

Plan Regulador de Mejillones: Hacia una gestión integrada Tierra-Mar

Melisa Miranda-Correa · Consuelo Biskupovic ·
Leila Juzam · Karla Palma · Joaquín P. Moris



Plan Regulador de Mejillones: Hacia una gestión integrada Tierra-Mar

© Centro de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres
(CIGIDEN, Proyecto 1523A0009 FONDAP 2023).

Derechos reservados.

Primera edición, octubre 2025.

Autores

Melisa Miranda-Correa ^{1,2} | melisa.miranda@cigiden.cl

Consuelo Biskupovic ^{3,1} | cbiskupovic@gmail.com

Leila Juzam ¹ | leilajuz@gmail.com

Karla Palma ^{4,1} | karla.palma@uchile.cl

Joaquín P. Moris ^{5,1} | joaquin.moris@ucn.cl

¹ CIGIDEN, Centro de Investigación para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (CIGIDEN).

² Escuela de arquitectura, Facultad de Arquitectura, Diseño y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile.

³ Departamento de Antropología, Universidad Católica de Temuco.

Núcleo Milenio sobre Tecnociencia Ciudadana para la Transformación Socioambiental (CITEC) Núcleo Milenio de Ecología Histórica Aplicada para los Bosques Áridos (AFOREST).

⁴ Facultad de Comunicación e Imagen, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

⁵ Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de Ingeniería y Construcción, Universidad Católica del Norte, Avenida Angamos 0610, Antofagasta, Chile.

Editora General Serie Policy Papers CIGIDEN

Leila Juzam | leila.juzam@cigiden.cl

Edición y coordinación Serie Policy Papers CIGIDEN

Katherine Campos | katherine.campos@cigiden.cl

Diseño

Sebastián Saldaña A. | hola@sebastiansaldana.cl

Foto de portada

Luis González | lgonzalec@uc.cl

Esta publicación forma parte de la Serie Policy Papers CIGIDEN.

SERIE POLICY PAPERS CIGIDEN

Plan Regulador de Mejillones: Hacia una gestión integrada Tierra-Mar

SERIE POLICY PAPERS CIGIDEN

Plan Regulador de Mejillones: Hacia una gestión integrada Tierra-Mar

Plan Regulador de Mejillones: Hacia una gestión integrada Tierra-Mar

Melisa Miranda-Correa
Consuelo Biskupovic
Leila Juzam
Karla Palma
Joaquín P. Moris

RESUMEN EJECUTIVO

Este *policy paper* propone recomendaciones para la actualización del Plan Regulador Comunal (PRC) de Mejillones, con el objetivo de mejorar la regulación del territorio ante la alta concentración industrial y sus efectos acumulativos en la bahía. Se identifican vacíos normativos derivados de la coexistencia de múltiples Instrumentos de Planificación Territorial (IPT) y la falta de coordinación entre el PRC y la Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA), lo que dificulta una gestión integral de las actividades industriales en tierra y mar. Esto aumenta la vulnerabilidad de la comuna ante emergencias industriales, socioambientales y climáticas, lo que refuerza la necesidad de abordar este vacío desde la gestión del riesgo de desastres.

Las recomendaciones incluyen la creación de una Zona de Gestión Integrada Tierra-Mar (ZGITM), que permita regular de manera coordinada las áreas terrestres y marítimas, considerando tanto el uso del suelo como las concesiones marítimas. También se propone la implementación de normas de emisiones acumulativas, que evalúen los impactos conjuntos de todas las industrias de la región, alineadas con estándares internacionales.

Asimismo, se sugiere impulsar un sistema de monitoreo ambiental participativo y descentralizado que permita a la comunidad local, organizaciones territoriales y gobiernos subnacionales levantar datos, acceder y participar en el seguimiento continuo de los niveles de contaminación.

Marcelo Mena

CEO, at the Global Methane Hub

Exministro de Medio Ambiente,
Gobierno de Chile

PRÓLOGO

"A lo largo de mi trayectoria, como ex ministro del Medio Ambiente de Chile y como responsable de investigación en cambio climático en el Banco Mundial, he comprendido que el riesgo de desastres no es solo una suma de fenómenos físicos: es una realidad profundamente humana. Es la vida cotidiana de comunidades que enfrentan la incertidumbre climática, que pierden y reconstruyen, que planifican, imaginan y actúan para proteger aquello que da sentido a su territorio.

Chile ha aprendido a convivir con su geografía extrema. Nuestra ubicación, entre el Pacífico, la cordillera y el Cinturón de Fuego, define nuestra identidad y nuestros desafíos. Este país ha sido laboratorio natural y, al mismo tiempo, escuela de resiliencia. Pero el cambio climático ha alterado la ecuación: lo que antes llamábamos eventos excepcionales se ha convertido en una nueva normalidad de riesgo, intensidad y frecuencia crecientes.

Desde el Banco Mundial impulsamos herramientas y políticas para enfrentar esta realidad global: modelos climáticos y predictivos más precisos, sistemas de alerta temprana, índices de resiliencia para orientar inversiones públicas y privadas, instrumentos financieros para emergencias y, sobre todo, una visión centrada en la adaptación liderada desde lo local. Porque son los territorios —sus municipios, sus organizaciones comunitarias, sus científicos locales— quienes conocen sus vulnerabilidades y capacidades. El rol del Estado y de la cooperación internacional es habilitar, fortalecer y acompañar.

En Chile hemos avanzado hacia esta visión. Municipios y gobiernos regionales han comenzado a integrar la resiliencia climática en su planificación; comunidades costeras discuten soluciones basadas en la naturaleza; ciudades exploran infraestructura verde para gestionar inundaciones, islas de calor y drenaje urbano. Sin embargo, estos esfuerzos requieren ciencia, datos abiertos, infraestructura de observación y modelos meteorológicos y geoespaciales capaces de orientar decisiones estratégicas y operativas. Adaptar sin información es navegar sin cartas ni brújula.

Además, si al contexto del cambio climático le sumamos la industrialización de la costa, el escenario se complejiza y el desafío se hace mayor: urge la necesidad de adaptar la planificación costera ante la erosión acelerada, el retroceso de playas, las marejadas recurrentes y la presión sobre ecosistemas costeros fundamentales. Cerca del 40% de la población chilena vive cerca del mar, donde los impactos del cambio climático ya afectan viviendas, puertos, rutas y patrimonio natural y cultural.

