminar, a través de sistemas de información eficaz y cruce de esta entre los actores involucrados.⁹

Es necesario repensar los recursos naturales, en este caso el agua, desde una visión amplia, donde interactúen disponibilidad, abasto, tratamiento y reúso, y como un bien esencial compartido para la supervivencia de las localidades y regiones. Si se logra un esquema preventivo, más que reactivo, con un tratamiento adecuado de las aguas residuales industriales y domésticas y la participación abierta de gobierno-comunidad como vigilantes y corresponsables principales (Castro y Lacabana, 2005), los problemas de contaminación disminuirán drásticamente. Para

⁹ El caso de Brasil, con su Sistema Nacional de Datos de Agua y Saneamiento, puede ser un referente interesante a explorar, ya que se trata del mayor sistema de información de servicios de agua y saneamiento. Su plataforma, desde 2019, colecta, organiza, analiza y suministra información e índices de los servicios en los municipios de Brasil y presenta datos tanto de la evolución de los servicios de saneamiento como los más actuales. Sus objetivos principales son coadyuvar a la planeación y ejecución de políticas públicas, evaluar el desempeño del servicio y orientar las actividades de regulación y supervisión (Borges *et al.*, 2022).

garantizar la legitimidad de sus acciones, la Conagua debe implementar mecanismos de rendición de cuentas y de consulta pública (Castro y Lacabana, 2005), además, es importante que se establezcan canales de comunicación más eficientes y accesibles para que los usuarios puedan tener un mejor acceso a la información y puedan realizar consultas o presentar quejas de manera más ágil.

Respecto al Repda, es necesario llevar a cabo una revisión exhaustiva de su funcionamiento y realizar las mejoras pertinentes. Se recomienda que se invierta en tecnología y recursos humanos para agilizar los trámites y mejorar la eficiencia del registro; así mismo, se sugiere que se realicen auditorías periódicas para garantizar la integridad de la información y prevenir posibles casos de corrupción o mal manejo de los datos.

En general, es fundamental que la Conagua tome en consideración críticas y opiniones como la presente para fortalecer su labor y asegurar un manejo adecuado y transparente de los procesos centralizados y los del Repda. En materia local es necesario reflexionar en torno al papel de la CESPE al asumir la responsabilidad de la pequeña industria e identificar que el estudio de este caso puede ser una pauta para análisis posteriores de otros OOA a nivel nacional.

Limitantes del análisis y futuras investigaciones

La principal limitante del análisis hecho hasta este punto es también uno de los hallazgos principales: la interrelación funcional entre el tratamiento doméstico y el industrial (De Basabe, 2020), porque no permite identificar de manera más directa a los responsables de la contaminación del agua en la bahía de Ensenada, aspecto que podría profundizarse en estudios posteriores. En el presente trabajo se propuso ahondar en la gestión del agua residual industrial, aspecto que operativamente no fue factible, por lo que se vuelve necesario repensar la clasificación simple de doméstico e industrial y proponer sistematizaciones diferentes que puedan ser parte de otros análisis más complejos.

De igual modo, también se sugiere profundizar en la sobrecarga de responsabilidades del OOA, referentes a la pequeña empresa, por parte de Conagua, y evaluar críticamente el desconocimiento de contaminantes para cumplir con la homologación de las descargas de agua domésticas. Las particularidades encontradas en el estudio realizado en Ensenada sugieren una comparativa con otros municipios del país, o incluso un trabajo nacional sobre el manejo de la pequeña industria por los OOA. Por último, el comprobar las limitaciones de acceso a la información del Repda, a pesar de que fortalece las propias críticas al Repda, también deja en el tintero ahondar en la materia de la transparencia y acceso a la misma.

