

Estrategia de desarrollo territorial sostenible para el impacto de los megaproyectos mineros: estudio de cuatro ciudades intermedias de Chile, América Latina

Sustainable territorial development strategy for the impact of mining megaprojects: a study of four intermediate cities in Chile, Latin America

Carlos Contreras-Rojo

carloscontrerasrojo@gmail.com  0000-0002-4407-4664

Universidad Arturo Prat, Chile.

San Pablo, 1796. 8340234 Provincia de Iquique, Tarapaca, Chile.

Gonzalo Ortega-Pineda

gopc30@gmail.com  0000-0002-9755-3618

Universidad Martí, Chile.

Avenida República, 71. Santiago, Región Metropolitana de Santiago 8320000, Chile.

INFO ARTÍCULO

Recibido: 29-04-2023

Revisado: 03-09-2023

Aceptado: 23-10-2023

PALABRAS CLAVE

Diseño urbano

Resiliencia

Urbanismo estratégico

Ecosistemas sustentables

Desarrollo local

RESUMEN

La economía chilena encuentra uno de sus pilares en la minería, sector que desempeña un papel crucial. Actualmente, aporta un 9,4 % al Producto Interno Bruto (PIB) nacional y ostenta la posición dominante en cuanto a inversión extranjera, con un impresionante 33,3 % del total. A nivel mundial, esta industria lidera la producción de minerales como cobre, renio, nitratos naturales, litio y yodo.

Existe una carencia de estudios sobre la transformación que han experimentado los núcleos urbanos denominados "ciudades intermedias" a nivel regional, dado que las industrias productivas mineras han modificado la realidad local. En este proceso, los patrones de desarrollo urbano se han moldeado mayormente por una lógica económica centrada en la oferta de servicios y productos, en detrimento en ocasiones de los estándares de bienestar de los habitantes.

El estudio de los efectos de la industria minera en estos centros urbanos permite entender las lógicas económicas presentes en la región, con el fin de generar un modelo de planificación urbana que pueda atenuar las consecuencias negativas socio espaciales. Para ello cabe introducir factores medioambientales propios de las ciudades sustentables como un método de proyectar los centros urbanos de la minería más allá de los finitos ciclos productivos (Bithas & Christofakis, 2006), activando los recursos sociales, ambientales y culturales para un desarrollo sustentable que asegure la permanencia de sus habitantes (Van Kessel, 2003).

El análisis se abordó a escala local, estudiando el impacto que han generado los megaproyectos mineros en las ciudades chilenas, tomando cuatro casos emblemáticos de asentamientos ligados a la producción de mineral, prestación de servicios y que se han visto afectados mediante un crecimiento exponencial en sus dimensiones producto de las demandas de las faenas extractivas y de su capital humano. Ante una expansión descontrolada, se propone un modelo de desarrollo basado en los principios de sostenibilidad para la administración estratégica de los recursos básicos de las ciudades para no comprometer el futuro de estas.

KEYWORDS

Urban design

Resilience

Strategic urban planning

Sustainable ecosystems

Local development

ABSTRACT

The Chilean economy finds one of its pillars in mining, a sector that plays a crucial role. Currently, it contributes 9.4% to the national Gross Domestic Product (GDP) and holds the dominant position in foreign investment, with an impressive 33.3% of the total. Globally, this industry leads in the production of minerals such as copper, rhenium, natural nitrates, lithium, and iodine.



There is a lack of studies on the transformation that the urban centers known as “intermediate cities,” have undergone at the regional level, given that productive mining industries have altered the local reality. In this process, urban development patterns have been largely shaped by an economic logic focused on the supply of services and products, sometimes at the expense of the well-being standards of the inhabitants. Studying the effects of the mining industry on these urban centers allows for an understanding of the economic logics present in the region, with the aim of generating a model of urban planning that can mitigate negative socio-spatial consequences, introducing environmental factors characteristic of sustainable cities as a method of projecting mining urban centers beyond finite production cycles (Bithas & Christofakis, 2006). This involves activating social, environmental, and cultural resources for sustainable development that ensures the permanence of its inhabitants (Van Kessel, 2003). The analysis was approached at the local level, studying the impact that mega-mining projects have had on Chilean cities, taking four emblematic cases of settlements linked to mineral production and service provision that have been affected by exponential growth in size due to the demands of extractive operations and their human capital. Faced with uncontrolled expansion, a development model based on sustainability principles is proposed for the strategic management of the basic resources of cities to avoid compromising their future.

1. INTRODUCCIÓN

La industria minera en el norte de Chile durante el siglo XXI ha vivido un proceso de consolidación en constante crecimiento, lo que ha desencadenado transformaciones socio espaciales significativas en las ciudades y los territorios circundantes. Este fenómeno ha generado nuevas demandas y necesidades en términos de expansión urbana con fines industriales. La planificación del desarrollo de estos centros urbanos ha sido una prioridad reconocida por el estado (Devenin, 2021).

Para abordar los impactos adversos de esta actividad, se hace imperativo llevar a cabo una planificación activa y adoptar estrategias de desarrollo que no solo impulsen el crecimiento de la industria productiva, sino que también mitiguen los efectos en el entorno natural y las dinámicas sociales de las ciudades (Bithas & Christofakis, 2006). Cuestiones que hasta ahora han sido poco estudiadas.

La actividad minera en la región tiene raíces históricas profundas que se remontan a la ocupación industrial extractiva de finales del siglo XIX. La explotación de recursos como el salitre y el cobre llevó a grandes inversiones en la zona norte de Chile, dando lugar a la formación de pequeños asentamientos vinculados a las minas. Estos asentamientos se dispersaron a lo largo del territorio, configurando un sistema de movilidad centrado en la producción económica. Sin embargo, este modelo de planificación colapsó con el cierre de las faenas mineras a mediados del siglo XX. Las ciudades mineras, originalmente diseñadas con fines productivos (Venegas & Morales, 2015), fueron abandonadas debido a la falta de atención que se prestó a las necesidades humanas y el bienestar de sus habitantes.

Hoy en día, desde una perspectiva urbana, se promueven modelos que buscan mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Los movimientos sociales han expresado una creciente demanda por valorar el pasado, el presente y el futuro desde una perspectiva ética solidaria, que tenga en cuenta las necesidades de las generaciones futuras. Esta evolución refleja un enfoque más holístico en la planificación urbana, que reconoce la importancia de equilibrar el desarrollo económico mejorando la calidad de vida y la sostenibilidad ambiental (Poudyal et al., 2019).

Desde esta perspectiva, surge la investigación sobre los impactos de la industria minera en las áreas urbanas directamente afectadas por los patrones de desarrollo económico en las regiones administrativas de Chile. Se analizan cuatro ciudades mineras como casos de estudio, en las cuales se han registrado emergencias ambientales debido a la degradación del medio ambiente, lo que ha tenido repercusiones significativas en la vida urbana. Esto se ha manifestado a través de problemas legales relacionados con la escasez y disminución de la calidad del agua potable, así como la falta de planificación en el crecimiento de estas ciudades.

Los efectos de las transformaciones urbanas, derivados de la influencia de la industria minera, se presentan de manera concluyente. El objetivo principal consiste en desarrollar una estrategia de planificación urbana que permita mitigar las consecuencias negativas en términos socio espaciales. Además, se busca



incorporar factores ambientales que se alineen con los modelos contemporáneos de ciudades sostenibles. Este enfoque pretende proyectar el futuro de cuatro centros urbanos vinculados a la industria minera más allá de los ciclos de producción, activando sus estructuras humanas, ambientales y económicas, con el propósito de garantizar la calidad de vida de sus residentes sin comprometerla.

Ante estos planteamientos se propone integrar las cuestiones sociales y la estructura humana como elementos equiparables a los factores económicos en la gestión de los territorios, buscando dar cabida a los siguientes postulados:

- ¿Podrá un modelo metodológico integrar al componente humano en el ordenamiento territorial de las ciudades mineras y considerar que los criterios de desarrollo se deben de apoyar en los principios de sustentabilidad?
- ¿Se puede priorizar el desarrollo territorial de las ciudades mineras de forma equilibrada para no comprometer los recursos ambientales, sociales y culturales presentes?

Estos postulados inauguran la presente investigación al integrar la responsabilidad ambiental y el bienestar en la planificación territorial, abordándola como un indicador aplicable a las ciudades ligadas a la industria minera, sector productivo que por su carácter extractivo es una de las principales causas de deterioro ambiental (Mutti et al. 2012; Caulkins et al., 2023), incidiendo en la administración de los recursos energéticos, hídricos y de suelo de manera directa por su activa participación en la economía mundial.

Se propone una visión de desarrollo territorial basado en la responsabilidad ambiental integrando indicadores alineados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la Organización de las Naciones Unidas en 2015, a los cuales los países integrantes se han suscrito para alcanzar mejoras en los ámbitos sociales, ambientales y de equidad, pero lejos de tener un estándar definido, estos indicadores quedan como enunciados arraigados en las buenas intenciones. Ante esta premisa se propone un modelo de desarrollo territorial basado en indicadores cualitativos, derivados de los estudios de las realidades sociales de cada ciudad para equiparar los factores ambientales, sociales y culturales ante los factores económicos que rigen las políticas públicas.

2. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1. Industria minera y desarrollo económico

Australia, Chile y Perú se destacan como los principales actores en la producción minera a nivel global. En 2019, cada uno de estos países representó la actividad minera alrededor del 10% de su Producto Bruto Interno (PBI). Además de este impacto económico, la industria minera contribuye significativamente a la inversión, la generación de empleo formal, las exportaciones y los ingresos fiscales en estas naciones (Trade Economics, 2019; COCHILCO, 2019; MINEM, 2019).

En general, los países ricos en recursos minerales como los mencionados, la actividad minera ha sido objeto de debate en términos de su capacidad para generar valor agregado. A menudo, se le ha catalogado como un sector orientado a la exportación de minerales sin un procesamiento sustancial. Sin embargo, esta crítica tiende a pasar por alto la compleja cadena de valor y los numerosos impactos que se desencadenan tanto en la dirección del flujo como hacia atrás. Se omite, por ejemplo, la vital contribución de los proveedores mineros y el impulso y requerimiento de desarrollos tecnológicos innovadores, los cuales pueden florecer a través de la formación de aglomeraciones industriales o clústeres (Labó, 2021).

El concepto de gobernanza posee una diversidad de interpretaciones (León y Muñoz, 2019). En el marco del desarrollo de proveedores y clústeres mineros, el análisis de la gobernanza cobra un significado aún más profundo y pertinente. Esto se debe a que, como destaca el informe creado por Europe INNOVA y PRO INNO Europe (2008), parte de la esencia de los clústeres reside en fomentar una intensa competencia e interacción, al mismo tiempo que promueven una estrecha cooperación. Además, estos clústeres evolucionan



con el tiempo al establecer normativas, instituciones, redes y confianza dentro de una estructura institucional única. En esencia, los clústeres generan su propia gobernanza mientras progresan en su desarrollo.

El informe también resalta que la intensidad de los contactos e intercambio de información, conocimiento y habilidades técnicas dentro de los clústeres puede conducir al avance tecnológico y a la generación de ideas innovadoras, nuevos diseños, productos, servicios y conceptos de negocio que enriquecen el desempeño innovador de las empresas.

2.2. Conceptualización de los modelos de desarrollo

Los modelos de desarrollo implican una planificación estratégica de las actividades desarrolladas sobre el medio físico, las cuales inherentemente serán abordadas desde una perspectiva económica como ha sido señalado en distintas reuniones internacionales como el plan de implementación de Johannesburgo-2002 (ONU, 2002), RIO + 20-2012 y la primera cumbre de la tierra, en donde se suscribe "La Agenda 21" (Talukder et al. 2020; Barrezueta Unda, 2015).

Los modelos de desarrollo representan una perspectiva para comprender las dinámicas económicas y el funcionamiento de la sociedad. Sin embargo, si estos modelos no consideran la realidad en la que las empresas, organizaciones públicas, privadas e instituciones interactúan y cómo impactan en los territorios, es poco probable que logren los resultados esperados.

La manera en que se aborda el modelo de desarrollo de cada territorio se convierte en uno de los desafíos clave para los países de América Latina en su proceso de recuperación económica post pandemia (Maza et al., 2022). Es esencial contemplar la activación del potencial emprendedor de cada localidad, facilitando los procesos económicos para estimular la competitividad de los agentes en los mercados globales. Esto, a su vez, impulsaría la difusión de conocimientos y saberes en toda la estructura productiva local.

