

El Alto Maule como sistema complejo: ordenamiento territorial y planificación ecológica para la gestión integrada de la cuenca (Región del Maule, Chile)

Manuel Riquelme Elgueta¹

Edmond Khzam Díaz²

¹ Alumno-ayudante Cátedra de Geomática Aplicada, Escuela de Ingeniería en Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Católica del Maule. Los Niches, Curicó, Chile.

² Docente part-time, Escuela de Ingeniería en Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Católica del Maule. Los Niches, Curicó, Chile.

Correspondencia: manuel.riquelme@alumno.ucm.cl

Resumen

Este artículo analiza el Ordenamiento Territorial (OT) aplicado a los recursos naturales desde la Teoría General de Sistemas (TGS), tomando como caso de estudio la subcuenca del Alto Maule (Región del Maule, Chile). Se examina el OT como herramienta político-técnica orientada al desarrollo sostenible mediante la integración de los subsistemas biofísico, económico, social e institucional. Se identifica una brecha normativa crítica en los territorios rurales chilenos: mientras las áreas urbanas cuentan con instrumentos consolidados (PRC, PRI, PNOT), la falta de regulación específica, agravada por disposiciones de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC), ha facilitado la fragmentación de hábitats y la pérdida de ecosistemas. Bajo un enfoque de planificación ecológica se propone incorporar servicios ecosistémicos e infraestructura ecológica para mitigar procesos de entropía y desequilibrios territoriales. El Alto Maule se caracteriza como un sistema complejo sometido a altas presiones antrópicas —principalmente hidroeléctricas, turismo y expansión de comunidades—, cuyo análisis revela la necesidad de una visión sistémica alineada con metodologías de proyectos GEF de Montaña. Se presenta una propuesta metodológica de planificación ecológica que articula identificación de actores, levantamiento ambiental, análisis de usos de suelo, detección de conflictos y definición de objetivos ambientales zonificados (OAZ), corredores ecológicos y regulación de intervenciones. Los resultados subrayan que solo una gestión integrada de los flujos de materia y energía permitirá reducir los conflictos socioambientales y las brechas de planificación vigentes en la cuenca.

Palabras clave: *ordenamiento territorial; teoría general de sistemas; planificación ecológica; cuenca del Maule; servicios ecosistémicos; infraestructura ecológica*

Abstract

This article analyzes Territorial Planning (OT) applied to natural resources through General Systems Theory (GST), using the Upper Maule sub-basin (Maule Region, Chile) as a case study. OT is examined as a political-technical tool aimed at sustainable development through the integration of biophysical, economic, social and institutional subsystems. A critical regulatory gap is identified in Chilean rural territories: while urban areas have consolidated instruments (PRC, PRI, PNOT), the lack of specific regulation, aggravated by provisions of the General Law of Urbanism and Constructions (LGUC), has facilitated habitat fragmentation and ecosystem loss. Under an ecological planning approach, the incorporation of ecosystem services and ecological infrastructure is proposed to mitigate entropy processes and territorial imbalances. The Upper Maule is characterized as a complex system under high anthropogenic pressures —mainly hydroelectric, tourism and community expansion—, whose analysis reveals the need for a systemic vision aligned with GEF Mountain project methodologies. A methodological proposal for ecological planning is presented, articulating stakeholder identification, environmental assessment, land-use analysis, conflict detection and the definition of zoned environmental objectives (OAZ), ecological corridors and intervention regulation. Results underline that only an integrated management of matter and energy flows will reduce socio-environmental conflicts and the planning gaps currently existing in the basin.

Keywords: *territorial planning; general systems theory; ecological planning; Maule basin; ecosystem services; ecological infrastructure*

1. Introducción

El ordenamiento territorial (OT) constituye una herramienta político-técnica orientada a organizar la ocupación del espacio geográfico de manera sostenible, con el objetivo de ajustar las características de las actividades humanas a las capacidades de carga y de regeneración del territorio (FAO, 2025). En Chile, históricamente, el OT ha evolucionado prioritariamente como instrumento de desarrollo urbano orientado a la producción y la economía (Márquez Poblete y Veloso Pérez, 2020). El sistema de planificación territorial se articula mediante instrumentos de escala administrativa,

entre los que destacan el Plan Regulador Comunal (PRC), los Planes Reguladores Intercomunales (PRI) y la Política Nacional de Ordenamiento Territorial (PNOT) (SUBDERE, s.f.).