Frente a estas circunstancias, el trabajo del Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN) es fundamental. CIGIDEN ha logrado articular ciencia de frontera, formación de capacidades y co-producción de conocimiento con comunidades y autoridades. Su investigación aplicada y su mirada sistémica han sido claves para avanzar hacia un Chile que no solo responde a emergencias, sino que anticipa, planifica y transforma.

Particularmente en este documento, desde CIGIDEN se hace un diagnóstico y una serie de propuestas muy acertadas, como es la creación de una Zona de Gestión Integrada Tierra-Mar (ZGITM), que permita regular de manera coordinada las áreas terrestres y marítimas, considerando tanto el uso del suelo como las concesiones marítimas. Asimismo, se propone implementar normas de emisiones acumulativas alineadas con estándares internacionales, junto con un sistema de monitoreo ambiental participativo y descentralizado que involucre activamente a comunidades locales, organizaciones territoriales y gobiernos subnacionales.

El futuro climático de Chile exige ciencia, cooperación y visión. La resiliencia no es resistencia pasiva; es capacidad de adaptación, innovación y justicia territorial. Construirla es una responsabilidad colectiva, y con este documento, CIGIDEN aporta de manera significativa en pos de cumplir ese objetivo."

SERIE POLICY PAPERS CIGIDEN

Plan Regulador de Mejillones: Hacia una gestión integrada Tierra-Mar

INTRODUCCIÓN

La comuna de Mejillones ha experimentado un crecimiento industrial significativo en las últimas décadas, consolidándose como un polo estratégico para la economía regional. Sin embargo, este desarrollo ha estado acompañado de una creciente preocupación por sus impactos ambientales y de salud pública. Estudios recientes han documentado altos niveles de contaminación en la Bahía de Mejillones, caracterizados por la acumulación de metales pesados en sedimentos y biota, la presencia de partículas de carbón y la degradación progresiva de la biodiversidad marina (Arenas, 2023).

Ante esta situación, el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) ha impulsado la elaboración de una Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA)^[1] para la bahía de Mejillones, con el objetivo de establecer estándares más estrictos para la contaminación en el ecosistema marino y regular las descargas industriales en la zona. En abril de 2025, el MMA emitió la Resolución Exenta N° 2.269, publicada en el Diario Oficial el 4 de septiembre de 2025, que da inicio a la elaboración del anteproyecto de esta norma secundaria para la protección de las aguas y sedimentos marinos de la bahía de Mejillones del Sur. Sin embargo, no es claro si no existe un mecanismo de coordinación entre el Plan Regulador Comunal (PRC), que define los usos de suelo en tierra, y la regulación ambiental marina (en este caso la NSCA), lo que genera un vacío normativo que dificulta la gestión efectiva de la contaminación.

Si bien no se han realizado estudios epidemiológicos específicos sobre los impactos de la contaminación en la salud de la población de Mejillones, las descargas de residuos industriales líquidos con altas temperaturas, hipersalinidad y carga orgánica sugieren posibles efectos negativos en la calidad del agua y en la seguridad alimentaria de los recursos marinos locales.

Este documento presenta recomendaciones estratégicas para abordar la falta de integración entre la planificación terrestre y marítima en Mejillones, proponiendo la creación de una Zona de Gestión Integrada Tierra-Mar (ZGITM). Este concepto, inspirado en la Gestión Integrada de Zonas Costeras (Barragán, 2003), busca garantizar una regulación más efectiva del territorio costero, protegiendo el medio ambiente y mitigando los riesgos derivados del desarrollo industrial.

La problemática analizada en este documento se inserta directamente en el campo de la gestión del riesgo de desastres (GRD), en tanto la concentración industrial en Mejillones no solo genera impactos ambientales acumulativos, sino que también produce condiciones de vulnerabilidad social, territorial y ecológica. La desconexión entre la planificación terrestre (Plan Regulador Comunal) y la regulación ambiental marina

[1] Norma Secundaria de Calidad Ambiental (NSCA) es aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de sustancias, elementos, energía o combinación de ellos, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para la protección o la conservación del medio ambiente, o la preservación de la naturaleza. Se diferencia de la Norma Primaria de Calidad Ambiental (NPCA) puesto que la segunda está orientada a proteger la vida y la salud de la población (Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (s. f.). *Normas de calidad ambiental primarias y secundarias*. Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA). Recuperado el 30/09/2025, de <https://sinca.mma.gob.cl/index.php/pagina/index/id/norma>

impide abordar de manera integral los riesgos derivados de la contaminación, los conflictos de uso del suelo y las posibles emergencias industriales. Desde la perspectiva de los estudios de desastres, este vacío normativo y de gobernanza representa una amenaza compleja y multiescalar, en la que los desastres no devienen únicamente de amenazas naturales, sino que son procesos sociales y territoriales que emergen de decisiones de planificación fragmentadas. Incorporar la GRD en la actualización del PRC de Mejillones no solo fortalece la capacidad de respuesta ante emergencias, sino que también contribuye a reducir vulnerabilidades estructurales, avanzar en justicia ambiental y promover un desarrollo territorial sostenible y resiliente.

CONTEXTO / PROBLEMATIZACIÓN

La alta concentración de actividades industriales en Mejillones, en una zona de sensibilidad ecológica, plantea desafíos críticos. Estudios recientes muestran que la contaminación de aire, agua y sedimentos afecta la biodiversidad y expone a la población a riesgos de salud, mientras que la falta de una normativa robusta agrava estos problemas. Tanto el MMA como el municipio enfrentan limitaciones para regular la densidad de empresas y los efectos acumulativos de sus emisiones. Aunque las empresas cumplen con su Resolución de Calificación Ambiental (RCA)², los estudios evidencian un deterioro ambiental persistente en la bahía.

Esta situación refleja una problemática más amplia que ha sido abordada desde la academia y la sociedad civil. Martínez et al. (2019, 2020) han liderado desde 2019 una serie de iniciativas que promueven la necesidad de una Ley de Costas en Chile. A través de varios *Policy Papers* (Martínez et al., 2019, 2020; Molina et al. 2021)³ y mesas de trabajo interinstitucionales, su equipo ha impulsado una transformación de la gobernanza costera, proponiendo un enfoque ecosistémico e integrado que articule la planificación territorial con la regulación ambiental marina. Esta perspectiva ha influido en el proceso de actualización de la actual Política Nacional de Uso del Borde Costero (PNUBC, promulgada originalmente en 1994, D.S. N° 475), donde se busca adoptar el concepto de "zona costera" en lugar de "borde costero", y se reconoce la necesidad de enfrentar el cambio climático y de abordar la gestión integrada de diversos ecosistemas, así como la gestión integrada del riesgo de desastres. En este contexto, la propuesta de una ZGTM para Mejillones se alinea con esta discusión nacional, aportando una herramienta concreta para vincular la planificación urbana y portuaria con la protección ambiental costera.