El propósito fundamental radica en activar una red de actores que participen en las decisiones de inversión para impulsar la interconexión entre los efectos de las políticas y las iniciativas empresariales. La efectividad de estas políticas y emprendimientos aumenta cuando se implementan de manera adaptada en cada territorio, considerando el potencial de desarrollo y la capacidad de respuesta de las empresas y actores locales frente a los desafíos que surgen en el ámbito del emprendimiento y el desarrollo económico (Alburquerque & Pérez, 2013).

Así pues, las políticas territoriales se realizan en un entorno que está cambiando y necesitan instrumentos adecuados para la nueva realidad. La dinámica de los territorios se está transformando y se desarrollan nuevos espacios innovadores como las regiones policéntricas y las ciudades globales, que requieren un sistema de transporte y comunicaciones potente y articulado; la organización de la producción es cada vez más flexible, las relaciones entre empresas y territorios cambian; la difusión de las nuevas tecnologías en los sistemas productivos requiere la creación de centros de innovación que estimulen la competencia y el fortalecimiento de los sistemas productivos.

2.3. Políticas públicas de desarrollo minero, el modelo chileno

La industria minera, en líneas generales, ha demostrado agilidad en la formulación de argumentos para continuar respaldando la explotación de recursos naturales. Sin embargo, ha mostrado una falta de compromiso en cuanto a la evaluación de los impactos negativos que esta actividad genera a nivel subnacional, afectando el territorio, los ecosistemas y las comunidades locales. Esto se traduce en una tendencia a minimizar su responsabilidad ante situaciones de alarma tanto a nivel local como nacional.

En otras palabras, se ha observado una concentración de poder en el discurso relacionado con el desarrollo económico y el papel de la empresa en este proceso, en lugar de centrarse en los efectos sociales y ambientales que afectan a las comunidades involucradas. Es esencial cambiar este enfoque y reorientar el poder hacia la consideración de los impactos ambientales y sociales.



La expresión “Chile, país minero” ya no puede mantenerse en su forma actual debido a estas discrepancias. Se requiere una revisión profunda de la política minera y ambiental, con un enfoque en la evaluación y mitigación de los efectos negativos en el medio ambiente y en las comunidades locales. Esto implica dejar atrás la desconfianza en la información científica y técnica y adoptar una postura más receptiva hacia las opiniones y preocupaciones de las comunidades y organizaciones afectadas (Rodríguez et al., 2021).

No debemos conformarnos con que el cumplimiento mínimo legal sea el estándar que guíe a la industria extractiva. En cambio, debemos aspirar a un enfoque que priorice la protección del entorno y el bienestar de las comunidades. En última instancia, lo que está en juego es el proceso de transformación de los territorios y las culturas que están estrechamente vinculados con la actividad minera, así como la confianza en las instituciones estatales, el gobierno y la clase política.

Uno de los desafíos pendientes dentro de la industria minera es la necesidad de establecer acuerdos y colaboraciones enfocados en la sustentabilidad y sostenibilidad ecológica, así como en el respeto por la vida de otros seres. Mientras esta deuda persista, es complicado vislumbrar una disminución en el malestar de la población con respecto a la industria minera, el Estado y sus funcionarios. Además, mientras la academia siga excluida de los procesos de debate y sanción relacionados con las actividades extractivas, será difícil ampliar la información disponible, abordar temas fundamentales y diversificar las alternativas y posibilidades que deben servir como base para fortalecer la identidad de un país autodenominado minero (Lefebvre, 2013).

Es esencial desarrollar propuestas que no solo se centren en lo que ocurre en las regiones mineras, sino que también puedan ser recopiladas, debatidas y respaldadas por los actores políticos.

La actividad extractiva ha dado lugar a una nueva reconfiguración territorial, que comenzó con la promulgación de la Ley de Inversión Extranjera en 1976, la cual facilitó y protegió las inversiones extranjeras. Posteriormente, la Constitución de 1980 limitó la intervención del Estado y garantizó la propiedad privada. En los años 1981 y 1982, se introdujeron los códigos de agua y minero, que en su mayoría otorgaron derechos de propiedad privada sobre recursos comunes. Esto ha resultado en una relación desigual entre las garantías a favor del extractivismo y los derechos humanos, en un contexto donde los conflictos y la desconfianza han aumentado al mismo ritmo que la expansión de la industria misma.

En consecuencia, surge la imperante necesidad de analizar los efectos que tanto la minería extractiva estatal como la privada tienen sobre el entorno natural y la sociedad en general, así como su impacto en las instituciones y la economía. Este análisis debe considerar cómo la minería se integra en la distribución de recursos a través de políticas públicas y cómo influye en las relaciones entre la sociedad y el Estado, como un componente esencial de la gestión de políticas públicas y la economía.

En este contexto, es crucial reconocer que, junto con el papel del Estado, existen obstáculos evidentes en la industria que dificultan la capacidad de evaluar la rentabilidad y los procesos desde una perspectiva diferente. Esto se debe a que prevalece un enfoque centrado en los resultados y en la ejecución práctica de proyectos, que se ajustan fácilmente en función del cumplimiento de los estudios de impacto ambiental. Este enfoque permite que las organizaciones mineras operen de manera ordenada y en línea con sus objetivos y las regulaciones legales vigentes (Peruzzotti & Smulovitz, 2006).

No obstante, a pesar de la implementación de Estrategias de Responsabilidad Social Corporativa (CSR Strategy) y del concepto de Minería Sustentable, que incorpora nuevos valores y preocupaciones sociales, sigue faltando la capacidad de comunicar de manera efectiva la magnitud, alcance y consecuencias de las acciones emprendidas. Es fundamental promover y fortalecer el diálogo en relación con el tipo de vínculo que se pretende establecer con las comunidades con respecto a su territorio. Esto implica comprender el territorio como un espacio vivido y como una apropiación simbólica enriquecida por dimensiones históricas, sociales y culturales que se transmiten a través de la memoria y se reflejan en los repertorios de acción colectiva.

Considerando estos aspectos, Rungruagsakorn (2020) argumenta que la “expectativa y demanda de la población a menudo supera la capacidad de los gobiernos para satisfacerlas”, lo que se intensifica en sociedades donde las clases medias tienden a tener un mayor deseo de progreso, especialmente cuando se han logrado avances significativos en políticas públicas durante períodos democráticos. El mismo autor



también destaca el aumento en la judicialización de proyectos que han pasado por el Sistema de Estudios de Impacto Ambiental (SEIA) en las últimas cuatro administraciones gubernamentales: Ricardo Lagos (2000-2006) con un 11%, Michelle Bachelet (2006-2010) con un 22%, Sebastián Piñera (2010-2014) con un 29%, y nuevamente Michelle Bachelet (2014-2016) con un 45%. Esto demuestra la creciente participación de la sociedad civil en la gestión de los territorios, particularmente en lo que respecta a los procesos productivos extractivos o cualquier actividad que afecte el entorno ambiental de las áreas urbanas.

2.4. Impacto ambiental y social de megaproyectos mineros

A pesar de la controvertida relación entre costos y beneficios producidos por la minería, pocos estudios se centran en la transformación de los centros urbanos en “ciudades intermedias”¹ a escala regional, donde las industrias productivas han transformado la realidad local, orientando los crecimientos urbanos desde una lógica económica de prestación de servicio y productos sobre los estándares de bienestar para sus habitantes. Un desarrollo sustentable busca equilibrar los intereses que afectan a las dinámicas de desarrollo urbano para compatibilizar el crecimiento económico con las aspiraciones de bienestar de sus habitantes, aminorando los factores negativos que deterioran la forma de habitar, las estructuras sociales y ambientales que son propias del crecimiento urbano (Arnet, 2022).

La comisión económica para América y el Caribe describe un modelo de sustentabilidad basado en activar la resiliencia para reforzar las estructuras humanas, las cuales dotaran de flexibilidad a los centros urbanos para dar respuesta a los desafíos presentes. Esto pone de relieve la idea de que cada ciudadano debe interactuar con otros en proyectos benéficos para el ambiente urbano, donde la ciudad es un ecosistema vivo, donde cada ciudadano es convertido en proyectista, donde la meta consiste en mejorar la calidad de vida, tanto económica, social y ambiental (Maza et al., 2022).

En el caso de Chile, las denuncias ingresadas al Sistema de Información de Atención Especializada (SIAE) se relacionan a los elementos socio ambientales de las industrias productivas, considerando un 28% del total de denuncias son del sector minero, seguidos por un 22% de la industria termoeléctrica y un 21% de la industria hidroeléctrica, en ambos casos referidas a la generación y transmisión de energía para industrias productivas (Caulkins et al., 2023).

La creciente demanda energética asociada a la actividad minera constituye una forma adicional en la cual las operaciones extractivas ejercen presión sobre el territorio. Este impacto se manifiesta especialmente en la distribución desigual de roles territoriales entre zonas dedicadas a la producción industrial y aquellas destinadas al consumo de energía. A diferencia de las centrales hidroeléctricas, las centrales termoeléctricas, fundamentales para la industria minera, pueden ubicarse de manera independiente de las fuentes de energía, gozando de una libertad de localización.

En naciones con una fuerte dependencia de la extracción de recursos, resulta imperativo redefinir el concepto de sustentabilidad con una mayor sensibilidad hacia cómo las acciones sociales inciden en las dinámicas socio-territoriales. Esto se presenta como la única vía para gestionar y controlar una reestructuración monoproducción a nivel regional. La consideración primordial debe dirigirse hacia las prácticas cotidianas de las ciudades, procurando mantener la equidad en la gestión de los recursos territoriales frente a las actividades productivas, que se constituyen como fuentes de riqueza. Esto abarca aspectos como el agua, la energía, la tierra y el empleo, teniendo en cuenta las necesidades específicas de las ciudades (Campos-Medina et al., 2022).

1. Las “ciudades intermedias” son asentamientos urbanos que se encuentran en una escala intermedia entre las grandes ciudades y las áreas rurales en el contexto de la planificación urbana y el desarrollo regional. Estas ciudades suelen tener una población y una infraestructura más desarrolladas que las áreas rurales circundantes, pero son más pequeñas que las principales metrópolis. Las ciudades intermedias desempeñan un papel crucial en la distribución equilibrada en la economía y el desarrollo regional al conectar áreas rurales y urbanas. A menudo actúan como centros de comercio, educación y servicios para las áreas circundantes. Las ciudades intermedias cumplen un papel fundamental en la planificación urbana y el desarrollo regional al actuar como puntos de equilibrio entre las áreas urbanas más grandes y las rurales. Su importancia radica en su capacidad para distribuir el desarrollo de manera más equitativa y proporcionar servicios y oportunidades a las poblaciones locales y vecinas.



2.5. Sostenibilidad, un modelo de desarrollo a escala social

El concepto de sostenibilidad, tal como lo establece el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2020), trasciende las fronteras de una mera definición y se erige como un principio fundamental que abarca múltiples esferas de nuestra existencia. La sostenibilidad, según el BID, puede describirse como la habilidad de preservar y mejorar la calidad de vida tanto para las generaciones presentes como para las venideras. Este logro, sin embargo, no se limita únicamente a garantizar la prosperidad económica y social. Al contrario, la sostenibilidad implica un delicado equilibrio que requiere simultáneamente la preservación y conservación del medio ambiente, así como el uso responsable de los recursos naturales. Esta definición resalta la importancia de integrar de manera armoniosa los aspectos económicos, sociales y medioambientales en nuestro proceso de desarrollo. En otras palabras, la sostenibilidad constituye una llamada a la acción que nos insta a avanzar hacia un futuro en el que el crecimiento y el bienestar humano no se produzcan a expensas del agotamiento de nuestros recursos naturales o la degradación de nuestro entorno. La sostenibilidad es un enfoque que se aplica en una variedad de contextos, desde la gestión ambiental y económica hasta la formulación de políticas sociales. Su propósito es claro: asegurar que las generaciones actuales satisfagan sus necesidades y aspiraciones sin socavar la capacidad de las generaciones futuras para hacer lo mismo. En resumen, la sostenibilidad nos llama a buscar la armonía y el equilibrio entre el progreso y la preservación a largo plazo, con el bienestar humano como su premisa central.