No obstante, persiste una deuda significativa en la regulación de los territorios rurales. A diferencia de las áreas urbanas, que cuentan con normativas e instrumentos consolidados, la ausencia de regulación específica en zonas rurales ha facilitado la fragmentación de hábitats y la pérdida de ecosistemas. En este contexto, la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC) ha sido objeto de polémica, al permitir el desarrollo de construcciones en suelos rurales fuera de planes normados, lo que refleja una carencia de integración sistémica del territorio que no considera adecuadamente los subsistemas ecológicos (Schuster-Olbrich, 2024).

La planificación ecológica emerge como respuesta a estas limitaciones. Mantiene una estrecha relación con la Teoría General de Sistemas (TGS), al concebir el territorio como un sistema complejo formado por elementos interrelacionados que integran variables biofísicas, económicas, sociales e institucionales. Incorpora conceptos clave como los servicios ecosistémicos —los beneficios directos e indirectos que los ecosistemas proporcionan a la sociedad— y la infraestructura ecológica (MMA, s.f.; MMA, 2020). En Chile, esta necesidad se acentúa en los ecosistemas de alta montaña, particularmente en cuencas hidrográficas sometidas a elevadas tasas de intervención en los procesos de transferencia de energía, como ocurre en el río Maule por la presencia de centrales hidroeléctricas.

En este marco, los proyectos GEF de Montaña proponen metodologías orientadas a la gestión sostenible e integrada del territorio con énfasis en los servicios ecosistémicos. El presente trabajo se propone analizar el sistema territorial del Alto Maule de manera integral, caracterizando sus subsistemas y flujos, evaluando las presiones antrópicas y formulando una propuesta metodológica de planificación ecológica que permita mitigar los impactos de la presión humana y fortalecer la gobernanza local.

2. Marco teórico

2.1. La Teoría General de Sistemas y el territorio

La Teoría General de Sistemas, propuesta por Ludwig von Bertalanffy, constituye un modelo útil para interpretar fenómenos complejos mediante el análisis de los componentes y las relaciones existentes entre ellos (Padilla-Rodríguez, 2025). Su principal aporte radica en la integración de los elementos bajo el comportamiento de un sistema dependiente de sus subsistemas, considerando las interacciones y flujos que se generan entre los componentes. En el ámbito territorial, estos componentes se asocian a los subsistemas biofísicos, económicos, sociales e institucionales, los cuales no operan de manera aislada, sino que intercambian energía, materia e información, configurando un sistema abierto (Bertoglio, 1992).

Desde esta perspectiva, el territorio puede entenderse como un sistema compuesto por múltiples elementos que interactúan de manera dinámica mediante el traspaso de flujos de materia y energía. Al articular la TGS con el análisis territorial, no solo se consideran los flujos físicos (agua, sedimentos, nutrientes), sino también las relaciones sociales y el traspaso de información entre actores (Cathalifaud y Osorio, 1998). Esta visión sistémica supera el enfoque sectorial tradicional y permite comprender que cualquier intervención sobre un componente genera efectos en cascada sobre el resto del sistema.

2.2. Conceptos clave desde la TGS aplicados al territorio

Subsistemas. Son las distintas unidades o componentes de un sistema territorial, con funciones específicas dentro del todo. En los sistemas territoriales se identifican los subsistemas económicos, sociales, biofísicos y administrativos (Cathalifaud y Osorio, 1998). Cada uno mantiene relaciones de dependencia e interdependencia con los demás.

Flujos. Término que refiere a las transferencias dentro del sistema territorial. En un espacio geográfico pueden definirse como flujos de agua, flujos de sedimentos, movimientos de masas, población y migración de especies entre ecosistemas. En un sistema territorial, los flujos representan los procesos ecológicos, productivos y sociales (Odum y Barrett, 2005).