REFERENCIAS

- Administración del Sistema Portuario Nacional de Ensenada (Asipona). (2025). *Puerto Verde*. <https://www.puertoensenada.com.mx/puerto-verde>
- Agencia NTMX. (2017, 12 de agosto). Cierran playa en Ensenada por derrama de aguas negras. *El Sol de México*. <https://www.elsoldemexico.com.mx/republica/sociedad/cierran-playa-en-ensenada-por-derrama-de-aguas-negras-241089.html>
- Bohórquez López, E., Ehrman, R., Matallana, S. y Zamora Saenz, I. (2023, 26 de abril). *Evaluación de impacto legislativo: Iniciativa de Ley General de Aguas de la senadora Gloria Sánchez*. Senado de la República-Instituto Belisario Domínguez. <http://bibliodigitalibd.senado.gob.mx/handle/123456789/5951>
- Borges, M. C., Abreu, S. B., Lima, C. H., Cardoso, T., Yonamine, S. M., Araujo, W. D. y Meireles, S. (2022). The Brazilian National System for Water and Sanitation Data (SNIS): Providing information on a municipal level on water and sanitation services. *Journal of Urban Management*, 11(4), 530-542. <https://doi.org/10.1016/j.jum.2022.08.002>
- Castro, J. E. y Lacabana, M. (2005). Presentación. Agua y desarrollo en América Latina: por una democracia sustantiva en la gestión del agua y sus servicios. *Cuadernos del CENDES*, 22(59), ix-xv. https://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_cc/article/view/11456
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). (2022). *Trabajo de campo: Muestreo de enero a marzo y resultados de los sitios seleccionados* [Informe técnico, no publicado].
- Cierre precautorio de Playa Hermosa en Semana Santa. (2021, 25 de marzo). *Cadena Noticias*. <https://cadenanoticias.com/regional/2021/03/cierre-precautorio-de-playa-hermosa-en-semana-santa>
- Comisión Estatal de Agua de Baja California (CEA). (2024). *Comisión Estatal de Agua de Baja California*. <http://www.cea.gob.mx/>
- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE). (2022, 16 de mayo). [Hoja de respuesta a solicitud de información, folio 021163722000027]. Plataforma Nacional de Transparencia.
- Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada (CESPE). (2025). *Comisión Estatal de Servicios Públicos de Ensenada*. <http://www.cespe.gob.mx/public/historia>
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris). (s.f.). *Resultados de calidad de agua de mar: Ensenada, Baja California*. <https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/gob-mx/playas/destinos/ensenada.html>
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris). (2022, 12 de agosto). *¿Qué hacemos?* <https://www.gob.mx/cofepris/que-hacemos>
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (s.f.). *Registro Público de Derechos de Agua* [Conjunto de datos]. Gobierno de México. <https://app.conagua.gob.mx/ConsultaRepda.aspx>

- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2022a, 12 de agosto). *Misión y visión*. <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/mision-y-vision-63915>
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2022b, 7 de julio). [Hoja de respuesta a solicitud de información, folio 330009422001333]. Plataforma Nacional de Transparencia.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua). (2024, 18 de julio). *Programa de Devolución de Derechos PRODDER*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/programa-de-devolucion-de-derechos-prodder>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [CPEUM]. 5 de febrero de 1917 (México). http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_280521.pdf
- Corona Moreno, M. M. G. y Cruz Rueda, E. (2023). Situación de desigualdad en el acceso al agua y saneamiento de la región hidrosocial-política e intercultural de Las Margaritas y La Trinitaria, Chiapas, México. En S. De la Vega Estrada y H. M. Sáenz Vela (Coords.), *Desigualdad regional y empobrecimiento. Gestión de los territorios con inclusión social* (pp. 115-136). UNAM; Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional. <http://ru.iiec.unam.mx/6268/>
- De Basabe Ibarra, R. J. (2022). *Gestión de las aguas residuales industriales: Ensenada, Baja California, México* [Tesis de maestría, El Colegio de la Frontera Norte].
- Descubre cuales son las playas más peligrosas de Ensenada. (2019, 7 de septiembre). *Cadena Noticias*. <https://cadenanoticias.com/regional/2019/09/descubre-cuales-son-las-playas-mas-peligrosas-de-ensenada>
- EcoPorts. (2015). Port Environmental Review System (PERS) version 4. [Certificado de verificación]. <https://www.puertoensenada.com.mx/upl/sec/ECOPORTS%20PERS%20CERTIFICATE%202015%20PORT%20OF%20ENSENADA.PDF>
- Enríquez Andrade, R. R. (2008). *Introducción al análisis económico de los recursos naturales y del ambiente*. Universidad Autónoma de Baja California.
- Explican a CICE beneficios de Bono Verde para Ensenada y BC. (2023, 4 de mayo). *BC Noticias*. <https://www.bcnoticias.net/post/explican-a-cice-beneficios-de-bono-verde-para-ensenada-y-bc>
- Gobierno de Baja California. (s.f.). *Plantas de tratamiento El Gallo y Noreste están 100% rehabilitadas y funcionan adecuadamente: CESPE*. <https://www.bajacalifornia.gob.mx/Prensa/Noticia/17386>
- Hatch-Kuri, G., Schmidt, S. y Carrillo-Rivera, J. J. (2021). Agua-poder: la gestión del agua subterránea en México y su soslayada dimensión transfronteriza, 1948-2018. *Cuadernos de Trabajo Waterlat-Gobacit*, 8(4). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7469827>
- Heras, A. (2017, 11 de abril). Playas de Ensenada, BC, las más contaminadas del país. *La Jornada*, p. 22. <https://www.jornada.com.mx/2017/04/11/estados/022n1est>