La expansión de la COVID-19 ha desencadenado una de las crisis más significativas en términos de salud pública y sanitaria en la historia reciente. Además, ha conllevado la paralización de sectores económicos, la disminución de la demanda de ciertos bienes y servicios, y un impacto negativo en la economía real. Esta situación ha generado una sensación generalizada de incertidumbre y vulnerabilidad en diversos ámbitos, como la salud, la economía, la esfera personal y laboral, entre otros. En este contexto, se plantea la necesidad de abordar una reconstrucción que se enfoque en resolver los desafíos urgentes tanto en términos sociales como económicos (Badré & Jean, 2020; BOCG, 2020).

De manera similar a lo que ocurrió durante la gran recesión de 2008, las crisis tienden a dar lugar a la reconsideración de conceptos empresariales y a la aparición de nuevas ideas. Se han revisado y redefinido términos relacionados con la Responsabilidad Social Corporativa, la Innovación Social, la Empresa Social, la Ciudadanía Corporativa, el Cuarto Sector, las Empresas B, la Economía del Bien Común, la Economía Colaborativa, la Economía Circular, el Empresariado Social, la Economía Solidaria y la Economía Social y Solidaria, entre otros (Chaves & Monzón, 2018; Cano & Ferri, 2021). Este cambio es fundamental y requiere una transformación profunda de los valores predominantes en la sociedad. En este sentido, las acciones emprendidas hasta el momento han tenido un impacto significativo en la alteración de discursos públicos y opiniones ciudadanas. Se ha observado un cambio sustancial, en el que el concepto de "austeritarismo" ya no ostenta la hegemonía que solía tener. En su lugar, ha emergido con mayor fuerza la importancia de lo social, lo público y una creciente conciencia de que nuestro planeta enfrenta amenazas que ponen en peligro la vida tal como la conocemos, en sintonía con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Este cambio de enfoque puede tomar diversas direcciones. Una de ellas sugiere que la sostenibilidad debe convertirse en el eje central que guíe todas las acciones emprendidas en la lucha contra la pandemia. Esta perspectiva coincide con las opiniones de expertos y las encuestas realizadas al sector empresarial, que apuntan hacia un reconocimiento de la sostenibilidad como un imperativo en estos tiempos.

Una segunda dirección se alinea con la Agenda 2030 (Naciones Unidas, 2015) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, promoviendo un modelo de gestión corresponsable en el que todos los actores involucrados desempeñen un papel activo en la incorporación de las tres dimensiones del desarrollo sostenible y la Responsabilidad Social Corporativa (RSC): económica, social y ambiental. En este contexto, se vislumbra un primer paso hacia una transformación de los valores que se esperan de las empresas, en concordancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Esta nueva perspectiva no solo considera el éxito económico, sino que también valora de manera igualitaria el impacto social y ambiental, reflejando un compromiso genuino con un futuro más sostenible y equitativo.



En el contexto actual, la “ordenación del territorio” o “spatial planning”, una disciplina que abarca aspectos científicos, técnicos, administrativos y políticos, ha ganado importancia significativa en los últimos años. Simultáneamente, la “prospectiva estratégica” o “strategic foresight”, una disciplina con una perspectiva global, sistémica y abierta ha emergido como una herramienta esencial para entender y gestionar la incertidumbre en torno a los futuros posibles y deseados (Godet & Durance, 2011; Gómez & Gómez, 2013; Burt & Nair, 2020).

En este contexto, se hace evidente la necesidad de comprender las dinámicas territoriales y buscar el equilibrio y la cohesión territorial, abordando la gestión de los territorios desde cuatro perspectivas sociales. En primer lugar, la cohesión socioeconómica busca garantizar un equilibrio en el desarrollo económico y social en diferentes áreas territoriales (Medeiros, 2016). En segundo lugar, la sostenibilidad del medio ambiente se convierte en un elemento fundamental, asegurando que las acciones territoriales sean respetuosas con el entorno natural. La tercera dimensión, la gobernanza y cooperación territorial, destaca la importancia de la colaboración efectiva entre diversas entidades para lograr objetivos territoriales comunes. Por último, la policentricidad morfológica destaca la necesidad de una distribución equitativa de actividades y funciones en el territorio para evitar desequilibrios significativos.

En resumen, la conjunción de la ordenación del territorio y la prospectiva estratégica, junto con la evaluación de la cohesión territorial, se presenta como un enfoque integral para abordar los desafíos actuales y futuros en el desarrollo territorial, considerando tanto las complejidades presentes como las incertidumbres que pueden surgir. Este enfoque multidimensional proporciona las herramientas necesarias para diseñar políticas y programas que promuevan un desarrollo sostenible y equitativo en todos los aspectos clave.

2.6. Objetivos de Desarrollo Sostenible, desarrollo sociocultural y desarrollo sostenible ambiental

La Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015) estableció una agenda de objetivos en respuesta a los desafíos y necesidades de los países ante la situación contemporánea de cambio climático, inequidad y transformaciones sociales para erradicar la pobreza, proteger el planeta con el objetivo de asegurar la prosperidad para todos. En la agenda se establecieron 17 Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), gran número de ellos tienen una relación directa o indirecta con la ciudad y la ciudadanía (garantizar la salud, el agua potable, barrios sostenibles, la pobreza, la desigualdad, el clima, la degradación ambiental, etc.) (Andreu et al., 2020).

Actualmente, la situación económica global está afectada por las secuelas de la crisis financiera mundial del año 2008 además de las consecuencias de la pandemia sanitaria producto del COVID-19, siendo un punto de inflexión en las políticas públicas de fomento económico, planificación territorial y programas de administración de recursos. En este escenario la gobernanza local, tanto estatal como autonómica y local, cobran un papel fundamental, ya que a través de análisis rigurosos de su propia realidad tienen que demostrar que están preparadas para superar o mejorar situaciones de déficit de viviendas, de exceso de movilidad urbana o falta de eficiencia en el gasto energético producido con energías no renovables, entre otros. Las ciudades tienen como reto poder afrontar reformas urbanas y territoriales que limiten las consecuencias de las industrias productivas (Maza et al., 2022).

Los Objetivos del Desarrollo Sostenible establecen una función directa con la forma en que las ciudades se relacionan con sus habitantes, destacando dos áreas estratégicas: lo sociocultural como herramienta de integración de los ciudadanos, entendido como una sociedad dialogante entre sí misma; y lo ambiental, considerado como la visión sistema de las ciudades con sus entornos para la optimización de sus recursos existentes.

Si se considera la declaración de intenciones presente en los objetivos de desarrollo sostenible y socio cultural, pensando que el desarrollo de las ciudades puede evolucionar hacia sociedades inclusivas, seguras y resilientes, se hace necesario repensar la forma en que se abordan las decisiones en la gobernanza local de las ciudades mineras (Camarán et al., 2019); dado que se integra la visión sistémica y estratégica de los territorios para la optimización de sus recursos existentes. De la misma manera que para abordar los temas de sostenibilidad y protección ambiental de las ciudades mineras conviene destacar la importancia que adquieren los espacios públicos por su contribución a la mejora de la calidad ambiental, especialmente como elementos urbanos que favorecen la interacción humana (BBVA, 20 22).



3. METODOLOGÍA

De acuerdo con el aparato teórico establecido, el trabajo se estructura de la siguiente manera: realización del análisis de los elementos ambientales, económicos y socio culturales, construcción de un modelo metodológico que busca integrar al componente humano en el ordenamiento territorial de los núcleos especializados en la industria minera y considerando que los criterios de desarrollo se deben de apoyar en los principios de sustentabilidad.

El estudio de los efectos de la industria minera en un centro urbano, permite entender las lógicas económicas presentes en la región, con el fin de generar un modelo de planificación urbana que pueda atenuar las consecuencias negativas socio espaciales, introduciendo factores medioambientales propios de las ciudades sustentables, como un método de proyectar los centros urbanos de la minería más allá de los finitos ciclos productivos, activando los recursos sociales, ambientales y culturales para un desarrollo sustentable que asegure la permanencia de sus habitantes.

La idea de desarrollo sustentable aplicada a los centros urbanos mineros se caracteriza por fortalecer los ámbitos socioeconómicos, que son propios de las ciudades (Bithas & Christofakis, 2006), pasando de ser una estrategia restrictiva hacia modelos dinámicos centrados en adaptaciones a las particularidades de sus habitantes, estando enfocados en una visión sistémica de las dinámicas urbanas (Rogers, 2003), así como en soluciones basadas en la naturaleza.

Es desde esta visión que, en este trabajo, se plantea si las ciudades mineras pueden desarrollarse de forma equilibrada para no comprometer los recursos ambientales, sociales y culturales presentes; enfocando, además el dinamismo de dichas ciudades desde un desarrollo sistémico de sus áreas, a fin de lograr un equilibrio, lo que ha dado lugar a la siguiente metodología.

3.1. Levantamiento longitudinal de antecedentes

Para el desarrollo del modelo de proyección en las ciudades propuestas se deben desarrollar distintas recopilaciones de antecedentes demográficos referidas a las condiciones económicas, sociales y ambientales de los asentamientos. La estructura de categorización y procesado de la información se realiza en base a los informes oficiales entregados por el Instituto Nacional de Estadística de Chile (INE) referido a los censos de 1992, 2002, 2012 y 2017.

3.2. Medición Demográfica sociocultural

El levantamiento de información sobre crecimiento demográfico es realizado con la información recopilada en los censos oficiales del INE, informes respaldados por el Estado de Chile que poseen una metodología confiable y verificable en la obtención de los catastros de población para las ciudades y regiones estudiadas.

La información recopilada se procesará siguiendo la metodología propuesta a continuación para realizar estudios comparativos que registren estadísticamente los crecimientos y variaciones en las poblaciones de cada ciudad que se abordarán para ser estudiadas.

3.2.1. Cálculo de variación intercensal

La cuantificación de las variaciones demográficas de cada ciudad se registra según los resultados obtenidos de cada censo de forma cronológica, para el desarrollo de un estudio comparativo se utiliza la ecuación 1.1 para obtener la variación porcentual entre cada registro censal.

Ecuación 1.1. Cálculo de variación entre muestras estadísticas.

$$V_{cr} = \frac{(P_t - P_i)}{P_i} \times 100$$



Donde:

- V_{cr} : Variación resultante entre poblaciones obtenidas en censos.
- P_f : Población censo sobre el cual se realizará la proyección.
- P_i : Población censo anterior al cual se realizará la proyección

El resultado obtenido será un coeficiente porcentual de la variación entre las muestras demográficas, el cual podrá ser comparado con las proyecciones realizadas por otros medios, a modo de ejemplo esto podrá ser comparado con las proyecciones oficiales realizadas por instituciones nacionales o verificar si están dentro de los rangos propuestos considerados por instituciones internacionales tales como la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), la cual anualmente propone coeficientes para estudios estadísticos.

3.2.2. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento anual es un indicador que mide el cambio porcentual en una cantidad específica durante un período de un año. Se utiliza comúnmente para evaluar el ritmo al que una variable, como el PIB (Producto Interno Bruto), la población, los ingresos o cualquier otra medida económica o demográfica, ha aumentado o disminuido en comparación con el año anterior

Esta tasa se expresa en porcentaje y puede ser positiva (indicando un crecimiento) o negativa (indicando una disminución) según si el Valor Final es mayor o menor que el Valor Inicial.

La tasa de crecimiento anual es una herramienta fundamental en la economía y la estadística, ya que permite evaluar y comparar el rendimiento de diferentes variables a lo largo del tiempo, lo que es esencial para tomar decisiones informadas en diversos contextos, desde el ámbito empresarial hasta el análisis macroeconómico y social.

En base a que los muestreos demográficos son resultados de censos con una periodicidad cronológica extensa, el cálculo para obtener la tasa de crecimiento anual se obtiene desde la comparación de dos muestras, utilizando la ecuación 1.2. Crecimiento Poblacional compuesto.

$$P_f = P_i (1 + r)^t$$

Donde:

- P_f : Población censo sobre el cual se realizará la proyección.
- P_i : Población censo anterior al cual se realizará la proyección.
- r : Tasa de crecimiento anual entre censos.
- t : Tiempo entre censos o entre muestra de datos.