Entropía. Concepto originado en la física para medir el grado de desorden o aleatoriedad de un sistema (Bertoglio, 1992). Desde la TGS, los territorios se encuentran en constantes procesos de transformación y desorden debido a factores antrópicos o geológicos. Una mayor entropía incrementa la probabilidad de pérdida de estabilidad y fragmentación ambiental. Una planificación adecuada contribuye a disminuir este desorden al introducir mecanismos de regulación y coordinación entre subsistemas.

Orden. Estado en el cual la disposición metódica de los elementos armoniza el sistema. En los territorios se alcanza cuando los subsistemas mantienen relaciones estables y coordinadas. En la planificación territorial se traduce en una gestión integrada que evita el desequilibrio y reduce la entropía del sistema.

2.3. Planificación ecológica y servicios ecosistémicos

La planificación ecológica incorpora metodologías orientadas a evaluar el territorio, entre las que destacan la evaluación ecológica, los Objetivos Ambientales Zonificados (OAZ) y la infraestructura ecológica (MMA, 2020). Su principal pilar es el enfoque en los servicios ecosistémicos y el patrimonio biológico, lo que permite orientar el territorio hacia un desarrollo equilibrado concebido como un sistema único. Al integrar estos conceptos, se fortalece la capacidad del territorio para un desarrollo sostenible.

Los servicios ecosistémicos —definidos como los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas— incluyen servicios de provisión (agua, alimentos, materias primas), de regulación (regulación hídrica, control de erosión, secuestro de carbono), culturales (recreación, turismo, identidad cultural) y de soporte (formación de suelos, ciclos de nutrientes) (MMA, s.f.). En cuencas de alta montaña como el Alto Maule, los servicios de regulación hídrica y de soporte de biodiversidad adquieren una relevancia crítica, tanto para las comunidades locales como para los usuarios aguas abajo.

El ordenamiento territorial, desde una visión sistémica, busca integrar todas las variables de un sistema complejo. Los actores que intervienen sobre el territorio no pueden analizarse como elementos aislados, sino como componentes insertos en un flujo constante de materia, información y energía. Esta perspectiva resulta especialmente pertinente para el análisis de cuencas hidrográficas, donde las intervenciones aguas arriba generan efectos acumulativos aguas abajo.

3. El problema territorial del Alto Maule

3.1. Caracterización del sistema territorial

En la región del Maule, los conflictos territoriales asociados a las cuencas hidrográficas constituyen un problema recurrente. La región alberga dos importantes sistemas hidrográficos: la cuenca del Mataquito y la cuenca del río Maule, esta última la tercera de mayor extensión territorial del país (DGA, 2024). La zona denominada Alto Maule ha sido un territorio sometido a la influencia de diversos actores que presionan los sistemas allí ubicados.

La subcuenca del Alto Maule se localiza en la zona andina de la comuna de San Clemente, Región del Maule. Constituye un espacio de alta complejidad ecológica y social, caracterizado por la presencia de cuerpos lacustres de origen glacial y volcánico (Laguna del Maule, Laguna Caracol), un sistema volcánico activo (Complejo Volcánico Descabezado, volcán Calabozos) y ecosistemas de estepa andina de alto valor de conservación. La Figura 1 muestra los límites de la subcuenca.