[2] La Resolución de Calificación Ambiental (RCA) es el acto administrativo mediante el cual la autoridad ambiental —el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)— se pronuncia sobre un proyecto o actividad que ha ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA). Está regulada por la Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y en su reglamento (D.S. N° 40/2012 del MMA).

[3] Se puede acceder a los documentos de la Serie Policy Papers de CIGIDEN a través de este enlace: <https://www.cigiden.cl/policy-papers/>

Caso / País	Instrumento / Programa	Qué integra (tierra-mar)	Resultados y aprendizajes	Lecciones exportables a Chile (ZGITM)	Referencias
Xiamen, China	Integrated Coastal Management (ICM)	Planificación urbana + uso marino; control contaminación costera; zonas portuarias y turísticas.	Primer modelo de ICM reconocido por ONU; institucionalizó la coordinación entre tierra y mar y mejoró la calidad ambiental costera.	Importancia de un marco legal y autoridad intersectorial dedicada; coordinación entre niveles de gobierno.	Qiu, W., & Jones, P. J. S. (2013) The emerging policy landscape for marine spatial planning in China. <i>Marine Policy</i> , 39, 182–191. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2012.10.007
PNCIMA, Canadá	Pacific North Coast Integrated Management Area	Gobernanza colaborativa entre comunidades indígenas, gobierno y sector marítimo; integra planificación costera y marina.	Logró acuerdos de gobernanza y estrategias ecosistémicas, con redes de áreas protegidas y manejo pesquero sostenible.	Participación vinculante de comunidades locales; instrumentos de monitoreo integrados y enfoques ecosistémicos.	Jessen, S., Ban, N. C., & Morgan, L. E. (2011). Canada's marine protected areas. <i>Marine Policy</i> , 35(5), 845–856. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2011.01.011
Brasil	GERCO – Gestión Costera Integrada	Planificación del litoral con ordenamiento urbano y regulación de usos marítimos; articulación municipal y estatal.	Fortaleció capacidades locales y redujo conflictos costeros; resultados desiguales entre estados.	Modelo descentralizado con participación social; utilidad de planes estatales vinculados a zonas marinas.	Barragán, J. M., & de Andrés, M. (2016). Analysis and trends of the world's coastal cities and urban agglomerations. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 114, 11–20. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.06.004
Benguela Current (Angola, Namibia, Sudáfrica)	Benguela Current Commission (BCC)	Ecosistema costero transfronterizo: cuencas hidrográficas, contaminación y pesca.	Marco regional para gobernanza ecosistémica; cooperación científica y política entre países.	Ejemplo de coordinación multinivel y cooperación regional; marco legal ambiental compartido.	Sowman, M., & Raemaekers, S. (2018). Socio-ecological vulnerability assessment in coastal communities. <i>Ocean & Coastal Management</i> , 161, 1–10. https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.04.017
Caribe (Islas pequeñas)	Integrated Coastal Zone Management (ICZM)	Gestión conjunta de cuencas, playas, arrecifes y pesca artesanal.	Ha reducido erosión y mejorado resiliencia costera en algunas islas; desafíos por capacidad técnica y gobernanza.	Integración de gestión de riesgos y cambio climático; enfoque adaptativo.	Pelling, M., & Uitto, J. I. (2001). Small island developing states: Natural disaster vulnerability and global change. <i>Environmental Hazards</i> , 3(2), 49–62. https://doi.org/10.1016/S1464-2867(01)00018-3

Tabla 1. Ejemplos internacionales de Zonas de Gestión Integrada Tierra-Mar (ZGITM)

Fuente: Elaboración propia (2025)



Figura 1: Empresas en Mejillones

Fuente. Elaboración propia (2025).

EVOLUCIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL EN MEJILLONES

La planificación territorial en Mejillones ha experimentado una evolución marcada por la coexistencia de siete Instrumentos de Planificación Territorial (IPT), incluyendo el PRC antiguo y sus modificaciones, el Plan Regulador Intercomunal (PRI) y diversos planes seccionales. Estos instrumentos han sido diseñados principalmente para facilitar el crecimiento industrial y portuario, consolidando a Mejillones como una pieza clave en la economía regional, según lo señalado en la presentación de la Imagen Objetivo del PRC (Municipalidad de Mejillones, 2024).

No obstante, la superposición de estos instrumentos ha generado conflictos normativos y una falta de coordinación en la regulación del territorio. El nuevo PRC busca reorganizar el espacio urbano diferenciando zonas inofensivas y zonas molestas, con la exclusión de industrias peligrosas en áreas urbanas. Sin embargo, el nuevo PRC omite la existencia del campamento Villa Internacional, pese a su alta densidad poblacional, lo que pone en evidencia las tensiones que persisten entre la planificación formal y las realidades urbanas informales, puesto que en su momento se incluyeron suelos peligrosos dentro del límite urbano.

A su vez, las empresas han manifestado preocupación por las restricciones en el uso del suelo, ya que algunas actividades podrían quedar fuera del radio urbano, aunque aún pueden solicitar excepciones al instrumento, permitiendo una flexibilización de las regulaciones. La Tabla 1, ha sido elaborada a partir de los IPT publicados en la pagina oficial de la municipalidad de Mejillones. Esta resume los IPT vigentes en Mejillones urbano, sin considerar Hornitos y Michilla, destacando las zonas específicas que define y sus modificaciones clave.