Utilizando la formula anterior, se despeja en función del resultado para obtener la tasa de crecimiento anual entre los muestreos censales, obteniendo la ecuación 1.3. Tasa de crecimiento anual intercensal.

$$r = \left(\frac{P_f}{P_i}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

- P_f : Población censo sobre el cual se realizará la proyección.
- P_i : Población censo anterior al cual se realizará la proyección.
- r : Tasa de crecimiento anual entre censos.
- t : Tiempo entre censos o entre muestra de datos.



Obteniendo la tasa de crecimiento como un factor porcentual que cuantifica el incremento de forma progresiva. Con esta información se podrá realizar progresiones del crecimiento o decrecimiento de la población desde el comportamiento observado de la muestra demográfica.

3.2.3. Proyección estadística en base a tasa de crecimiento anual

Teniendo el valor de la tasa de crecimiento anual, obtenido del procesado de los datos de muestreos de demografías en periodos verificables, se utiliza la progresión de esta tasa sobre el muestreo demográfico a utilizar como base desde el cual se realizará la proyección durante un periodo de tiempo, utilizando la ecuación 1.4. Progresión polinomial de crecimiento demográfico.

$$P^{t+n} = P^t(1+r)^n$$

Donde:

- P^{t+n} : Población obtenida por la progresión sobre un periodo cronológico.
- P^t : Población inicial sobre la cual se realiza la progresión.
- r : Tasa de crecimiento anual entre censos.
- t : Tiempo entre censos o entre muestra de datos.

Una progresión polinomial es una secuencia de números que sigue un patrón basado en una función polinomial, siendo una expresión matemática que involucra términos con exponentes no negativos de una variable, multiplicados por coeficientes.

3.3. Índices basados en los principios de sostenibilidad

La planificación urbana y las regulaciones relacionadas con la densidad poblacional (tabla 1) suelen ser responsabilidad de los gobiernos municipales y regionales en Chile.

Sin embargo, las densidades urbanas pueden variar significativamente en función de la ubicación y la normativa local. Algunas áreas urbanas pueden tener regulaciones que promueven densidades más altas para fomentar el desarrollo económico y la eficiencia en el uso del suelo, mientras que otras pueden enfocarse en mantener bajas densidades para preservar el entorno natural o mantener un ambiente más tranquilo, como factor de sostenibilidad se ha establecido una densidad de 75 habitantes por hectárea de suelo urbano que es el promedio de las ciudades intermedias de Chile en los instrumentos de planificación.

El recurso hídrico es un factor de alta importancia en la industria minera, siendo utilizado en grandes caudales para los procesos extractivos, causando la escasez y baja en la calidad del recurso en los centros urbanos. Esto se ve aumentado por los crecimientos descontrolados de los asentamientos informales de grupos humanos que buscan integrarse a la industria minera. Como índice de consumo sostenible para cuantificar el consumo hídrico en las ciudades mineras se propone el estándar óptimo propuesto por la Organización Mundial de la Salud en respuesta al riesgo del recurso hídrico global, 100 litros por persona diario (Howard, 2003).

En el caso de proyectar áreas verdes, se define el concepto de áreas verdes como zonas de esparcimiento con acceso a vegetación. Así, se consideran como índice propuesto el proyectar 9 metros cuadrados por cada habitante, tomando como recomendación lo establecido por el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano de Chile (2018), en el caso del ecosistema árido se privilegiarían la utilización de especies nativas de carácter xerofito para un uso razonable de los recursos hídricos disponibles en cada ciudad.



Tabla 1. Resumen de índices basados en los principios de sostenibilidad para un centro urbano.

Índices de urbanización basados en los principios de sostenibilidad.	
Densidad uso de suelo urbano recomendado.	75 habitantes por hectárea de suelo urbano.
Consumo hídrico recomendado.	100 litros de agua por habitante.
Áreas verdes recomendadas por habitantes.	9 metros cuadrados por habitante.

Fuente: elaboración propia a partir de las recomendaciones propuesta por el Consejo Nacional de Desarrollo Urbano de Chile y la Organización Mundial de la Salud.

3.4. Proyecciones de desarrollo territorial basado en los principios de sustentabilidad.

Se propone el estudio comparativo heurístico contrastado con una proyección teórica, basado en la combinación entre observación empírica y el análisis teórico para evaluar y comprender un fenómeno particular.

En primera instancia se desarrolla una recopilación de antecedentes mediante un análisis comparativo heurístico, este aspecto del enfoque implica el uso de métodos heurísticos, que son enfoques basados en la experiencia y el juicio experto. Se trata pues, en un estudio comparativo heurístico, basado en la observación y el estudio de los antecedentes de datos empíricos recopilados de observaciones, encuestas, entrevistas o fuentes de información, para identificar patrones, tendencias o regularidades.

Posteriormente se procederá a contrastar los antecedentes con una proyección teórica, después de realizar el análisis heurístico y recopilar datos empíricos. Esta proyección teórica se fundamenta en la aplicación de índices basados en los principios de sostenibilidad para dimensionar el cambio en el consumo de recursos físicos y ambientales, utilizando el modelo propuesto.

4. RESULTADOS

4.1. Comparativo método heurístico y metodología propuesta

La metodología propuesta es un medio de prospección para la planificación territorial en base a estándares de sustentabilidad obtenidos desde los objetivos de desarrollo globales propuestos por la Organización de las Naciones Unidas (2015).

Se realiza un análisis comparativo a partir de cuatro casos de localidades mineras afectadas por contaminación ambiental en Chile, siendo casos emblemáticos de la falta de planificación y sus consecuencias en la comunidad local. Estas ciudades son: Tierra Amarilla, Quinteros, Puchuncavi y Pozo Almonte, todas ciudades intermedias que tenían como sustento primario la industria minera.

Estos casos chilenos son particularmente útiles porque Chile es un país de renta media con un desarrollo económico neoliberal, que ha permitido actividades económicas que han causado contaminación. En consecuencia, existen numerosos sectores geográficos de alta concentración industrial, donde establecer los centros industriales se ha priorizado sobre el bienestar de las personas y la protección del medio ambiente.

4.2. Caso de estudio: Tierra Amarilla, Copiapó, Región de Atacama, Chile

Tierra Amarilla es una comuna ubicada en la provincia de Copiapó, en la Región de Atacama, Chile. Se encuentra en el Valle de Copiapó, en un lugar estratégico dado su cercanía con las minas de cobre y oro de la zona (figura 1). Este núcleo está rodeado por grandes faenas mineras y a 15 kilómetros al interior de Copiapó; se trata de una comuna de escasa vegetación que se emplaza bordeando al río que lleva el mismo nombre de la capital regional, entre los cerros áridos y secos del norte. Conocida por los pueblos indígenas de la zona como "Kellollampu", palabra de origen aymara que significa polvo amarillo, la localidad era antes un valle verde y fértil, lleno de yacimientos de oro, plata y cobre, que las comunidades explotaban antes de la llegada de los españoles.



Figura 1. Captura satelital Tierra Amarilla. Fuente: Google earth pro, fecha de captura julio 2023.

Por lo tanto, la historia de Tierra Amarilla está estrechamente ligada a la minería. Desde tiempos precolombinos, los indígenas atacameños ya extraían minerales de la zona, especialmente oro. Durante la colonia española, se organizaron diversas expediciones en busca de oro y plata, pero fue a mediados del siglo XIX cuando se produjo el boom minero en la región. En 1832, se descubrió la veta de cobre en Chañarcillo, en los alrededores de Tierra Amarilla. Este descubrimiento atrajo a un gran número de mineros y colonos, quienes se instalaron en la zona buscando aprovechar las riquezas minerales. Chañarcillo se convirtió en uno de los yacimientos de plata más importantes de Chile, generando una gran bonanza económica.

Con el crecimiento de la minería, se fundó la comuna de Tierra Amarilla en 1874, siendo su principal centro urbano la localidad de Copiapó. Durante el siglo XX, la explotación minera continuó siendo la actividad principal en la zona, pero también se desarrollaron otros sectores como la agricultura y el turismo. Sin embargo, la historia de Tierra Amarilla también está marcada por tragedias. En 1965, ocurrió el Desastre de la Mina El teniente, donde murieron 355 mineros debido a un derrumbe. Este fue uno de los peores accidentes mineros en la historia de Chile y tuvo un gran impacto en la comunidad. En la actualidad, Tierra Amarilla sigue siendo una comuna con una fuerte influencia minera, pero también se ha diversificado en otros sectores como la energía renovable y el turismo. La comuna cuenta con una variada oferta turística, que incluye el Parque Nacional Nevado Tres Cruces y el Desierto Florido.

4.2.1. Demografía

El levantamiento demográfico se realiza desde fuentes oficiales del país, tomando las muestras y resultados obtenidos por los censos nacionales que se han realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de Chile. Para realizar los estudios comparativos se requieren al menos dos muestras validadas por una metodología reconocible. En el caso de Tierra Amarilla, se lograron identificar tres muestras censales validadas por el INE, los censos de 1992, 2002 y 2017. La periodicidad de estos Censos es de 10 años entre cada uno, teniendo la información realizada en 2012, muestreo que fue invalidado por presentar una metodología no verificable en



los trabajos en terreno, debido a un cambio efectuado en la forma y procesado de la información. Ante las incongruencias presentadas se realizó nuevamente un censo en 2017, siendo este último debidamente verificado y validado. Así, de modo referencial se utilizarán los muestreos de los cuatro censos para visualizar el crecimiento de forma cronológica, pero en los estudios cuantitativos se utilizarán solo los censos debidamente validados por el Instituto Nacional de Estadística (tabla 2).

Tabla 2. Levantamientos antecedentes demográficos históricos 1992-2017, Tierra Amarilla.

Registro de Crecimiento Demográfico: Tierra Amarilla, Región de Atacama.				
Censo	1992	2002	2012	2017
Población (Hab).	11.269	12.266	13.507	14.019

Fuente: elaboración propia a partir de los censos estudiados.

4.2.2. Análisis comparativo del crecimiento demográfico

Utilizando la información demográfica verificada por el Instituto Nacional de Estadística de Chile, se procede a realizar la depuración de la información para obtener los porcentajes de variación intercensal (tabla 3) a fin de obtener los factores que se utilizaran para construir la proyección estadística según el modelo planteado.

Tabla 3. Cálculo de variaciones intercensales, Tierra Amarilla.

Variación censal 1992 - 2002	8,13%
Variación censal 2002 - 2012	9,19%
Variación censal 2012-2017	3,65%
Variación censal 2002-2017	12,50%
Variación Censal promedio 1992-2002-2012-2017	8,37%
Variación Censal promedio 1992-2002 -2017	10,32%
Tasa de crecimiento anual 2002-2017	0,89%
Tasa de crecimiento anual 1992-2002	0,85%
Tasa promedio de crecimiento anual	0,87%

Fuente: elaboración propia.

Utilizando esta tasa promedio de crecimiento anual, se realizó la proyección mediante la ecuación 1.4. (tabla 4) que se basa en una progresión polinomial de crecimiento demográfico. Se empleó como población inicial el censo de 2002, realizando una proyección de 15 años para tener una muestra comparativa entre el muestreo teórico resultante y la información heurística obtenida en el censo del año 2017.

Comparativamente los resultados de la Proyección estadística tienen una diferencia porcentual menor al 1% en los resultados de la población resultante, verificando que la proyección es capaz de obtener un



resultado confiable para modelar una planificación estrategia que sea capaz de reducir los consumos de recursos urbanos que permitan atenuar los impactos de las faenas mineras en las ciudades.

Tabla 4. Comparación resultados de modelo de proyección contra registro censal, Tierra Amarilla.

Proyección estadística población	2012	13.380 habitantes
Población Censo 2012		13.507 habitantes
Proyección estadística población	2017	13.974 habitantes
Población Censo 2017		14.019 habitantes
Variación proyección población 2002 - 2017		1.708 habitantes
Variación real población 2002-2017		1.753 habitantes

Fuente: elaboración propia.

4.2.3. Comparación modelo propuesto – análisis heurístico

Tierra Amarilla es considerada una zona de sacrificio y ejemplo de la falta de planificación para mediar ante las consecuencias de la industria minera. Como caso de estudio si se hubieran aplicado los Índices basados en los principios de sostenibilidad se hubiera logrado reducir los efectos nocivos provocados por los efectos de la industria minera que culminarían con la judicialización de las condiciones médicas de sus habitantes.