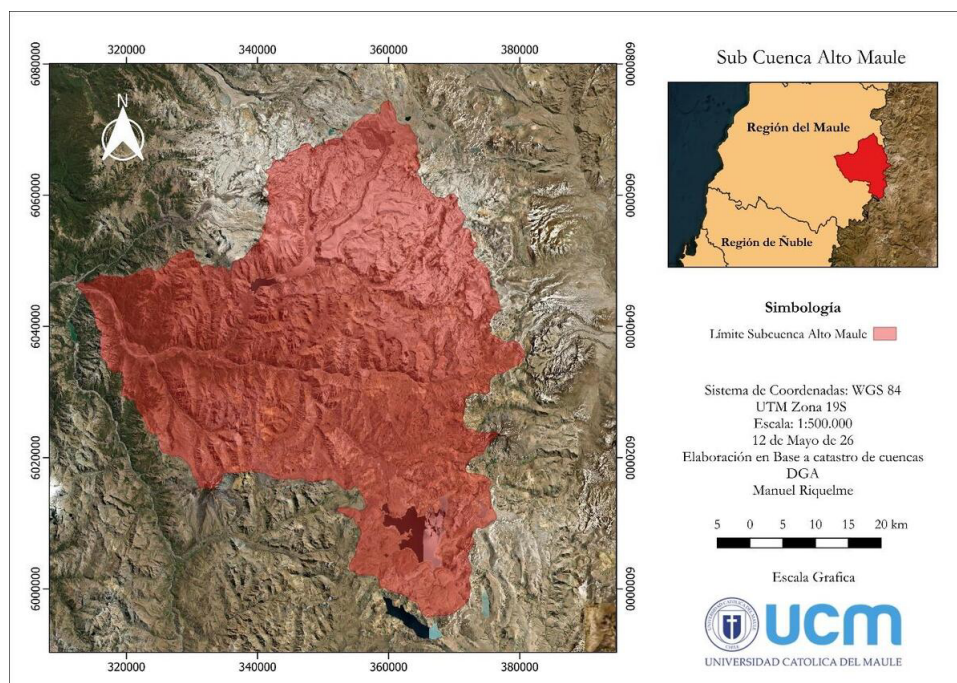


Figura 1. Límites de la Subcuenca Alto Maule. Elaboración a partir de catastro de cuencas DGA.

Los principales subsistemas que interactúan en la subcuenca pueden sintetizarse de la siguiente manera (Figura 2):

Subsistema	Componentes principales
Biofísico	Laguna del Maule, río Maule, volcán Calabozos, Laguna Caracol, Complejo Volcánico Descabezado, ecosistema de estepa andina
Económico	Central hidroeléctrica Los Cóndores, plantaciones forestales, tierras agrícolas, turismo de montaña
Social	Agricultores, comunidades locales, población flotante vinculada al turismo
Administrativo	Marco regulatorio de la Municipalidad de San Clemente, instrumentos regionales de planificación

Tabla 1. Componentes de los subsistemas del Alto Maule.

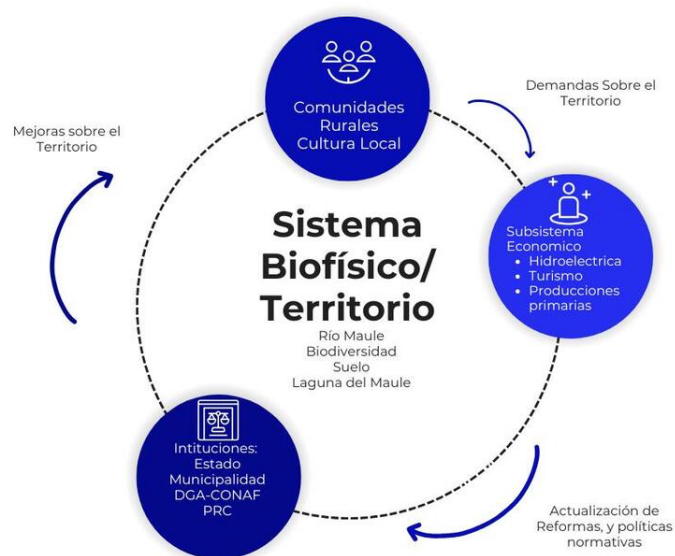


Figura 2. Demandas sobre el territorio y relaciones entre subsistemas en el Alto Maule.

3.2. Presiones antrópicas y conflictos socioambientales

Entre los actores que han ejercido mayor presión destacan el sistema hidroeléctrico, las comunidades locales, el turismo, los ecosistemas de montaña y la institucionalidad pública. La creciente intervención sobre los ecosistemas de la cuenca, asociada a la presión antrópica, ha modificado el equilibrio del sistema, evidenciando un conflicto entre el desarrollo territorial y la conservación de ecosistemas.

Desde la TGS, la cuenca del Alto Maule constituye un sistema complejo en el que las modificaciones en un componente generan efectos sobre los sistemas aledaños. Cuando se intervienen excesivamente estos ecosistemas de montaña — que cumplen funciones esenciales como la regulación del ciclo hídrico, la conservación de la biodiversidad y el soporte de actividades turísticas y culturales—, se alteran los flujos naturales y se incrementa el desorden (entropía) en el territorio, provocando daños ambientales y desequilibrios entre las dimensiones natural y social.