Documento	Año	Tipo	Zona Principal	Zona Geográfica o Delimitaciones Específicas	Modificaciones y Enfoque
PRC Puerto y Bahía de Mejillones	1999	PRC	Puerto y Bahía	Área del puerto y bahía de Mejillones	Consolidación y expansión de áreas portuarias e industriales
Plano Seccional Pequeña Industria	2001	Seccional	Zona de Pequeña Industria	Zona industrial entre área urbana y portuaria	Zonificación y normativa específica para industrias pequeñas y semi-industriales
Plano Seccional Costanera Sur	2005	Seccional	Costanera Sur	Sector entre Av. Almirante Latorre y borde costero	Normativa de zonificación para urbanización en borde costero
Plano Seccional Meseta	2007	Seccional	Meseta de Mejillones	Zonas Z.I.P., Z.I.M., Z.I.B. en la meseta	Normas específicas para uso de suelo y subdivisión de industria pesada y mediana
Ordenanza PRC Modificación	2013	Modificación PRC	Zona urbana y portuaria	Delimitación en Avenida Primera Industrial y Ruta B-268	Actualiza zonificación en áreas consolidadas y portuarias
PRI Oficial	2004	PRI	Borde costero, II Región	Abarca sectores de Michilla, Hornitos y Península	Estructura territorial de zonas urbanas e industriales, con énfasis en áreas de riesgo
Plano Seccional Industrial PSI1	2001	Seccional	Norte de Mejillones	Área industrial adyacente a la Ruta B-710 y el puerto	Establece normas para instalaciones de sustancias peligrosas y almacenamiento logístico

Tabla 2. Resumen de Instrumentos de Planificación Territorial en Mejillones

Fuente. Elaboración propia (2025).

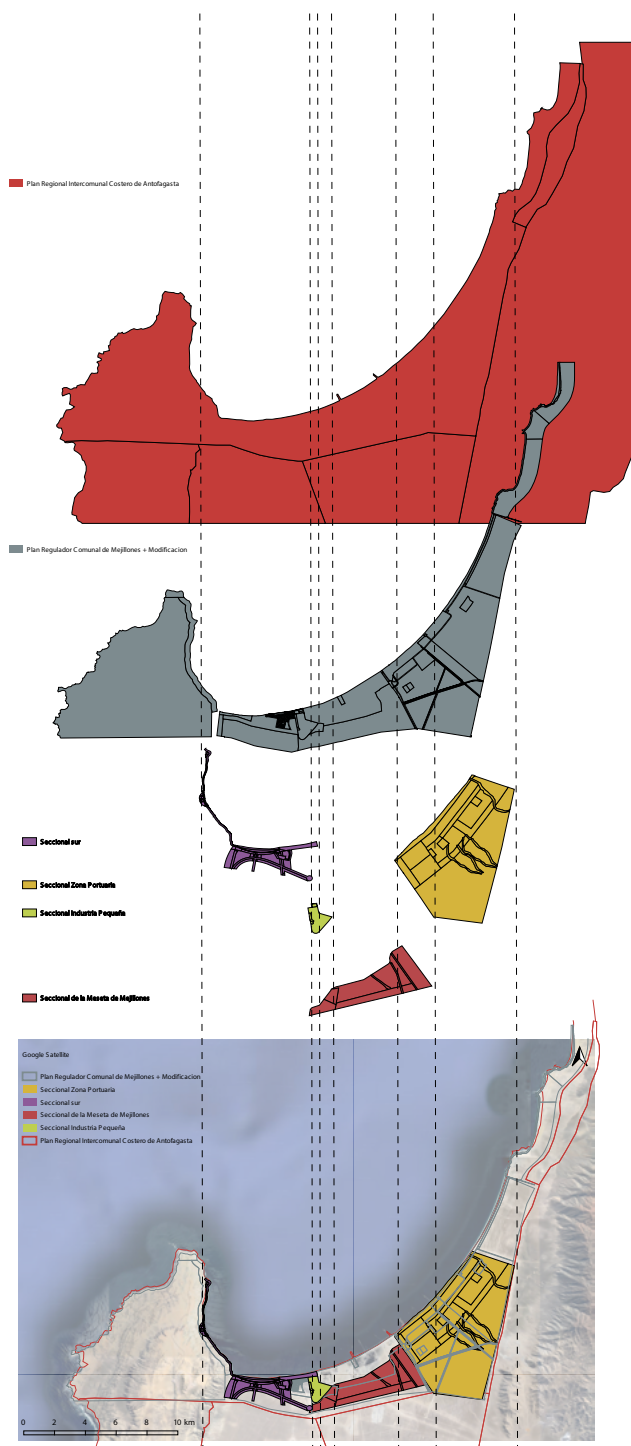


Figura 2: Distribución Espacial de los IPT en la Bahía. Desarrollado en Canva

Fuente: elaboración propia

ANÁLISIS DE ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN EN LA BAHÍA DE MEJILLONES

Durante la última década, distintos estudios elaborados por universidades, centros de investigación, organismos públicos y empresas privadas han generado una base de evidencia sólida sobre la contaminación y los procesos ecológicos en la Bahía de Mejillones. Esta revisión considera investigaciones realizadas entre 2015 y 2025, provenientes de todos los actores del territorio, incluyendo universidades, como la Universidad de Antofagasta, la Universidad Católica del Norte, y centros de investigación como el Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM) y el Centro de Investigación Científico Tecnológico para la Minería (CICITEM), instituciones estatales (MMA, Superintendencia del Medio Ambiente (SMA)) y empresas con Resolución de Calificación Ambiental vigente (Puerto Mejillones, CORPESCA, CAITÁN SpA).

Los resultados de este conjunto de estudios coinciden en describir una acumulación persistente de contaminantes, principalmente metales pesados como Cu, Zn, Pb y Cr en sedimentos y organismos marinos (Guíñez, Valdés & Castillo, 2015; Universidad de Antofagasta, 2018; Arenas, 2023; Carretero, García-Cegarra & Martínez-López, 2025), junto con la presencia recurrente de partículas de carbón derivadas de las termoeléctricas y una disminución progresiva del oxígeno disuelto (Oliva & Sanfuentes, 2016; Universidad de Antofagasta & MMA, 2019; MMA 2020). Estos factores han afectado tanto la biodiversidad bentónica como la reproducción de especies clave como la anchoveta (*Engraulis ringens*), observada como un bioindicador sensible en los estudios del CIAM (2016) y en campañas de monitoreo pesquero regionales.

Los estudios académicos subrayan que la hipoxia en la bahía tiene una base estructural, asociada a la presencia de una Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO) propia del sistema de la corriente de Humboldt (Tavera, Marchant, Muñoz & Abdala Díaz, 2022). Sin embargo, advierten que estas condiciones naturales se han intensificado por la actividad industrial: la descarga de residuos líquidos, la acumulación de materia orgánica y la resuspensión de sedimentos contaminados agravan la hipoxia costera (Berrios, Campbell & Ortiz, 2018; CICITEM, 2022).