Utilizando los índices basados en los principios de sostenibilidad (tabla 5) se hubiera logrado optimizar los recursos hídricos en un 43%, valor significativo teniendo en cuenta la escasez del recurso. En cuanto a las áreas verdes el aumento es casi de un 500%, contabilizando el aumento de suelo para esparcimiento, equipamientos de ocio y vegetación natural, además de incluir áreas flexibles que se aportan a las actividades físicas y de bienestar.

Tabla 5. Cuadro comparativo índices de urbanización basados en los principios de sostenibilidad para Tierra Amarilla.

Cuadro comparativo proyección crecimiento Tierra Amarilla 2002-2017	
Modelo Propuesto aumento suelo urbano 2002-2017 (coeficiente 75 h/h)	23 hectáreas
Aumento consumo hídrico domestico 2002-2017	301.516 litros
Aumento consumo hídrico modelo basado en sustentabilidad	170.808 litros
Aumento cantidad áreas verdes promedio chile 1,5 m ²	2.630 m ²
Aumento cantidad áreas verdes recomendado 9 m ²	15.373 m ²

Fuente: elaboración propia.

A modo de resultado, los índices propuestos en caso de ser aplicados hubieran aportado la mejora de la planificación y optimización de los recursos, extendiendo la vida útil del asentamiento.



4.3. Caso de estudio: Puchuncaví, Región de Valparaíso, Chile

Las localidades de Quintero y Puchuncaví en Chile son consideradas zonas de sacrificio ambiental, operando 15 grandes industrias responsables de varios episodios de contaminación, incluyendo derrames de hidrocarburos en el mar, vertimientos de carbón en las playas e intoxicaciones masivas de personas, principalmente niños, con metales pesados (figura 2).

La historia de Puchuncaví y sus alrededores se remonta a mucho más de 500 años, por lo que es una de las localidades más antiguas de Chile. El nombre contemporáneo de Puchuncaví deriva del mapudungun "Puchuncahuin" que significa donde abundan las fiestas, o, según algunos, restos de fiestas o fin de fiestas. No hay fechas precisas en relación con el origen de Puchuncaví y se presume que al arribo de los españoles ya existía el villorrio de este nombre; era uno de los terminales del famoso Camino del Inca, sendero de piedra de una vara y medio de ancho que unía la zona central de Chile con el Cusco, capital del Imperio incaico.

El 6 de marzo de 1875 fue declarada villa y luego, a partir de 1883, fue en varias oportunidades cabecera de provincia. En 1894 se formó la primera comuna, llamada Quintero-Puchuncaví, integrada por vecinos de ambas localidades. En 1925 se creó la comuna de Puchuncaví, de común acuerdo con Quintero.

Finalmente, en 1943 Quintero decidió hacer realidad la separación de ambas ciudades. Después de una serie de reuniones con vecinos y autoridades, el 13 de septiembre de 1944, el presidente Juan Antonio Ríos dictó el Decreto Ley N° 7.866 creando la comuna de Puchuncaví con doce distritos correspondiente a los principales pueblos y su administración de asentamientos menores: Placilla de Puchuncaví, La Laguna, La Canela, San Antonio, Pucalán, Melosillas, Los Maitenes, Campiche, La Greda, Las Ventanas, La Chocota y Horcón. El primer alcalde fue Juan José Mena Salinas.

En los años iniciales del siglo XXI, Quintero ha cobrado fama como símbolo de políticas medioambientales insuficientes. Desde que a inicios del siglo XX comenzó una política de industrialización, se instalaron en la zona una termoeléctrica de carbón de Chilectra y la Fundición Ventanas de Codelco en la vecina localidad del mismo nombre; llegando en la actualidad (2019) a conformar una zona conocida informalmente como Parque Industrial Quintero-Puchuncaví, incluyendo industrias petroleras, terminales de gas licuado, e industrias



Figura 2. Captura satelital Puchuncaví. Fuente: Google earth pro, fecha de captura julio 2023.



químicas entre otras, lo que ha causado que la bahía y alrededores sea considerada una “zona de sacrificio”. Múltiples protestas ante la paulatina destrucción medioambiental no tuvieron efecto, hasta que un grave episodio de intoxicación de la población por gases tóxicos en agosto de 2018 puso de relieve la situación de esta ciudad y sus aledaños en la Bahía de Quintero propiciando investigaciones por el Senado de Chile.

4.3.1. Demografía

Se utiliza la metodología propuesta para el levantamiento demográfico en base a datos oficiales del país, obtenidos a través de los censos nacionales realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de Chile. Se cuenta con tres censos validados por el INE: 1992, 2002 y 2017 (tabla 6), con una periodicidad de 10 años. El censo de 2012 fue descartado debido a problemas metodológicos, por lo que se utilizarán solo los datos de los censos debidamente validados para los análisis cuantitativos.

Tabla 6. Levantamientos antecedentes demográficos históricos 1992-2017, Puchuncaví.

Registro de Crecimiento Demográfico: Puchuncaví, Región de Valparaíso.				
Censo	1992	2002	2012	2017
Población (Hab).	10.025	12.830	15.537	18.546

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Análisis comparativo crecimiento demográfico

A partir de los datos demográficos validados por el Instituto Nacional de Estadística de Chile, se procede a depurar la información con el fin de calcular los porcentajes de variación intercensal (tabla 7). Estos porcentajes se utilizarán como factores en la construcción de la proyección estadística, siguiendo el modelo propuesto.

Tabla 7. Cálculo de variaciones intercensales, Puchuncaví.

Variación censal 1992 - 2002	21,86%
Variación censal 2002 - 2012	17,42%
Variación censal 2012-2017	16,22%
Variación censal 2002-2017	30,82%
Variación Censal promedio 1992-2002-2012-2017	21,58%
Variación Censal promedio 1992-2002 -2017	26,34%
Tasa de crecimiento anual 2002-2017	2,49%
Tasa de crecimiento anual 1992-2002	2,50%
Tasa promedio de crecimiento anual	2,49%

Fuente: elaboración propia.



Se emplea la tasa promedio de crecimiento anual para llevar a cabo una proyección (tabla 8) demográfica utilizando la ecuación 1.4, que se basa en una progresión polinomial de crecimiento. La población inicial considerada es la del censo de 2002, y se proyecta un período de 15 años.

Tabla 8. Comparación de resultados del modelo de proyección contra registro censal, Puchuncaví.

Proyección estadística población	2012	16.411
Población Censo 2012		15.537
Proyección estadística población	2017	18.561
Población Censo 2017		18.546
Variación proyección población 2002 - 2017		5.731
Variación real población 2002-2017		5.716

Fuente: elaboración propia.

Comparativamente los resultados de la Proyección estadística tienen una diferencia porcentual menor al 1% en los resultados de la población obtenida.

4.3.3. Comparación modelo propuesto - análisis heurístico

Utilizando los resultados se efectúa un estudio comparativo (tabla 9) entre las necesidades del asentamiento en su crecimiento demográfico entre los años 2002 al 2017.

Tabla 9. Cuadro comparativo índices de urbanización basados en los principios de sostenibilidad para Puchuncaví.

Cuadro comparativo proyección crecimiento Puchuncaví 2002-2017	
Modelo Propuesto aumento suelo urbano 2002-2017 (coeficiente 75 h/h)	76 hectáreas
Aumento consumo hídrico domestico 2002-2017	983.152 litros
Aumento consumo hídrico modelo basado en sustentabilidad	573.074 litros
Aumento cantidad áreas verdes promedio chile 1,5 m ²	8.574 m ²
Aumento cantidad áreas verdes recomendado 9 m ²	51.577 m ²

Fuente: elaboración propia.

Habiendo aplicado los índices fundamentados en los principios de sostenibilidad, se consiguió una optimización del 40% en el uso de los recursos hídricos. Además, en lo que respecta a las áreas verdes, habríamos experimentado un aumento de casi del 600%. Esto se traduce en una expansión significativa de las áreas destinadas al esparcimiento, instalaciones de ocio y espacios con vegetación natural.



4.4. Caso de estudio: Quinteros, Región de Valparaíso, Chile

Quintero es una ciudad costera situada en la zona central de Chile, aproximadamente a 30 kilómetros al norte de Valparaíso. La historia de Quintero se remonta a la época precolombina, cuando esta área estaba habitada por indígenas picunches, quienes aprovechaban sus recursos naturales, como la pesca y la recolección de mariscos.

La llegada de los españoles a la zona durante la colonización cambió significativamente la vida de los indígenas locales. Con el tiempo, la comuna de Quintero se convirtió en un lugar importante para la explotación de recursos naturales, especialmente para la industria pesquera, la extracción de madera y la agricultura (figura 3).



Figura 3. Captura satelital Quinteros. Fuente: Google earth pro, fecha de captura julio 2023.

En el siglo XIX, con el crecimiento de la industria del salitre en el norte de Chile, Quintero se convirtió en un puerto estratégico para la exportación de este importante recurso. Además, durante el mismo período, la comuna experimentó un desarrollo en su infraestructura portuaria y ferroviaria para facilitar el transporte de los productos hacia Valparaíso y otras áreas del país. En el siglo XX, Quintero continuó desarrollándose, y su economía se diversificó, incluyendo la instalación de industrias como refinerías de petróleo y centrales termoeléctricas, lo que contribuyó a la generación de empleo, pero también trajo desafíos medioambientales.

Hoy en día, Quintero sigue siendo un importante puerto para la industria pesquera y un destino turístico popular debido a sus hermosas playas y entorno natural. Sin embargo, también ha enfrentado problemas relacionados con la contaminación ambiental debido a las actividades industriales cercanas, lo que ha llevado a debates y acciones en busca de soluciones para proteger su entorno natural y la salud de sus habitantes.

4.4.1. Demografía

Se sigue la metodología propuesta para recopilar datos demográficos, utilizando información oficial del país proveniente de los censos nacionales (tabla 10) realizados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de Chile.



Tabla 10. Levantamientos antecedentes demográficos históricos 1992-2017, Quinteros.

Registro de Crecimiento Demográfico: Quinteros, Región de Valparaíso				
Censo	1992	2002	2012	2017
Población (Hab).	17.135	21.015	27.485	31.923

Fuente: elaboración propia.

4.4.2. Análisis comparativo crecimiento demográfico

A partir de los datos demográficos validados por el Instituto Nacional de Estadística de Chile, se procedió a depurar la información con el fin de calcular los porcentajes de variación intercensal (tabla 11). Estos porcentajes se utilizaron como factores en la construcción de la proyección estadística, siguiendo el modelo propuesto.

Tabla 11. Cálculo de variaciones intercensales, Quinteros.

Variación censal 1992 - 2002	18,46%
Variación censal 2002 - 2012	23,54%
Variación censal 2012-2017	13,90%
Variación censal 2002-2017	34,17%
Variación Censal promedio 1992-2002-2012-2017	22,52%
Variación Censal promedio 1992-2002 -2017	26,32%
Tasa de crecimiento anual 2002-2017	2,83%
Tasa de crecimiento anual 1992-2002	2,06%
Tasa promedio de crecimiento anual	2,44%

Fuente: elaboración propia.

Obteniendo los porcentajes de crecimiento anual se realizó una proyección comparativa (tabla 12) utilizando las ecuaciones antes planteadas para comparar la propuesta desde el modelo prospectivo con la información oficial del censo de 2017, con el fin de comprobar si la información es confiable a fin de utilizarla para el modelado de proyecciones hacia los crecimientos futuros de las ciudades.

Tabla 12. Comparación resultados de modelo de proyección contra registro censal, Puchuncaví.

Proyección estadística población	2012	26.755 habitantes
Población Censo 2012		27.485 habitantes
Proyección estadística población	2017	30.189 habitantes
Población Censo 2017		31.923 habitantes
Variación proyección población 2002 - 2017		9.174 habitantes
Variación real población 2002-2017		10.908 habitantes

Fuente: elaboración propia.



Comparativamente los resultados de la Proyección estadística tienen una diferencia porcentual menor al 2% en los resultados de la población obtenida, estando dentro de un rango tolerable para continuar con el análisis comparativo entre el modelo propuesto y el crecimiento histórico para verificar si los índices propuestos son capaces de reducir el consumo de recursos de las ciudades.

4.4.3. Comparación modelo propuesto – análisis heurístico

Utilizando los resultados se realiza un estudio comparativo (tabla 13) entre las necesidades del asentamiento en su crecimiento demográfico entre los años 2002 al 2017.

Tabla 13. Cuadro comparativo de índices de urbanización basados en los principios de sostenibilidad para Quinteros.