- Heras, A. (2021, 16 de julio). Por contaminación, cierran playas de Ensenada y Tijuana. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/notas/2021/07/16/estados/por-contaminacion-cierran-playas-de-ensenada-y-tijuana/>
- Hernández Flores, G. (2022). *Evaluación integral del ambiente cárstico para generar un modelo de manejo sostenible del acuífero en la isla de Cozumel* [Tesis doctoral, Universidad de Quintana Roo].
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi). (2020). *Panorama sociodemográfico de Baja California: Censo de Población y Vivienda 2020* <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825197735>
- Jacobo-Marín, D. (2021). Acumulación de derechos de agua en el sector energético-minero en México: una lectura de justicia hídrica. *Revista de la Facultad de Derecho de México*, 71(281-1), 261-294. <https://doi.org/10.22201/fder.24488933e.2021.281-1.80253>
- Lamas, L. (2022, 24 de febrero). Aplazan apertura de Playa Hermosa por contaminación hasta el verano. *Zeta*. <https://zetatijuana.com/2022/02/aplazan-apertura-de-playa-hermosa-por-contaminacion-hasta-el-verano/>
- Ley de Aguas Nacionales [LAN], reformada, *Diario Oficial de la Federación*, 6 de enero de 2020 (México). https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lan/LAN_ref08_06ene20.pdf
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente [LGEEPA], reformada, *Diario Oficial de la Federación*, 28 de enero de 1988 (México). <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf>
- Llanes, A. L., Poca, M., Jiménez, Y. G., Castellanos, G., Gómez, B. M., Marchese, M., Lana, N. B., Pascual, M., Albariño, R., Barral, M. P., Pascual, J., Clavijo, A., Díaz, B., Pessacg, N. y Jobbágy, E. G. (2022). ¿De dónde viene y a dónde va el agua de las ciudades? Base de datos integrada para 243 centros urbanos argentinos. *Ecología Austral*, 32(3), 1133-1149. <https://doi.org/10.25260/EA.22.32.3.0.2028>
- Montesillo-Cedillo, J. L. (2021). Suministro de agua entubada y saneamiento en México: Una unidad inseparable. En J. I. Juan Pérez, J. L. Montesillo-Cedillo y J. J. Dimas Mojarro (Coords.), *Agua y descargas residuales sin tratar: hacia la insustentabilidad hídrica en México* (pp. 25-62). Colegio de Ciencias Geográficas del Estado de México.
- Naciones Unidas. (s.f.). *Programa 21*. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21sptoc.htm>
- Naciones Unidas. (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe* (LC/G.2681-P/Rev.3). CEPAL. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/311197/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf>
- Notimex. (2020, 7 de enero). Cierran playas en Ensenada por contaminación. *Milenio*. <https://www.milenio.com/estados/cierran-playas-en-ensenada-por-contaminacion>