Los informes de monitoreo ambiental de empresas, particularmente los elaborados por la Universidad Católica del Norte y EcoTecnos S.A. para Puerto Mejillones S.A., registran concentraciones de metales dentro de los límites normativos, aunque con valores más elevados en las estaciones próximas al muelle (Universidad Católica del Norte, 2015, 2018, 2021; EcoTecnos, 2018). El Estudio Oceanográfico de CORPESCA S.A. (Fuenzalida, 2015) también identifica bajas concentraciones de oxígeno en el sector industrial, mientras

que los informes recientes del CICITEM confirman la persistencia de contaminantes en sedimentos y la falta de medidas correctivas efectivas (Arenas, 2023).

En contraste, las empresas tienden a atribuir la disminución de especies marinas exclusivamente a causas naturales, vinculadas a la escasa circulación interna y la limitada renovación de aguas (Universidad Católica del Norte, 2018; CORPESCA, 2015; SMA, 2023). Sin embargo, los estudios científicos y comunitarios muestran que la baja oxigenación base de la bahía —producto de su morfología semicerrada y circulación restringida— se ve agravada por la presión industrial acumulativa (Oliva & Sanfuentes, 2016; CICITEM, 2022; Berrios et al., 2018). La evidencia más reciente sobre bioacumulación en fauna superior (Carretero et al., 2025) confirma que los contaminantes no permanecen confinados al sedimento, sino que se trasladan a niveles tróficos superiores, afectando aves residentes como el *Leucocarbo bougainvillorum*.

En el plano institucional, el Ministerio del Medio Ambiente y la Superintendencia del Medio Ambiente han reconocido la existencia de esta problemática. El Plan de Gestión Ambiental de la Bahía de Mejillones (PGABM) (MMA, 2020) y los informes de fiscalización ambiental recientes (SMA, 2023) señalan que, aunque las empresas cumplen individualmente con sus RCA, los efectos acumulativos no están siendo regulados de manera efectiva. Además, la propuesta de NSCA para la bahía, elaborada como parte del mismo plan, no se ha implementado plenamente por falta de articulación con los instrumentos de planificación territorial.

En conjunto, la revisión de estudios públicos, privados y académicos demuestra que la contaminación en la Bahía de Mejillones no puede entenderse como un fenómeno exclusivamente natural, sino como el resultado de la interacción entre condiciones oceanográficas estructurales y la intensificación industrial de las últimas décadas. La hipoxia basal explica parte de la vulnerabilidad del ecosistema, pero los vertimientos industriales, las emisiones atmosféricas y la resuspensión de metales han amplificado un proceso que sobrepasa la capacidad de resiliencia ecológica de la bahía.

Más que una falta de datos, lo que se evidencia es una fragmentación del conocimiento ambiental: existen numerosos estudios que operan de forma paralela y desarticulada, sin un sistema integrado de monitoreo ni acceso público transparente. Esto refuerza la urgencia de construir un marco regulador coordinado e interinstitucional, capaz de integrar los datos generados por universidades, organismos públicos y empresas, garantizando trazabilidad, transparencia y gestión ambiental efectiva en el territorio de Mejillones.

\$	2015	2016	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2025	Tendencia
Gobernanza y monitoreo					"MMA (2020) PGABM; base para NSCA"			"MMA (2023) NSCA / gobernanza"		
Descargas industriales y energía			"EcoTecnos (2018) Descarga técnica; Ag/Pb en sedimento / Aumento de temperatura y metales cerca del muelle"				"Kaffman (2022) Descarga técnica y cloro (Angamos) / Aumento de temperatura (+8 °C) cloro y materia orgánica en fondo"	"SMA (2023) Fiscalización desaladora CATTÁN / Cumplimiento formal de RCA, sin impactos detectados aún pero falta monitoreo continuo"		↗ Aumento de temperatura o contaminantes / ↘ Estable
Oxígeno e hipoxia		"Fuenzalida (2015) OD (Oxígeno Disuelto) < 2 mL/L; ZMO (Zona de Mínimo Oxígeno) persistente ↘"					"Tavera et al. (2022) Foraminíferos (tipo de protista que vive en el plancton); intensificación hipoxia ↘"			↘ Disminución de oxígeno / intensificación hipoxia
Biota marina y biodiversidad	"UCN (2015) Emerica, Choromytilus, Argopecten / Disminución en diversidad cerca del puerto"	"CIAM (2016) Huevos/larvas de anchoveta; varazones masivas / Alta mortalidad por hipoxia"	"UCN (2018) Bioacumulación estable en E. analoga / ↘ Tendencia estable"				"Tavera et al. (2022) Microfauna indicadora de microxia / Reducción de oxígeno, cambio en composición"		"Carretero et al. (2025) Cu, Zn, Cr en aves guanay / Acumulación de metales en fauna superior"	↘ Reducción biodiversidad / ↗ Aumento bioacumulación / ↘ Estable
Parámetros físico-químicos	"UCN (2015) pH, SST (Sea Surface Temperature), turbidez, sólidos"		"UCN (2018) SST, OD, REDOX (Potencial de oxidación-reducción), granulometría ↘"	"MMA & UA (2019) Nutrientes, clorofila, coliformes ↗"	"MMA (2020) Condiciones base agua/sedimento ↗"	"UCN (2021) pH, OD, SST; hipoxia de fondo ↗"				↗ o ↘ según variación respecto a condiciones base
Metales pesados y sedimentos	"Gutiérrez et al. (2015) Zn, Cu, Cd en sedimento; Factor de Bioacumulación en *E. analoga* ↗"		"UCN/EcoTecnos (2018) Cu, Zn, Pb altos cerca del muelle ↗"	"MMA & UA (2019) As, Cd, Cu (MAR-02/03: estación de monitoreo) ↗"		"UCN (2021) Pb 20.7 mg/kg; Zn 56.8 mg/kg ↗"		"Arenas (2023) As, Cd, Pb en biota; zonas críticas ↗"		↗ Aumento concentración / ↘ Estable / ↘ Disminución leve

Tendencias

Variables clave

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado	Relevancia en Mejillones
↗	Aumento / intensificación (contaminantes, temperatura, bioacumulación)	OD	Oxígeno Disuelto	Indica hipoxia/anoxia (menor a 2 mL/L es crítica)
↘	Disminución (oxígeno, biodiversidad, especies sensibles)	ZMO	Zona de Mínimo Oxígeno (25–50 m)	Capa persistente de baja oxigenación que favorece acumulación de contaminantes
↔	Estabilidad / sin variación significativa	SST	Sea Surface Temperature	Temperatura superficial del mar; sube por descargas térmicas
		REDOX	Potencial de oxidación-reducción	Mide si el ambiente libera o retiene metales en el sedimento
		FBA	Factor de Bioacumulación	Cuánto metal absorbe un organismo respecto al medio (E. analoga usada como indicador)

Tabla 3. Resumen de los últimos 10 años de estudios publicados acerca de la bahía de Mejillones

Fuente: elaboración propia

PROBLEMATIZACIÓN SOBRE LA REGULACIÓN AMBIENTAL Y LA CONCENTRACIÓN DE EMPRESAS EN MEJILLONES

Como mencionábamos anteriormente, Mejillones enfrenta una superposición de siete IPT, incluyendo el PRC antiguo y sus modificaciones, lo que dificulta la regulación y gestión del territorio.