Cuadro comparativo proyección crecimiento Quinteros 2002-2017	
Modelo Propuesto aumento suelo urbano 2002-2017 (coeficiente 75 h/h)	145 hectáreas
Aumento consumo hídrico domestico 2002-2017	1.876.176 litros
Aumento consumo hídrico modelo basado en sustentabilidad	917.380 litros
Aumento cantidad áreas verdes promedio chile 1,5 m ²	16.362 m ²
Aumento cantidad áreas verdes recomendado 9 m ²	82.564 m ²

Fuente: elaboración propia.

Si hubiéramos aplicado índices basados en los principios de sostenibilidad, habríamos logrado una mejora del 50% en la utilización de los recursos hídricos. Además, en cuanto a las áreas verdes, habríamos observado un aumento de casi el 500%. Esto habría resultado una considerable expansión de zonas dedicadas al esparcimiento, instalaciones de ocio y áreas con vegetación natural.

4.5. Aplicación de los índices basados en los principios de sostenibilidad para una estrategia prospectiva de desarrollo territorial sostenible: Pozo Almonte 2040, Región de Tarapacá, Chile

Pozo Almonte, es una ciudad y capital de la provincia del Tamarugal, ubicada en las coordenadas 20°15'35" orientación Sur y 69°47'10" orientación Oeste. Forma parte del sistema de asentamientos urbanos de la Región de Tarapacá (figura 4). Desde sus orígenes se considera un lugar de abastecimiento y provisiones dentro de la pampa del Tamarugal. Durante el siglo XIX, quedó integrado al sistema de cantones extractivos de la industria del salitre bajo el nombre Oficina Salitrera Pozo Almonte y en 1875 fue declarada ciudad. Ésta última se caracteriza por su rol territorial como centro de servicios de abastecimiento y provisiones, situación que se formaliza en 1885 cuando quedó integrada en el sistema ferroviario del Ferrocarril Salitrero de Tarapacá (Forstall, 2019), manteniéndose como una parada estratégica para los trabajadores de las faenas salitreras, prestando servicios de esparcimiento, comercio y hospedaje.

El apogeo de la industria salitrera reconfiguro la estructura socioespacial de la región, volcando los horizontes productivos a la zona intermedia de la región donde se encontraban los recursos mineros (Van Kessel, 2001). Desde esta visión, Pozo Almonte asumió el rol de espacio articulador, donde los habitantes de las quebradas de los Andes precordilleranos podían encontrarse con los habitantes de los asentamientos costeros, transformándose en una ciudad intermedia con una identidad de servicios comerciales y de intercambio de productos.

Con el término de la industria salitrera en Tarapacá en 1930, se produce un nuevo orden socio espacial dentro de la región, cambiando los roles que tenían los distintos asentamientos urbanos, a consecuencia



primero del cierre de las faenas salitreras y posteriormente ocurriendo una predominante inmigración desde los poblados cordilleranos hacia el borde costero en busca de sustento económico, lo cual fortalece el rol territorial de Pozo Almonte como un punto estratégico de intercambio para agricultores de las quebradas precordilleranas con los centros poblados del borde costero.

A finales del siglo XX la industria minera nacional toma importancia gracias a la producción cuprífera, comenzando a implementar megaproyectos mineros en el norte de Chile para la extracción de cobre, siendo Tarapacá una de las regiones donde se reactiva la explotación minera, causando una explosión demográfica producto de las migraciones hacia estas zonas. La reactivación de la industria productiva produce una demanda de suelo urbanizado en Pozo Almonte, donde se implementan equipamientos industriales que prestan servicios terciarios a la minería tales como talleres mecánicos, maestranzas de infraestructuras y prestación de servicios de alimentación, entre otros.

Estas nuevas demandas de suelo urbano, sumadas a la ocupación informal de terrenos por parte de familias de trabajadores de bajos recursos, producen la obsolescencia de los instrumentos de planificación territorial en Pozo Almonte, quedando sujeta ésta última a las necesidades del mercado inmobiliario; donde la forma de construir ciudad se ordena en base a los factores económicos y las crecientes demandas de suelo residencial. Dado que su crecimiento es resultado de la creación de zonas periféricas donde proliferan viviendas informales, erosionando la cohesión social espacial de las áreas urbanas de la ciudad. A pesar de ser una ciudad de menor escala, en Pozo Almonte se produce una fragmentación de su estructura urbana producto de la falta de regulación de la ocupación de suelo, donde su carácter de ciudad intermedia que depende de flujos exógenos de desarrollo se ven acrecentados y éstos a su vez generan un impacto negativo en la calidad de vida de sus habitantes.

En la región de Tarapacá, se ubica aproximadamente el 11,6% de la superficie total de concesiones mineras para exploración y el 12,5% para ser explotadas en el año 2021. En ese período, se observó un incremento positivo del 1,4% en la extensión de las concesiones mineras de exploración, así como un aumento del 1,9% en la superficie destinada a la explotación minera (Anuario de la Minería de Chile, 2022, Servicio Nacional de Geología y Minería, Ministerio de Minería, Chile).

A pesar del favorable desempeño económico de la industria minera, la producción nacional ha experimentado una disminución constante, registrando una caída del 3% en comparación con el año anterior. Ante este registro, se podría pensar que la producción minera en la región se encuentra en su etapa de apogeo.



Figura 4. Captura satelital Pozo Almonte. Fuente: Google earth pro, fecha de captura julio 2023.



4.5.1. Emografía

En el último censo oficial de población (2017), Chile cuenta con una población de 17.574.003 habitantes, donde la región de Tarapacá figura con 330.558 habitantes representando un 1,88% de la población nacional. De la población regional, la comuna de Pozo Almonte representa un 4,75% (INE,2017). (tabla 14)

Tabla 14. Levantamientos antecedentes demográficos históricos.

Registro de Crecimiento Demográfico: Pozo Almonte, Región de Tarapacá				
Censo	1992	2002	2012	2017
Población (Hab).	3.963	6.384	9.406	10.053

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente se evidencia la dinámica local en términos de los movimientos pendulares existentes en la comuna y entre ella y su contexto intercomunal y regional, distinguiéndose un movimiento migratorio esencial, relacionado con los movimientos pendulares propios de cualquier centro urbano menor, es decir, por motivos de trabajo y/o estudio entre la comuna y sus vecinas.

4.5.2. Análisis comparativo crecimiento demográfico

Utilizando las ecuaciones propuestas, se obtiene una tasa de crecimiento anual de 3,07% (tabla 15); no obstante, la proyección del crecimiento realizada hacia un periodo cronológico futuro se ha comparado con una proyección basada en la tasa de crecimiento anual de 1,4%. Y ésta ha resultado concordante con la estimación llevada a cabo por el Instituto Nacional de Estadística de Chile; situándose ésta dentro de los estándares propuestos por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe en su informe sobre estimaciones y proyecciones anuales de población para el período 1950-2100 (2022).

Tabla 15. Cálculo de variaciones intercensales, Pozo Almonte.

Variación censal 1992 - 2002	37,92%
Variación censal 2002 - 2012	32,13%
Variación censal 2012-2017	6,44%
Variación censal 2002-2017	36,50%
Variación Censal promedio 1992-2002-2012-2017	28,25%
Variación Censal promedio 1992-2002 -2017	37,21%
Tasa promedio de crecimiento anual	3,07%

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, se ha estimado que la población de 2030 (tablas 16 y 17) será de 12.045 habitantes, de los cuales 10.462 serían población residente y 1.583 población flotante o en transferencia, producto de la movilidad regional presente debido a las dinámicas generadas con otros asentamientos regionales.



Tabla 16. Cálculo de variaciones intercensales, Pozo Almonte 2017-2040.

Proyección estadística población 2017	10.053 habitantes
Proyección estadística población 2024	11.081 habitantes
Proyección estadística población 2030	12.045 habitantes
Proyección estadística población 2040	13.841 habitantes

Fuente: elaboración propia.

Tabla 17. Cálculo de variaciones intercensales, Pozo Almonte 2017-2040.

Variación población 2017 - 2024	1.028 habitantes
Variación población 2017 - 2030	1.992 habitantes
Variación población 2017 - 2040	3.788 habitantes

Fuente: elaboración propia.

Considerando la proyección demográfica que se ha realizado en el marco de las dinámicas urbanas analizadas (tabla 18), se aplica esta información al entorno natural y construido que rodea el asentamiento urbano de Pozo Almonte. Se interpreta este contexto geográfico, que se encuentra en una depresión intermedia, como un elemento natural que facilita la movilidad de flujos y conexiones entre diferentes sistemas territoriales. Esto transforma a la ciudad en una plataforma de convergencia entre las áreas de alta montaña precordillerana y la costa del océano Pacífico.

Tabla 18. Cuadro comparativo índices de urbanización basados en los principios de sostenibilidad para Pozo Almonte 2017-2040.

Modelo Propuesto aumento suelo urbano 2017 - 2024 coeficiente 75 hectáreas por habitante	14 hectáreas
Modelo Propuesto aumento suelo urbano 2017 - 2030 coeficiente 75 hectáreas por habitante	27 hectáreas
Modelo Propuesto aumento suelo urbano 2017 - 2040 coeficiente 75 hectáreas por habitante	51 hectáreas

Consumo hídrico domestico tradicional 2017	1.729.116 litros diarios
Aumento consumo hídrico domestico tradicional 2017-2024	176.739 litros diarios
Aumento consumo hídrico domestico tradicional 2017-2030	342.540 litros diarios
Aumento consumo hídrico domestico tradicional 2017-2040	651.542 litros diarios

160

Consumo hídrico modelo basado en sustentabilidad 2017	
Aumento consumo hídrico modelo basado en sustentabilidad 2017-2024	102.755 litros diarios
Aumento consumo hídrico modelo basado en sustentabilidad 2017-2030	199.151 litros diarios
Aumento consumo hídrico modelo basado en sustentabilidad 2017-2040	378.804 litros diarios

Cantidad áreas verdes 2017 promedio chile 1,5 m ² por persona	15.080 m ²
Aumento áreas verdes 2017-2024 promedio chile 1,5 m ² por persona	1.541 m ²
Aumento áreas verdes 2017-2030 promedio chile 1,5 m ² por persona	2.987 m ²
Aumento áreas verdes 2017-2040 promedio chile 1,5 m ² por persona	5.682 m ²

Cantidad áreas verdes estándar recomendado 9 m ² por persona	
Aumento áreas verdes 2017-2024 estándar recomendado 9 m ² por persona	9.248 m ²
Aumento áreas verdes 2017-2030 estándar recomendado 9 m ² por persona	17.924 m ²
Aumento áreas verdes 2017-2040 estándar recomendado 9 m ² por persona	34.092 m ²

Fuente: elaboración propia.

Esta situación ha generado una fuerte influencia de intereses externos que han impulsado un crecimiento urbano aislado y desconectado de las dinámicas internas de la ciudad. Esta forma de organización es resultado de un conflicto entre las escalas urbanas existentes, que contrastan a escala de barrio con las



áreas residenciales. De forma que la ciudad se ha fragmentado en periferias rurales y zonas industriales que no mantienen relaciones cohesivas entre sí.

Así pues, este plan estratégico se basa en el reconocimiento de la dinámica regional y se centra en tres ejes de desarrollo que coordinan los flujos regionales relacionados con la minería, transferencia de cargas, turismo, pesca, recursos ambientales, población y aspectos socioespaciales. Se propone un sistema de núcleos polifuncionales en el centro urbano (figura 5).

Y se reconocen tendencias de crecimiento en la ciudad, observando la búsqueda de un horizonte Transversal Productivo, orientado desde un conector transversal que cruza la ciudad de Oeste a Este y que por su logística vial tiene la capacidad de consolidarse en un polo de desarrollo tecnológico para amortiguar el impacto de la carretera nacional interregional. Esta área puede activar los sistemas industriales, de desarrollo tecnológico y científico en la región que podrían implementarse en Pozo Almonte como una zona industria en desarrollo.

Otro elemento que se reconoce como tendencia en el crecimiento del asentamiento es un Horizonte Longitudinal de Servicio, dirigido a fortalecer el centro histórico de Pozo Almonte y actuar como un área de transferencia de flujos en dirección Norte-Sur, proporcionando servicios a turistas y usuarios en movimiento. En esta área se podría consolidar la ocupación residencial mixta y las zonas de servicios (figura 6).

