



INSTITUTO DE ESTUDIOS URBANOS Y TERRITORIALES
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS

Plan de mitigación de Inundaciones a través de Planificación Urbana Estratégica

Coltauco, Chile

Alumna: Josefina Labarca

Profesora guía: Carolina Rojas

Índice

PORTADA	1	IMAGEN OBJETIVO	35-38
INTRODUCCIÓN	3-10	• OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	37-38
DIAGNÓSTICO	11- 34	FORMULACIÓN DE PLAN MAESTRO	39- 66
• MULTIDIMENSIONAL	11- 23	• PRESENTACIÓN & FICHAS DE LOS PROYECTOS	44- 63
• RIESGOS	24-26	• ESQUEMA DE GESTIÓN Y GOBERNANZA	64-65
• ESCENARIOS	27- 28	• CRONOGRAMA	66
• MAPEO DE ACTORES	29	CONCLUSIONES	67 - 69
• ÁRBOL DEL PROBLEMA	30 - 33	BIBLIOGRAFÍA	70- 72
• FACTORES CRÍTICOS DE DECISIÓN	34		

Introducción

Presentación de la problemática y contextualización a través de mapa de daños



Introducción

El presente trabajo se ha realizado al alero de Puentes UC, con la colaboración y supervisión de Fundación Desafío Levantemos Chile, y con la participación y apoyo de la Ilustre Municipalidad de Coltauco quienes, dentro de sus ejes de trabajo, ejecutan la labor de apoyar comunidades vulnerables ante casos de emergencias.

En el caso de la comuna de Coltauco, la fundación está trabajando en la gestión de inundaciones desde el año 2023, producto del sistema frontal presenciado en los meses julio y agosto, en la zona central de Chile, en donde se presenciaron diversos daños en la población e infraestructura en los terrenos entre la región de O'Higgins y Bio Bio, los cuales llevaron a situaciones de desastre por inundaciones.

El rol de este trabajo es aportar desde la Planificación Urbana en la mitigación de inundaciones, creando un análisis de las causas que caracterizaron la inundación del año 2023.

Centro UC
Políticas Públicas



I. Municipalidad



Introducción

Hoy en día, estamos en una crisis por el cambio climático que es imposible de ignorar a la hora de seguir desarrollando asentamientos urbanos. Una de las consecuencias más graves de este fenómeno son los desastres naturales, los cuales son cada vez más frecuentes y de mayor magnitud (MMA, 2018), lo cual **releva la necesidad de adaptar las ciudades** a esta nueva realidad. (MINVU, 2018)

En particular en Chile, en las fechas junio y agosto del año 2023, la comuna de **Coltauco** (Provincia del Cachapoal, Sexta Región) sufrió un **desastre de origen natural por inundaciones**, causado por desborde del Río Cachapoal y sus afluentes principales -como Estero Purén y los canales presentes-, sumado a activación de quebradas en agosto (Senapred, 2023). Ambos eventos surgen a partir de condiciones meteorológicas inusuales, dado que se desarrolló un río atmosférico zonal (RAZ) cálido, donde la lluvia alcanzó 750-mm en la Cordillera y 100 y 300-mm la Depresión Central, con isoterma alta. El caudal del Río antes del evento oscilaba entre 10,7 m³/s y 83m³/s ; y en el evento alcanzó los 2271 m³/s (Romero et al., 2023).

En esta ocasión, de un total de 21.000 habitantes comunales se vio afecta un **80% del total** poblacional (Desafío Levantemos Chile, 2024). Según datos de Senapred, se contabilizaron 2.744 viviendas dañadas, afectando a 1.992 familias. Las consecuencias del desastre **engloban perjuicios económicos, materiales, de salud y psicológicos** (Desafío Levantemos Chile, 2023), los cuales se suman a los daños que se generaron en lo referente a infraestructura pública: la Ilustre



Imagen: Junio, 2023 (Coltauco)

Fuente: Cooperativa

Municipalidad de Coltauco reportó daños en infraestructura vial, incluyendo socavones, así como en colegios, jardines infantiles, equipamiento comunitario (sedes y multicanchas), plazas y el sistema de saneamiento sanitario, con colapso de alcantarillado y aguas servidas, lo cual generó enfermedades en la población. En conjunto, el impacto dejó a miles de personas enfrentando pérdidas profundas y multidimensionales. (Desafío Levantemos Chile, 2023).

Coltauco fue la comuna más afectada por el evento climático en la Sexta Región, y esto se debe a dos factores principales: **las condiciones de amenaza presentes en su territorio, su alto nivel de exposición, y las condiciones de vulnerabilidad** que presenta la comuna, conceptos que, según la Guía metodológica para la elaboración de estudios de riesgo (2024), son los que componen el Riesgo de Desastres. Éste se define como la **manifestación de un fenómeno natural que ocasione pérdidas o daños; y por la presencia de población o de elementos en áreas susceptibles a estos eventos, respectivamente.**

En cuanto a las **amenazas**, éstas están determinadas por las condiciones geográficas que se expresan a nivel de **Cuenca del Cachapoal**, manifestándose tanto en **Coltauco** como en las **comunas vecinas**. La cuenca posee el Río Cachapoal como hito clave, junto con las quebradas de la cordillera de la costa, napas superficiales de agua y vertientes (Ilustre Municipalidad de Coltauco, 2010).