El problema central radica en que la actual normativa permite actividades industriales sin evaluar sus impactos acumulativos. Si bien la nueva zonificación busca ordenar los usos del suelo, no hay una integración clara con la NSCA, la cual regula los impactos ambientales en la bahía. Actualmente, el PRC regula lo que ocurre en tierra, mientras que la NSCA regula lo que ocurre en el mar, sin una coordinación efectiva entre ambas. Esta falta de articulación crea un vacío normativo que impide abordar de manera integral los efectos de la concentración industrial en Mejillones. Este vacío normativo también impide tener una clara medición sobre el aire que respira o el agua que bebe la población, lo que sugiere un análisis más integral de la contaminación, que no seccione el territorio, considerando que la contaminación es multifactorial.

Además, durante la presentación de la imagen objetivo del PRC, representantes de la industria manifestaron su preocupación por las restricciones al uso de suelo y la posible pérdida de permisos para ciertas actividades. Si bien se les indicó que deberían trasladar sus operaciones fuera del radio urbano, aún pueden solicitar excepciones al instrumento, lo que podría debilitar las restricciones propuestas y perpetuar la expansión industrial en zonas críticas.

IMPLICACIONES DE LA FALTA DE COORDINACIÓN ENTRE EL PRC Y LA REGULACIÓN MARÍTIMA

Más allá de la zonificación del PRC, el desafío regulatorio en Mejillones radica en la desconexión entre la normativa terrestre y la marítima. Actualmente, las industrias pueden operar simultáneamente en ambas áreas sin cumplir con un estándar de impacto acumulativo. Esto significa que, aunque el PRC restrinja ciertas actividades industriales en tierra, las empresas pueden seguir operando en el mar sin una regulación equivalente.

Para abordar este problema, planteamos la necesidad de establecer una ZGITM, inspirado en el trabajo de Barragán (2003). El autor explica que las Zonas de Gestión Integrada Zona Costera (ZGIZC) buscan coordinar la planificación

y gestión de los recursos costeros considerando conjuntamente los sistemas terrestres y marinos. Según el texto, la integración de estos sistemas es crucial para evitar impactos negativos derivados de enfoques sectoriales y fragmentados en la gestión del litoral.

Barragán destaca que la costa es una frontera entre dos sistemas interdependientes, el terrestre y el marino, y que ambos deben ser gestionados de manera conjunta a través de un marco de planificación integrado. Además, enfatiza la necesidad de adoptar un enfoque que combine conservación y desarrollo sostenible en las zonas costeras, abordando tanto los usos terrestres como marítimos bajo una misma estrategia.

Este concepto se alinea con la necesidad identificada en Mejillones de coordinar el PRC, que regula el uso del suelo en tierra, con la NSCA para la Bahía, que establece estándares para la calidad del agua y las actividades industriales en el mar. La falta de integración entre estos dos instrumentos genera vacíos regulatorios que dificultan la gestión de la contaminación y la conservación de la biodiversidad marina.

DESAFÍO REGULATORIO

El principal desafío para Mejillones es actualizar su marco regulatorio para enfrentar las siguientes necesidades:

FALTA DE ARTICULACIÓN ENTRE INSTRUMENTOS NORMATIVOS

Actualmente, la planificación urbana-terrestre (PRC) y la regulación marítima (concesiones, NSCA) operan de forma disociada, lo que impide una gestión integrada del borde costero. Esta fragmentación permite la acumulación de actividades contaminantes sin evaluación conjunta del impacto.

AUSENCIA DE ZONAS DE PROTECCIÓN COORDINADAS

No existen mecanismos que limiten o reordenen las actividades industriales en áreas sensibles tanto del territorio marítimo como terrestre. Esto impide proteger sectores residenciales y ecosistemas de alto valor ambiental.

CARENCIA DE REGULACIÓN SOBRE EMISIONES ACUMULATIVAS

La evaluación de impacto ambiental actual se realiza por proyecto individual, sin considerar el efecto combinado de múltiples industrias. Esto debilita los esfuerzos de control sobre metales pesados, dióxidos y otros contaminantes peligrosos.

Integrar la GRD en estos mecanismos fortalece la prevención y respuesta a potenciales desastres derivados de la concentración industrial y sus impactos acumulativos.

RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

CREAR UNA ZONA DE GESTIÓN INTEGRADA TIERRA-MAR (ZGITM)

Incorporar la ZGITM en el nuevo PRC como una figura que permita ordenar usos y normativas tanto en tierra como en mar. Esta zona debiese ser reconocida también en la legislación marítima, articulando límites de emisión, criterios ambientales y restricciones de uso según sensibilidad ecosistémica.

ESTABLECER UNA NORMA DE EMISIONES ACUMULATIVAS

El Ministerio del Medio Ambiente debe avanzar en una norma secundaria o estándar específico para emisiones industriales acumuladas en bahías cerradas como Mejillones. Esto permitirá regular concentraciones de SO_2 , NO_x y metales pesados considerando su impacto conjunto.

INTEGRAR PLANIFICACIÓN TERRESTRE Y MARÍTIMA

Incorporar un mecanismo intersectorial que permita que los permisos, planes y normas marinas dialoguen con los usos de suelo definidos en el PRC, considerando no solo la localización sino la carga total de contaminación permitida.

FORTALECIMIENTO DEL MONITOREO AMBIENTAL Y DESCENTRALIZACIÓN EN LA GESTIÓN DEL RIESGO

Impulsar un sistema de monitoreo ambiental participativo y descentralizado que permita a la comunidad local, organizaciones territoriales y gobiernos subnacionales levantar datos, acceder y participar en el seguimiento continuo de los niveles de contaminación. Esto requiere ampliar las capacidades técnicas y jurídicas a nivel local para fiscalizar, informar y exigir el cumplimiento de estándares ambientales.