Finalmente, la demanda de suelo urbano y específicamente de áreas verdes, son la oportunidad de consolidar la estructura social interna del asentamiento a fin de fortalecer los corredores urbanos existentes en pasajes residenciales y barrios del centro urbano, sirviendo como espacios de encuentro y esparcimiento. Estos elementos tienen la oportunidad de ser los conectores entre las zonas de ocupación mixta con áreas de interés productivo y con las zonas residenciales de baja densidad.

Los requerimientos de nuevo suelo urbano por parte de la ciudad se materializan a través de tres ejes de desarrollo que organizan el crecimiento del asentamiento. Estos ejes tienen la capacidad de articular los flujos regionales según sus diferentes niveles de influencia y están vinculados a agentes de desarrollo productivo como la minería metálica, la minería no metálica, la transferencia de cargas, el turismo, la pesca, los recursos ambientales, la población humana y los aspectos socioespaciales.

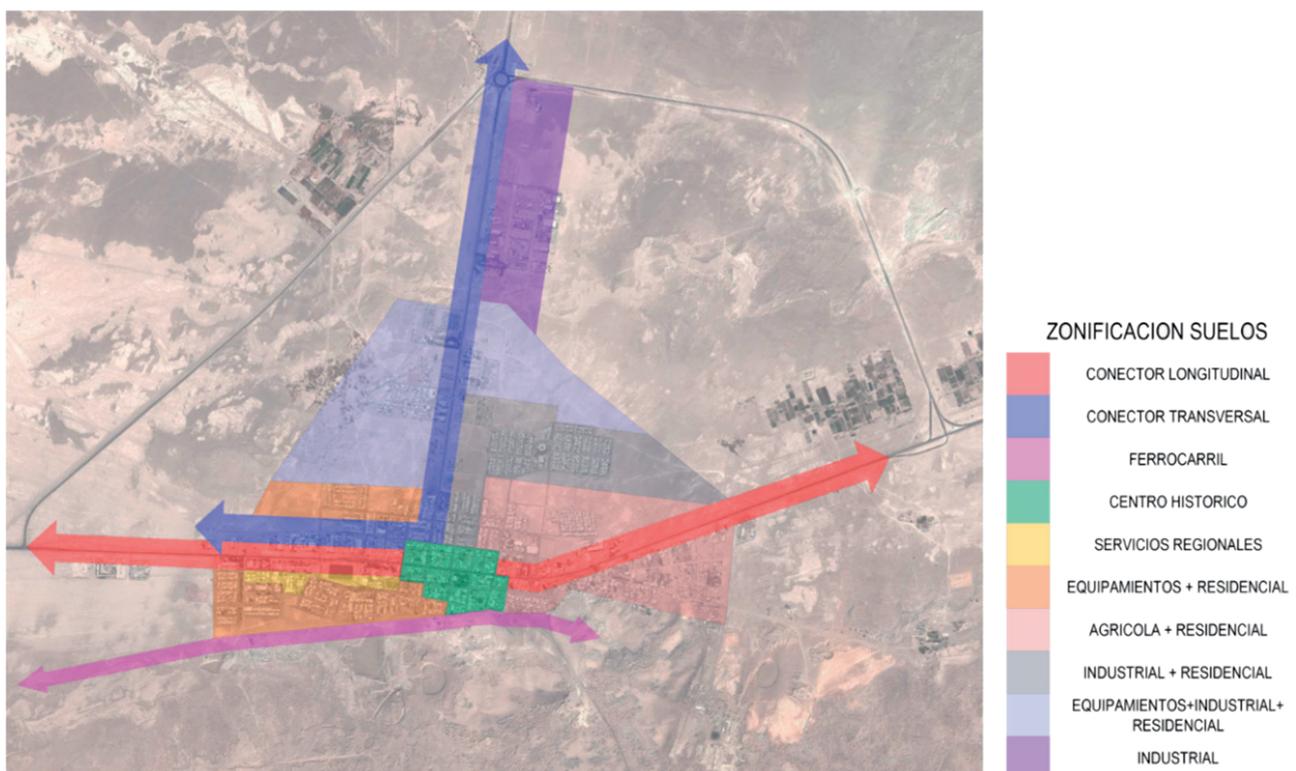


Figura 5. Esquemas de horizontes productos como ejes de desarrollo urbano. Fuente: elaboración propia.

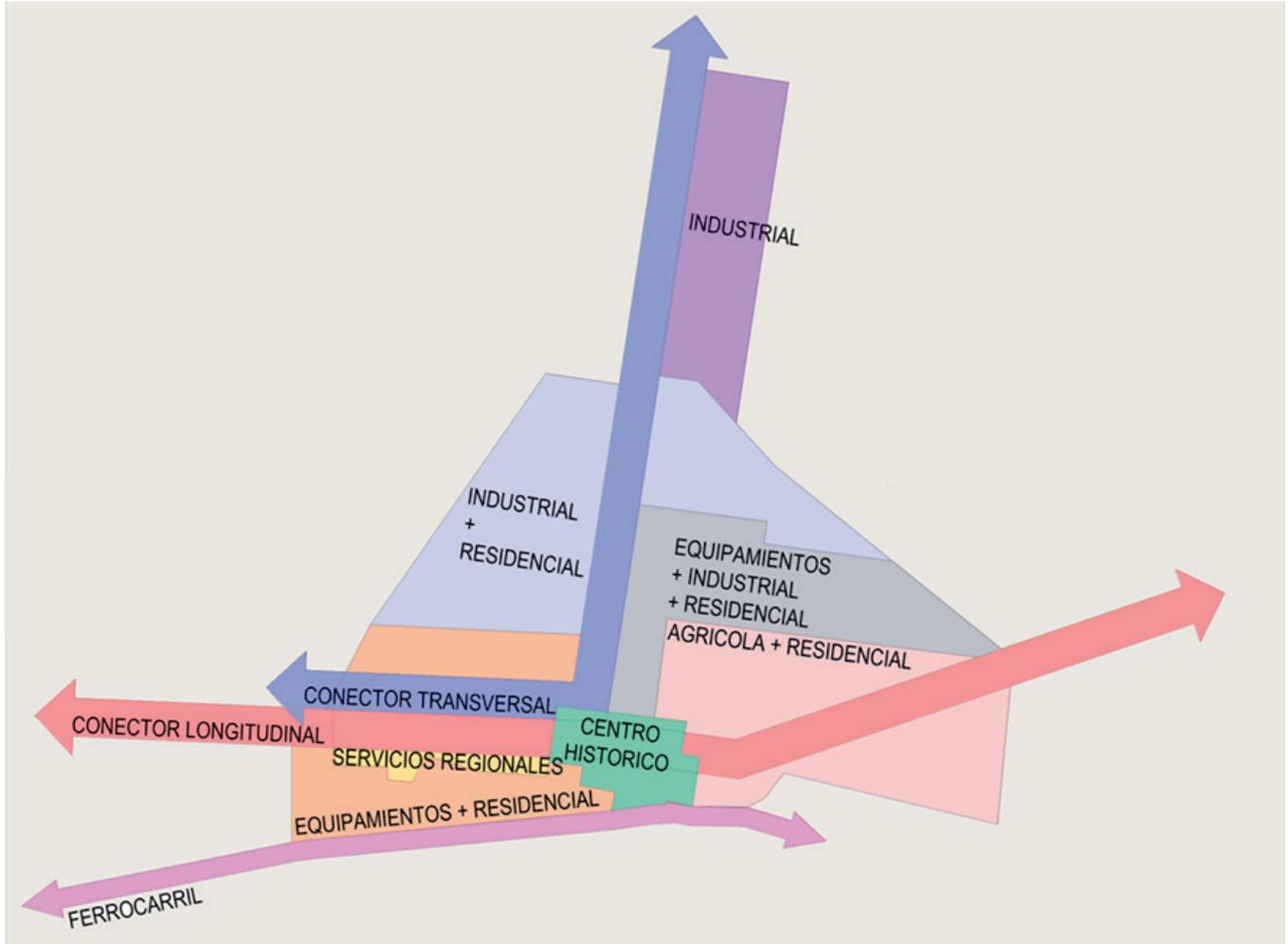


Figura 6. Esquemas de horizontes productos como ejes de desarrollo urbano. Fuente: elaboración propia.

5. DISCUSIÓN

El modelo de planificación basado en los principios de sustentabilidad, en relación con su metodología e índices propuestos a través de los estudios comparativos heurísticos logra reducir el consumo de recursos de los asentamientos, en los cuatro casos estudiados y su implementación hubiera logrado establecer políticas públicas para reducir la afectación a los habitantes. Sin embargo, no es posible predecir el punto de no retorno al daño ambiental que produce la falta de una planificación urbana cuando se logra cuantificar el crecimiento y la demanda de recursos básicos necesarios, su aporte está en cuantificar los daños o sobrecargas en los sistemas urbanos productos de las industrias extractivas. Esta información obtenida en base a las proyecciones demográficas y cálculos de los consumos de recurso hídricos se puede instrumentalizar en indicadores para una política más activa y menos permisiva como las actuales (Campos-Medina et al., 2022).

La industria minera se encuentra en una transformación tecnológica, impulsada por reformas en las políticas públicas, se ha integrado un interés en el medioambiente por parte de los países anfitriones de estas industrias, donde se ha comenzado a cambiar la idea de faena minera por la de ecosistema minero (Labó, 2022), si bien estas políticas son innovadoras su implementación es lenta y permisiva ante la activa económica de la industria.

La planificación estratégica se presenta como una oportunidad esencial para abordar las demandas de suelo urbano según la proyección demográfica prevista. Esta planificación estratégica es activa, anteponiendo a los daños ambientales y busca resguardar, ordenar y valorizar los recursos disponibles en las ciudades, con el objetivo de lograr un crecimiento integral y sostenible que promueva la equidad en el



acceso a las necesidades económicas, ambientales y sociales de sus habitantes, sin poner en riesgo su permanencia en la ciudad.

El objetivo del modelo propuesto es prospectivo, cuantificando los crecimientos demográficos, los nuevos suelos urbanos que requiere la ciudad, el consumo hídrico necesario para sus habitantes y cuantas áreas de esparcimiento se requieren para el funcionamiento óptimo de la estructura humana. Teniendo esta información es posible realizar una propuesta inicial de como crecerán las ciudades, basadas en el reconocimiento de la dinámica endógena de cada asentamiento para la implementación de las políticas públicas de fomento en las áreas críticas que se identifiquen, teniendo como referencias los resultados que ha logrado el sistema de certificación ambiental municipal evaluado por Rungruangsakorn en 2020, el cual ha logrado implementar estrategias para cada comuna enfocada en propuestas de educación ambiental y concientización.

El cuarto caso de estudio, Pozo Almonte es un modelado prospectivo que ejemplifica el aporte que realiza el tener la información aproximada del consumo de recursos territoriales adecuados para fortalecer a las ciudades de la Industria Minera. Este caso fue elegido por la tendencia de disminución que experimenta su producción, estando en el vértice final de la vida útil de las faenas mineras extractivas tradicionales; de forma que en la planificación a futuro es importante destacar como el sistema urbano se puede preparar para recibir nuevos agentes económicos y/o fortalecer los existentes, en contraste con las relaciones antagónicas registradas por Devenin en 2021 entre comunidades rurales y la industria minera de Atacama, las cuales finalmente acabaron abandonando sus prácticas culturales.

Se destaca igualmente, la importancia de mantener una dotación institucional suficiente del ámbito público, privado y académico para gestionar el desarrollo regional de manera endógena, sin afectar a las condiciones de habitabilidad y mejorando la calidad de vida de los habitantes. La conectividad territorial en infraestructuras, transporte y servicios públicos debe ser estudiada para evitar el deterioro socio territorial en la comunidad y en la región. La investigación realizada abordó solamente tres aspectos, considerados críticos por los autores, para su modelo de planificación, estudiando los crecimientos de población, consumos de recursos hídricos y demandas de suelo urbano residencial, pero su propuesta metodológica prospectiva es aplicable a las relaciones sectoriales que están también expuestas a demandas exponenciales en las industrias mineras como lo son los consumos energéticos, capacidad agrícola y demanda de servicios básicos, entre otras áreas que son estratégicas en los desarrollos a nivel regional en el país.