Desde la perspectiva de los sistemas urbanos y territoriales, la cuenca funciona como una red de relaciones en la que interactúan flujos económicos, ambientales y sociales. Las centrales hidroeléctricas representan un nodo productivo asociado al desarrollo energético nacional, mientras que las comunidades rurales dependen del territorio para mantener actividades tradicionales, turismo y acceso a recursos naturales. La falta de integración entre ambos actores evidencia una débil articulación territorial y una planificación fragmentada, en la que los intereses sectoriales predominan sobre una visión sistémica e integrada de la cuenca.

El conflicto se manifiesta, por una parte, en la alteración de los regímenes hidrológicos naturales por la operación de embalses y centrales, y por otra, en la percepción de las comunidades locales de que los beneficios económicos del desarrollo hidroeléctrico no se traducen en mejoras proporcionales de su calidad de vida ni en la protección efectiva de los ecosistemas de los que dependen. Este desajuste entre los flujos económicos y los flujos ecológicos y sociales es precisamente lo que la TGS permite visualizar como un aumento de la entropía del sistema territorial.

4. Análisis integrado y propuesta metodológica de planificación ecológica

4.1. Pilares de la planificación ecológica en contextos de montaña

La interpretación de la Teoría General de Sistemas aplicada al ordenamiento territorial, junto con el concepto de planificación ecológica, permite construir un camino analítico orientado a los elementos interconectados de un área geográfica. El ordenamiento territorial, concebido como herramienta para organizar la ocupación del espacio de manera sostenible, tiene como objetivo principal ajustar las características humanas a las capacidades del territorio, disminuyendo los conflictos socioambientales y reduciendo las brechas generadas por una planificación fragmentada.

Para un correcto desarrollo local en contextos de montaña, los proyectos GEF proponen los siguientes pilares fundamentales (MMA, 2020):

- **Participación de los actores:** la relación con la comunidad local es un pilar fundamental para el desarrollo de la planificación ecológica.
- **Desarrollo de alianzas:** el trabajo con los actores locales y regionales clave debe formalizarse en alianzas que propicien las condiciones para sostener un trabajo a lo largo de todo el proyecto.
- **Internalizar los aprendizajes:** permitir comprender por qué algunas medidas u acciones fueron exitosas o no, fomentando un ambiente de aprendizaje continuo.
- **Documentar decisiones:** registrar las decisiones adoptadas durante el proceso, brindando la oportunidad de evaluar el éxito de cada acción.

4.2. Propuesta metodológica para el Alto Maule

Sobre la base de los lineamientos de planificación ecológica a escala local y de las metodologías GEF de Montaña, se propone un esquema metodológico específico para la subcuenca del Alto Maule (Figura 3). El esquema articula los temas interactuantes (conservación de biodiversidad, valor paisajístico, disponibilidad hídrica, fragmentación ecosistémica e impacto de la hidroelectricidad y el turismo) con una secuencia operativa que va desde la identificación de actores hasta la toma de decisiones.



Figura 3. Propuesta metodológica de planificación ecológica para el Alto Maule. Elaboración propia a partir de lineamientos MMA y GEF de Montaña.

La secuencia metodológica propuesta contempla las siguientes etapas:

- 1. Identificación de actores:** mapeo de empresas (hidroeléctricas, turismo), Estado (municipalidad, organismos sectoriales) y comunidades locales.
- 2. Levantamiento ambiental:** caracterización de los componentes biofísicos, servicios ecosistémicos prioritarios y estado de conservación de los ecosistemas de montaña.
- 3. Análisis de usos de suelo:** evaluación de la compatibilidad entre usos actuales (hidroeléctrico, agrícola, forestal, turístico, conservacionista) y las capacidades del territorio.
- 4. Identificación de conflictos:** detección de tensiones entre subsistemas (especialmente entre el subsistema económico hidroeléctrico y los subsistemas social y biofísico).
- 5. Definición de Objetivos Ambientales Zonificados (OAZ):** establecimiento de metas diferenciadas según zonas de la cuenca.
- 6. Zonas prioritarias de conservación y corredores ecológicos:** delimitación de áreas de protección y de conectividad ecológica.
- 7. Regulación de intervenciones y participación comunitaria:** diseño de mecanismos de gobernanza que articulen la regulación de la intervención hidroeléctrica con la participación efectiva de las comunidades locales en la toma de decisiones.