La evidencia científica disponible demuestra que los impactos acumulativos de la actividad industrial no han sido suficientemente regulados ni mitigados. Fortalecer las capacidades locales no solo permite una respuesta más rápida ante eventos críticos, sino que también promueve mayor transparencia, legitimidad y control democrático sobre la gestión del

territorio. Este enfoque está alineado con los principios de descentralización y empoderamiento local reconocidos en la política nacional de cambio climático actual (Ley Marco de Cambio Climático (Ley N° 21.455) y las agendas internacionales de sostenibilidad.

Se sugiere robustecer las capacidades técnicas y jurídicas de los municipios y comunidades locales para participar activamente del monitoreo ambiental de la bahía, mediante observatorios ciudadanos, convenios con universidades y un sistema público de acceso a los datos de calidad ambiental. Estas acciones deben articularse con los instrumentos del Estado, avanzando hacia una gobernanza más descentralizada y vinculante que permita mejorar la capacidad de respuesta ante eventos contaminantes o infracciones ambientales.

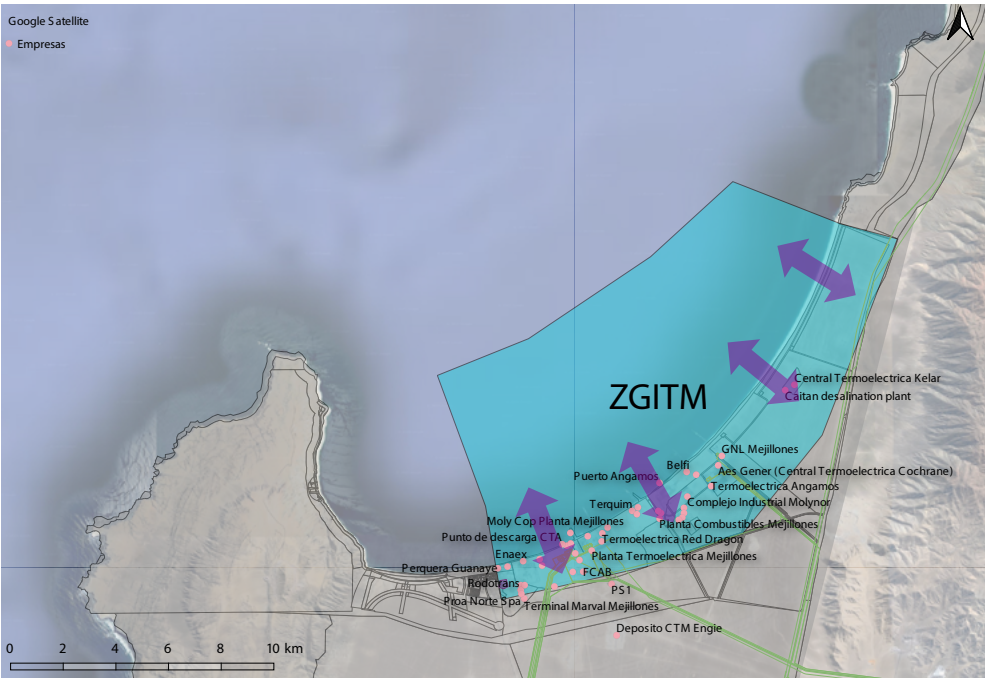


Figura 4: Imagen referencial de una ZGITM sobre la zona portuaria e industrial

Nota. Elaboración propia (2025).

REFERENCIAS

- Barragán Muñoz, J. M. (2003). *Medio ambiente y desarrollo en áreas litorales: Introducción a la planificación y gestión integradas*. Cádiz: Servicio de Publicaciones, Universidad de Cádiz.
- Martínez, C., Arenas, F., Bergamini, K., & Urrea, J. (2019). *Hacia una ley de costas en Chile: Criterios y desafíos en un contexto de cambio climático*. Serie Policy Papers CIGIDEN. Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN). <https://www.cigiden.cl>
- Martínez, C., Martínez, I., Paredes, C., & Cienfuegos, R. (2020). *¿Por qué Chile necesita una ley de costas? Hacia una nueva gobernanza de la costa para el siglo XXI*. Serie Policy Papers CIGIDEN. Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN). <https://www.cigiden.cl>
- Ministerio del Medio Ambiente. (2025, 4 de septiembre). *Resolución Exenta N.º 2269: Da inicio al proceso de elaboración del anteproyecto de norma secundaria de calidad ambiental para las aguas y sedimentos marinos de la Bahía de Mejillones del Sur*. Diario Oficial de la República de Chile. <https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2025/09/04/44242/01/2694623.pdf>
- Molina, F., Martínez, C., Tironi, M., & Guerra, F. (2021). *Hacia una nueva Ley de Costas: desafíos y aprendizajes de la Ley Lafkenche*. Serie Policy Papers CIGIDEN. Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN). <https://www.cigiden.cl>
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* (Resolución A/RES/70/1). Naciones Unidas. <https://sdgs.un.org/2030agenda>

INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL (IPT)

- Municipalidad de Mejillones. (1999). Plan Regulador Comunal del Puerto y Bahía de Mejillones.
- Municipalidad de Mejillones. (2001). Plano Seccional Pequeña Industria de Mejillones.
- Municipalidad de Mejillones. (2005). Plano Seccional Costanera Sur de Mejillones.
- Municipalidad de Mejillones. (2007). Plano Seccional Meseta de Mejillones.
- Municipalidad de Mejillones. (2013). Ordenanza Modificación del Plan Regulador Comunal de Mejillones.
- Municipalidad de Mejillones. (2023). Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) 2023-2033.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (s.f.). Plan Regulador Intercomunal de Mejillones (PRI).
- Municipalidad de Mejillones. (s.f.). Plano Seccional Industrial PSI1 de Mejillones.
- Municipalidad de Mejillones. (2024). *Etapa 3.2: Resumen ejecutivo Imagen Objetivo. Modificación del Plan Regulador Comunal de Mejillones*. Consultora Surplan. Recuperado de https://prcmejillones.cl/wp-content/uploads/2024/10/PRCM_ET3.2_Resumen-Ejecutivo_Imagen-Objetivo.pdf