6. CONCLUSIÓN

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un compromiso fundamental para abordar los desafíos globales más apremiantes de nuestra época. Estos ODS son un llamado a la acción para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. Si bien pueden presentarse como una carta de buenas intenciones sin una estrategia de implementación real. Pues, son parte de una estrategia global para hacerse cargo de los problemas sociales que se han mantenido invisibilizados en los desarrollos de los países.

Ante esta premisa, la planificación territorial se erige como un proceso de vital importancia donde lograr abordar estos desafíos desde una perspectiva cuantificada, analizando múltiples escalas y aspectos interconectados dentro de los ecosistemas urbanos. Para que esta planificación sea efectiva, es fundamental adoptar un enfoque holístico que considere la interdependencia de diversos factores. La sobrevaloración de un solo aspecto puede tener consecuencias negativas en la calidad de vida de los ciudadanos y en la sostenibilidad del entorno urbano. En el contexto de nuestro estudio, hemos observado un deterioro constante en el asentamiento urbano debido a la falta de planificación adecuada. Esto ha llevado a la proliferación de asentamientos informales, la ubicación de actividades industriales perjudiciales en áreas residenciales y la escasez de áreas de esparcimiento para los residentes.

Un modelo de desarrollo territorial sostenible debe centrarse en la optimización del uso del suelo urbano, teniendo en cuenta los recursos económicos, sociales y ambientales disponibles sin comprometer las acti-



vidades productivas de la región en cuestión. Este enfoque promueve la gobernabilidad de los territorios y busca establecer estrategias desde una perspectiva que abarque desde los barrios hasta lo administrativo estatal.

Para lograr estos objetivos, es necesario cambiar el paradigma bajo el cual operan las instituciones involucradas en la planificación territorial. Esto implica la necesidad de una mayor autonomía territorial que evite la supremacía de un municipio o actores privados en detrimento de otros. La transformación debe alejar al Estado de su papel tradicional de mero regulador y fomentar un rol activo en la promoción del desarrollo integral de sus recursos económicos, ambientales y humanos, todo ello respaldado por una estructura institucional que involucre a los sectores público, privado y académico.

Siguiendo los principios de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (2015), esta transformación debe estar acompañada por una dotación institucional sólida y diversificada que permita gestionar las dinámicas de desarrollo regional de manera endógena. El objetivo es mejorar la calidad de vida de los habitantes, brindándoles un mejor acceso a oportunidades laborales, sociales y ambientales. La conectividad territorial, en términos de infraestructura, transporte, comunicaciones y servicios públicos y privados, desempeña un papel crucial en este proceso. Debe ser diseñada con suficiente capacidad para satisfacer las demandas territoriales, evitando deterioros sistémicos en el ámbito social y ambiental.

Además, la presencia activa de las autoridades y las figuras administrativas son esenciales para diseñar políticas dinámicas capaces de adaptarse a los desafíos actuales en todos los niveles, desde el comunal hasta el nacional. La cohesión entre estas entidades es fundamental para evitar impactos negativos en los aspectos sociales y ambientales de la planificación territorial basada solamente en aspectos productivos, tal como lo son los casos expuestos donde la industria minera ha sido el principal actor en las estrategias de administración de los recursos, o más bien en la nula administración de éstos que finalmente han causado la afectación y obsolescencia de centros urbanos producto de alertas sanitarias donde la población ha tenido que dejar sus hogares.

En resumen, la planificación basada en los principios de Desarrollo Sostenible es esencial para abordar los desafíos globales de manera efectiva y para construir un futuro más justo, equitativo y sostenible. Y ayuda a las comunidades y a las naciones a trabajar juntas hacia un mundo en el que nadie se quede atrás y en el que se proteja nuestro planeta para las generaciones futuras.

Agradecimientos

Se valora y agradece el respaldo brindado por el municipio de Pozo Almonte, que desempeñó un papel fundamental al proporcionar datos estadísticos esenciales para llevar a cabo los levantamientos y las clasificaciones de las diversas métricas empleadas en nuestra investigación. Su colaboración ha sido fundamental para el desarrollo de este estudio.

También deseamos expresar nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Martí y a su distinguido equipo docente. Su participación y orientación fueron de gran ayuda en la orientación y elaboración de nuestra investigación. Sus aportes, desde diversas perspectivas disciplinarias, enriquecieron las preguntas planteadas por nuestro equipo de autores y contribuyeron significativamente al éxito de este proyecto.

Declaración responsable y conflicto de intereses

Ambos autores han intervenido en la elaboración de las distintas partes del artículo y son responsables de las mismas.



REFERENCIAS

- Albuquerque, F., & Pérez, S. (2013). El desarrollo territorial: enfoque, contenido y políticas. *Revista Iberoamericana del Gobierno Local*, (4), 1–24.
- Andreu, A., Fernández, J., & Fernández Mateo (2022). Pasado, presente y futuro de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS). La tecnología como catalizador (o inhibidor) de la agenda 2030. *Revista de la Facultad de Derecho*, (108), 4.
- Andreu-Pinillos, A., Fernández-Fernández, J.-L., & Fernández-Mateo, J. (2020). El gobierno corporativo en los índices de sostenibilidad: un estudio de caso español. *Revista de Comunicación*, 19(2), 7–28. <https://doi.org/10.26441/RC19.2-2020-A1>
- Arias, P., & González, L. (2006). Microhistoria e historia regional. *Desacatos*, (21), 177-186.
- Arnet Callealta, Virginia (2022). *La ciudad intermedia chilena como entorno urbano resiliente de la desindustrialización. El caso de Valdivia*. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.014.e20210168>
- Barrezueta Unda, S. (2015). *Introducción a la sostenibilidad agraria: con enfoque de sistemas e indicadores*. Universidad Técnica de Machala (Machala, Ecuador).
- BBVA, (2022). *¿Qué es la minería sostenible? Desafíos de un sector estratégico*. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-mineria-sostenible-desafios-de-un-sector-estrategico/>
- BID, (2020). *Política de sostenibilidad ambiental y social del bid invest*.
- Bithas, K., & Christofakis, M. (2003). Environmentally sustainable cities: Critical review and operational conditions. *Sustainable Development*, 14(3), 177-189. <https://doi.org/10.1002/sd.262>
- Burt, G., & Nair, A.K. (2020). Rigidities of imagination in scenario planning: Strategic foresight through 'Unlearning'. *Technological Forecasting and Social Change*, 153, 119927. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119927>
- Camarán, M.L., Barón, L., & Rueda, M.P. (2019). La Responsabilidad Social Empresarial y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). *Revista Teorías, enfoques y aplicaciones en las Ciencias Sociales*, (24), 41-52. <https://revistas.uclave.org/index.php/teacs/article/view/2206>
- Campos-Medina, F., Fuentes Guarda, V., & Fonseca, F. (2022). Industria minera chilena: una aproximación a las paradojas de la sustentabilidad. *Revista Venezolana de Gerencia*, 27(99), 1078-1094. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.27.99.14>
- Caulkins, M., Choque, D., & Alarcón, M. (2023). Explorando la relación entre planificación urbana y Pueblos Indígenas en áreas urbanas chilenas. *Revista EURE-Revista de Estudios Urbano Regionales*, 49(148), 1-24. <https://doi.org/10.7764/eure.49.148.01>
- Chaves, R., & Monzón, J.L. (2018). La economía social ante los paradigmas económicos emergentes: innovación social, economía colaborativa, economía circular, responsabilidad social empresarial, economía del bien común, empresa social y economía solidaria. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, (93), 5-50. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.93.12901>
- Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (2023). *Observación General N°15: El derecho al agua, ONU*. Geneva, 2002, <https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2012/8789.pdf>
- Corporación nacional forestal (2022). *Memoria de gestión 2015 – 2022*.
- Devenin, V. (2021). Collaborative community development in mining regions: The Calama Plus and Creo Antofagasta programs in Chile. *Resources Policy*, 70, 101284. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.10.009>
- Dirección general de aeronáutica civil, Dirección meteorológica de Chile (2020). *Anuario meteorológico 2019, I región de Tarapacá*.
- Forstall, B. (2019). *Crepúsculo en un balcón: ingleses y la pampa salitrera*. Editorial Universitaria de Chile Editorial Universitaria de Chile.
- Godet, M., & Durance, P. (2011). *La prospective stratégique*. Dunod. <https://doi.org/10.3917/dunod.godet.2011.01>
- Gómez Orea, D., & Gómez Villarino, A. (2013). *Ordenación territorial*. Mundi-Prensa.
- Gómez, J., & Mesa, A. (2016). Análisis de los modos de acceso y los patrones de uso de la población respecto a los espacios verdes urbanos, como base para su planificación. *Urbano*, (18), 32-38.
- Howard, G., & Bartram, J. (2003). *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. Organización Mundial de la Salud.
- IMPA, Ilustre Municipalidad de Pozo Almonte (2017). *Plan de Desarrollo Comunal 2020*.
- Instituto Nacional de Estadística de Chile. *Censos de población 1982, 1992, 2002, 2012 y 2017*.
- Labó Fossa, R. (2022). *Gobernanza de los clústeres mineros: los casos de Australia, Chile y el Perú*.



- Lefebvre, H. (2013). *La producción del espacio*. Capitán Swing.
- León, M., & Muñoz, C. (2019). *Guía para la elaboración de estudios de caso sobre la gobernanza de los recursos naturales*. Serie Recursos Naturales y Desarrollo, n° 192 (LC/TS.2019/52), Santiago. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Maza Ávila, F.J., Salas Martínez, A., & Pérez González, M.C. (2022). *Problemas y Retos del Desarrollo en América Latina*.
- Medeiros, E. (2016). Territorial Cohesion: An EU concept. *European Journal of Spatial Development*, 60, 1-30.
- Mutti, D., Yakovleva, N., Vázquez-Brust, D., & Di Marco, M.H. (2012). Corporate social responsibility in the mining industry: Perspectives from stakeholder groups in Argentina. *Resources Policy*, 37(2), 212–222. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2011.05.001>
- Naciones Unidas (2015). *Objetivos de desarrollo sostenible. Agenda de 2030, Naciones Unidas*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Organización De Las Naciones Unidas (2002). *Declaración de Johannesburgo sobre el Desarrollo Sostenible*. https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/WSSDsp_PD.htm
- Peruzzotti, E., & Smulovitz, C. (2006). *Enforcing the Rule of Law. Social Accountability in the New Latin American Democracies*. University of Pittsburgh. <https://doi.org/10.2307/j.ctt9qh5t1>
- Portalés-Mañanós, A., Alonso de Armiño-Pérez, L., Bosch-Reig, I., & Colomer-Sendra, V. (2022). El barrio como unidad operativa para aplicación de Objetivos de Desarrollo Sostenible en la ciudad consolidada. *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 54(M), 155–178. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2022.M22.7>
- Poudyal, N.C., Buddhi, R.G., & Marion, S. (2019). Local residents' views of surface mining: Perceived impacts, subjective well-being, and support for regulations in southern Appalachia. *Journal of Cleaner Production*, 217(20), 530–540. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.277>
- Rodríguez, J.C., Ortiz, C., & Broitman, C. (2021). Chile, mining country. Social license and places of enunciation in the socioenvironmental conflicts in Chile. *Izquierdas*, 50, 38. Epub 20 de julio de 2022. <https://dx.doi.org/10.4067/s0718-50492021000100238>
- Rogers, R. (2003). *Ciudades para un pequeño planeta*. Gustavo Gili.
- Rungruangsakorn L.C. (2020). *Sistema de certificación ambiental municipal. Una breve evaluación a diez años de su implementación*.
- Servicio Nacional de Geología y Minería, Ministerio de Minería de Chile (2020). *Anuario de la Minería de Chile, 2019*.
- Servicio Nacional de Geología y Minería, Ministerio de Minería de Chile (2022). *Anuario de la Minería de Chile, 2021*.
- Talukder, B., Blay-Palmer, A., Vanloon, G.W., & Hipel, K.W. (2020). Towards complexity of agricultural sustainability assessment: Main issues and concerns. *Environmental and Sustainability Indicators*, 6, 100038. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2020.100038>
- Van Kessel, J. (2003). *El concepto de desarrollo. Cuaderno de Investigación en Cultura y Tecnología Andina*, (1). IECTA – Iquique.
- Venegas, H., & Morales, D. (2015). El despliegue del paternalismo industrial en la Compañía Minera e Industrial de Chile (1920-1940). *Crítica*, 58, 117-136. <https://doi.org/10.7440/histcrit58.2015.06>