La aplicación de esta secuencia permite pasar de un diagnóstico fragmentado a una visión integrada del sistema territorial, en la que los flujos de materia, energía e información son explicitados y gestionados de manera coordinada. Solo así es posible reducir la entropía del sistema y avanzar hacia un estado de mayor orden y sostenibilidad.

5. Conclusiones

La Teoría General de Sistemas permite comprender el territorio como un espacio dinámico en el que los componentes biofísicos, sociales, económicos e institucionales se relacionan de manera constante. Aplicado al caso del Alto Maule, se evidencia que los conflictos territoriales no pueden analizarse de forma aislada, ya que las intervenciones sobre un subsistema generan efectos sobre la totalidad del sistema territorial.

El conflicto entre las comunidades locales y las centrales hidroeléctricas refleja la necesidad de fortalecer los instrumentos de planificación territorial, de modo de disminuir las presiones sobre la cuenca y compatibilizar el desarrollo energético con la protección ambiental. La incorporación de enfoques sistémicos y ecológicos en el ordenamiento territorial constituye una vía necesaria para avanzar hacia una gestión más equilibrada y sostenible del territorio.

La propuesta metodológica presentada —basada en la identificación de actores, el levantamiento ambiental, el análisis de usos de suelo, la detección de conflictos y la definición de OAZ, corredores ecológicos y mecanismos de participación— ofrece un marco operativo concreto para la subcuenca del Alto Maule. Su implementación permitiría

restaurar el equilibrio de los flujos de materia y energía, reducir los conflictos socioambientales y superar las brechas de planificación que actualmente caracterizan a la región.

Finalmente, se subraya que la planificación ecológica no sustituye al ordenamiento territorial, sino que lo enriquece al incorporar de manera explícita los servicios ecosistémicos y la infraestructura ecológica como criterios orientadores de las decisiones sobre el uso del espacio. En contextos de alta montaña sometidos a crecientes presiones antrópicas, esta integración resulta no solo deseable, sino imprescindible.

Referencias bibliográficas

- ARTEAGA HUAMÁN, C. S. El ordenamiento territorial como proceso de planificación y gobernanza. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 2023, vol. 7, n.º 2, p. 10667-10668. Disponible en: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.6154
- BERTOGLIO, O. J. Introducción a la teoría general de sistemas. México: Limusa, 1992.
- CATHALIFAUD, M. A.; OSORIO, F. Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. *Cinta de Moebio*, 1998, n.º 3.
- DGA. Información oficial de cuencas hidrográficas de Chile. Dirección General de Aguas, 2024.
- FAO. Marco conceptual | Plataforma de Territorios y Paisajes Inclusivos y Sostenibles. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2025. Disponible en: <https://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/contexto-general/es/>
- MÁRQUEZ POBLETE, M. A.; VELOSO PÉREZ, E. El ordenamiento territorial en Chile: Estado del arte. 2020.
- MMA. Planificación ecológica a escala local. Santiago: Ministerio del Medio Ambiente, 2020.
- MMA. Servicios ecosistémicos. Ministerio del Medio Ambiente [en línea]. Disponible en: <https://mma.gob.cl/servicios-ecosistemas/> [consulta: 11 mayo 2026].
- ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. *Fundamentals of ecology*. 5.ª ed. Belmont: Thomson Brooks/Cole, 2005.
- PADILLA-RODRÍGUEZ, C. H. El ordenamiento territorial y sus enfoques teóricos contemporáneos: aportes para una discusión. *Proyección*, 2025, vol. 19, n.º 37, p. 31-49. Disponible en: <https://doi.org/10.48162/rev.55.069>
- SCHUSTER-OLBRICH, J. P. Expansión urbana más allá del límite urbano: un análisis de Santiago de Chile desde la planificación urbana y sus contradicciones normativas territoriales. *EURE*, 2024, vol. 50, n.º 150. Disponible en: <https://doi.org/10.7764/eure.50.150.08>
- SUBDERE. Cartilla N.º 10: Instrumentos de planificación regional y comunal: Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU) [en línea]. Disponible en: <https://www.goredelosrios.cl/> [consulta: 11 mayo 2026].