ESTUDIOS DE CONTAMINACIÓN EN LA BAHÍA DE MEJILLONES

- Arenas Díaz, F. (2023, julio). *Programa de Monitoreo Bahía Mejillones: Análisis y diagnóstico para una Norma Secundaria de Calidad Ambiental en Bahía Mejillones del Sur*. Centro de Investigación Científico Tecnológico para la Minería (CICITEM). Presentación técnica.
- Berrios, F., Campbell, D. E., & Ortiz, M. (2018). *Emergy-based indicators for evaluating ecosystem health of coastal bays*. Ecological Indicators, 95, 379–393. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.07.055>
- Carretero, J., García-Cegarra, A. M., & Martínez-López, E. (2025). *Heavy metals and trace elements in a threatened population of *Leucocarbo bougainvillorum* from an industrialized bay in the Humboldt Current System, Chile*. Journal of Trace Elements in Medicine and Biology, 92, 127749. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2025.127749>
- Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM) & Universidad de Antofagasta. (2016). *Reporte N° 4: Evaluación de la condición de la Bahía de Mejillones*. CIAM Chile. <http://www.ciamchile.cl>

- CIAM. (2016). *Boletín Mensual N°8: Condición biológico-pesquera y ambiental en la XV, I y II Región*. Centro de Investigación Aplicada del Mar, Antofagasta, Chile.
- EcoTecnos S.A. (2018). *Programa de Vigilancia Ambiental – Monitoreo 22: Fase de Operación. Ampliación de las Instalaciones Portuarias de Puerto Mejillones*. Informe técnico para Puerto Mejillones S.A.
- Fuenzalida, R. (2015). *Estudio Oceanográfico en la Bahía Mejillones en el sector frente a las instalaciones de CORPESCA S.A.* Universidad Arturo Prat, Facultad de Recursos Naturales Renovables.
- Guíñez, M., Valdés, J., & Castillo, A. (2015). *Contenido de metales en sedimentos y en Emerita analoga (Stimpson, 1857), en bahía Mejillones del Sur, Chile*. Latin American Journal of Aquatic Research, 43(1), 94–106. <https://doi.org/10.3856/vol43-issue1-fulltext-9>
- Kaffman Barba, M. J. (2022). *Observación ciudadana en el proceso de revisión de la RCA Central Termoeléctrica Angamos, Región de Antofagasta*. Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Mejillones.
- Kaffman Barba, M. J. (2023). *Revisión de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) de la Central Termoeléctrica Mejillones – CTM 2*. Informe ciudadano presentado ante el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Región de Antofagasta.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA) & Universidad de Antofagasta. (2019). *Diagnóstico y monitoreo ambiental de la Bahía Mejillones del Sur: Informe final*. OE2: Resultados de monitoreo (Programa GOA001).
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2020). *Plan de Gestión Ambiental de la Bahía de Mejillones (PGABM). Informe Final*. Gobierno Regional de Antofagasta y Universidad de Antofagasta.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2023). *Informe Final Acción Quintero–Puchuncaví 2023*. Gobierno de Chile. <https://mma.gob.cl>
- Oliva López, J., & Sanfuentes Santos, F. (2016, septiembre). *Evaluación de la condición oceanográfica y biológica en la Bahía Mejillones en la zona norte de Chile. Informe final*. Centro de Investigación Aplicada del Mar (CIAM).
- Superintendencia del Medio Ambiente (SMA). (2023). *Informe Técnico de Fiscalización Ambiental DFZ-2023-204-II-RCA*. Fiscalización de la unidad CAITÁN SpA – Planta Desalinizadora y Suministro de Agua Industrial. SMA Antofagasta. <https://snifa.sma.gob.cl/SeguimientoAmbiental/Ficha/1008739>
- Tavera Martínez, L., Marchant, M., Muñoz, P., & Abdala Díaz, R. T. (2022). *Spatial and vertical benthic foraminifera diversity in the oxygen minimum zone of Mejillones Bay, Northern Chile*. Frontiers in Marine Science, 9, 821564. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.821564>
- Universidad Católica del Norte & Ceamar SpA. (2021). *Programa de Seguimiento del Medioambiente Marino – Ampliación de las Instalaciones Portuarias de Puerto Mejillones, Etapa de Operación*. Campaña Verano 2021. Informe técnico para Puerto Mejillones S.A.
- Universidad Católica del Norte. (2015). *Programa de Seguimiento del Medio Ambiente Marino: Ampliación de las Instalaciones Portuarias de Puerto Mejillones – Etapa de Operación*. Campaña Invierno 2015. Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, para Puerto de Mejillones S.A.
- Universidad Católica del Norte. (2015). *Programa de Seguimiento del Medio Ambiente Marino: Ampliación de las Instalaciones Portuarias de Puerto Mejillones – Etapa de Operación*. Campaña Verano 2015. Departamento de Biología Marina, Facultad de Ciencias del Mar, para Puerto de Mejillones S.A.
- Universidad Católica del Norte. (2018). *Programa de Seguimiento del Medio Ambiente Marino – Campaña Invierno 2018*. Informe técnico para Puerto Mejillones S.A.
- Universidad de Antofagasta. (2018). *Diagnóstico y monitoreo ambiental de la Bahía Mejillones del Sur. Informe final*. Gobierno Regional de Antofagasta, Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR).



Este documento fue elaborado por el Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres, CIGIDEN (Proyecto 1523A0009 FONDAP 2023).

SOBRE CIGIDEN

CIGIDEN es un centro de excelencia FONDAP-ANID creado en 2011 e integrado por cuatro universidades de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Técnica Federico Santa María, Universidad Andrés Bello y Universidad Católica de Norte, más la colaboración de investigadores de otras instituciones académicas y gubernamentales tanto nacionales como internacionales.

Investigadores de diferentes disciplinas –ciencias de la tierra, ingenierías, ciencias sociales, geografía, economía, diseño, arquitectura, urbanismo y comunicaciones–, trabajan en CIGIDEN para generar conocimiento que permita evitar que los eventos extremos de la naturaleza se transformen en desastres.

Esta mirada interdisciplinaria ha promovido una profunda transformación académica, avanzando desde el estudio de las amenazas naturales y la respuesta de emergencia, hacia una perspectiva integral centrada en la reducción del riesgo de desastres y la construcción de resiliencia.



CIGIDEN, es una institución de excelencia FONDAP-ANID creada en 2011 e integrada por cuatro universidades chilenas. La Serie Policy Papers CIGIDEN tiene como objetivo traducir la investigación que se realiza en el centro, en documentos cortos y direccionados estratégicamente a la política pública, para así posicionar la temática de gestión del riesgo en el mundo de los tomadores de decisiones.



CIGIDEN

www.cigiden.cl