- Osorio-Rivera, M. A., Carrillo-Barahona, W. E., Negrete-Costales, J. H., Loor-Lalvay, X. A. y Riera-Guachichulca, E. J. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo del Conocimiento*, VI(3), 228-245.
<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/2360>
- Padilla y Sotelo. L. S. (2016). Diversificación sectorial y proyección internacional del municipio de Ensenada, México. *Revista Transporte y Territorio*, (15), 241-273.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333047931015>
- Planta de tratamiento El Gallo opera dentro de norma. (2022, 1 de junio). *Diario Tijuana*.
<https://diariotijuana.info/2022/06/planta-de-tratamiento-el-gallo-opera-dentro-de-norma>
- Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa). (2022, 12 de agosto). ¿Qué hacemos? Gobierno de México. <https://www.gob.mx/profepa/que-hacemos>
- Redacción El Universal. (2017, 26 de marzo). Cierran playas de Ensenada por presencia de enterococos. *El Universal*.
<https://www.eluniversal.com.mx/articulo/estados/2017/03/26/cierran-playas-en-ensenada-por-presencia-de-enterococos/>
- Redacción El Vigía. (2019, 24 de enero). Cierran Playa Conalep por alta contaminación. *El Vigía*.
<https://www.elvigia.net/general/2019/1/24/cierran-playa-conalep-por-alta-contaminacion-320504.html>
- Redacción El Vigía. (2021, 16 de octubre). Continúa cerrada Playa Hermosa. *El Vigía*.
<https://www.elvigia.net/general/2021/10/16/continua-cerrada-playa-hermosa-379767.html>
- Redacción Zeta. (2020, 2 de abril). Ayuntamiento cerró Playa Hermosa en Ensenada. *Zeta*.
<https://zetatijuana.com/2020/04/ayuntamiento-cerro-playa-hermosa-en-ensenada-2/>
- Secretaría de Economía. (2013). NMX-AA-004-SCFI-2013, Análisis de agua – Medición de sólidos sedimentables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba. 13 de noviembre de 2013. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166763/NMX-AA-004-SCFI-2013.pdf>
- Secretaría de Economía. (2016a). NMX-AA-034-SCFI-2015, Análisis de agua – Medición de sólidos y sales disueltas en aguas naturales, residuales y residuales tratadas – Método de prueba. 11 de febrero de 2016. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166146/nmx-aa-034-scfi-2015.pdf>
- Secretaría de Economía. (2016b). NMX-AA-042-SCFI-2015, Análisis de agua. Enumeración de organismos coliformes totales, organismos coliformes fecales (termotolerantes) y *escherichia coli*. Método del número más probable en tubos múltiples. 11 de febrero de 2016. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/166147/nmx-aa-042-scfi-2015.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable (SMADS). (2024, 12 de septiembre). ¿Quiénes somos? https://www.bajacalifornia.gob.mx/medio_ambiente/
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales (Semarnat). (1998a). NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las

- descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. 3 de junio de 1998. <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3295/1/nom-002-semarnat-1996.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales (Semarnat). (1998b). NOM-003-SEMARNAT-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. 21 de septiembre de 1998. https://diariooficial.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4893449&fecha=21/09/1998#gsc.tab=0
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2003a). NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. 23 de abril de 2003. <https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3290/1/nom-001-semarnat-1996.pdf>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2003b). NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección ambiental.- Lodos y biosólidos.- Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final. 15 de agosto de 2003. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=691939&fecha=15/08/2003#gsc.tab=0
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2022a). NOM-001-SEMARNAT-2021, que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. 11 de marzo de 2022. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). (2022b). *¿Qué hacemos?* Gobierno de México. <https://www.gob.mx/semarnat/que-hacemos>
- Secretaría para el Manejo, Saneamiento y Protección del Agua (Seproa). (2022, 12 de agosto). *¿Quiénes somos?* Gobierno del Estado de Baja California. <https://www.bajacalifornia.gob.mx/seproa>
- Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). (2025). *Calidad del agua (nacional)*. Comisión Nacional del Agua. <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=salud>
- Sterner, T. (2007). *Instrumentos de política económica para el manejo del ambiente y los recursos naturales*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Villa Córdova, A. (2022). *Gestión y visualización de datos de usuarios del Registro Público de Derechos de Agua en Sonora, México* [Tesis de maestría, El Colegio de Sonora]. <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/handle/20.500.12984/7028>
- Walteros, J. M. y Ramírez, A. (2020). Urban streams in Latin America: Current conditions and research needs. *Revista de Biología Tropical*, 68(2), S13-S28. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68iS2.44330>
- WWAP (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas). (2017). *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, 2017. Aguas residuales. El recurso desaprovechado*. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247647>