Por lo menos, en lo que refiere a la geografía comunal, se suma a esto, la presencia de suelo erosionado de clase VIII, el de más baja calidad dentro de la tipología, asociado a escurrimiento y baja infiltración (Ciren, 2014).

Por otro lado, la **exposición** de la comuna se debe a la ubicación de viviendas e infraestructura en zonas de amenaza, destacando el sector de El Molino, donde hubo la mayor cantidad de afectados dada su concentración y densidad poblacional en zona de amenaza, y Rinconada de Parral, un asentamiento informal regularizado que alberga 1.564 habitantes (Censo 2017) situado a piedemonte de la cordillera de la costa, y por ello, se le suman otras amenazas como incendios forestales, deslizamiento y aluviones.

Por último, la población tiene características que la hacen **vulnerable a las inundaciones**, como la desinformación acerca de estas amenazas, la falta de educación ambiental, el envejecimiento poblacional, y sus índices de pobreza, a lo que se suma la materialidad de la vivienda que es especialmente crítica en sectores como Rinconada de Parral.

El **historial de inundaciones en Coltauco, con eventos registrados en 1982, 1984, 1986, 1987** (Sit Rural, 2020), **2023 y 2024** (Ilustre Municipalidad de Coltauco), evidencia la amenaza que existe en su territorio.

Sin embargo, los años de **sequía entre 2010 y 2022 afectaron el conocimiento sobre las zonas de riesgo** de inundación y **contribuyeron a prácticas negligentes**, que se han sostenido en el tiempo, como el escaso mantenimiento de canales y la contaminación de ellos (Desafío Levantemos Chile, 2024), a lo que se suma la extracción de áridos (según datos proporcionados por funcionarios municipales), en fin, **sumando a los factores que configuraron el nivel de daños que se presenciaron para 2023**. Sin embargo, para 2024, se volvieron a presenciar eventos fluviales e inundaciones, pero dado que se ejecutaron acciones para mantener los canales limpios y gestionar el Estero Purén Idahue (recientemente declarado humedal urbano), afluente del río y otro de los puntos críticos de inundación, la inundación fue de menor impacto.

El desastre pone de manifiesto la importancia de comprender, informar y considerar el entorno natural al momento de construir. Esto resalta la necesidad de **integrar la gestión de riesgos y desastres en la planificación urbano-territorial, anteponiéndose a las tendencias de expansión urbana**. Coltauco presenta condiciones de amenaza, exposición y vulnerabilidad que configuran un escenario de riesgo significativo que no han sido enfrentados mediante una normativa adecuada ni estrategias de mitigación que puedan responder a eventos extremos y garantizar la protección de la población expuesta.



Imagen: Junio, 2023 (Coltauco)

Fuente: El País



Imagen: Junio, 2023 (Coltauco)

Fuente: El País

Sin embargo, el hecho de que haya población expuesta a riesgos revela la insuficiencia de la Gestión de Riesgos y Desastres (GRD) en la región y comuna hasta el día de hoy, dadas las **brechas existentes en cuanto a la implementación de la norma que integra la GRD a los IPT**, lo cual especialmente afecta al caso por su desarticulación con el marco del Plan Regulador de la comuna. Dentro de los desafíos para integrar la GRD en la planificación, en el Coltauco se ha detectado mediante datos entregados por funcionarios municipales, la **dificultad por llevar a cabo el proceso de actualización del Plan Regulador Comunal**, lo cual está ligado a la dificultad de coordinar voluntades, la duración del proceso, la inversión que significa, lo cual se debe considerar en el análisis y ahondar a futuro, dado que este proceso es **fundamental para dirigir el proceso de crecimiento poblacional en zonas aptas y restringir el crecimiento en zonas de riesgo**. La ausencia de una efectiva articulación de la GRD con los Planes Comunales en todo el país **deja a muchos territorios expuestos a una desprotección, vinculada a las desigualdades multidimensionales que enfrentan**.

En este sentido, el cambio climático plantea un desafío para la gestión y planificación de las ciudades, donde el concepto de equidad territorial se convierte en un eje central. Es **responsabilidad del Estado asegurar que todos los sectores de la ciudadanía tengan acceso equitativo** a servicios básicos, infraestructuras, espacios públicos, viviendas y, en general, al conjunto de bienes públicos que sostienen el bienestar social y la **calidad de vida de las personas**. (MINVU, 2018, pp.5-6)

La Ley 21.365 que reemplaza el antiguo sistema de Gestión de Desastres (ONEMI) al Sistema Nacional de Prevención y Respuesta a Desastres SENAPRED, reconoce el ciclo de la gestión de riesgos de desastre según 4 etapas: mitigación, preparación, respuesta y recuperación. La etapa mitigación corresponde a las medidas dirigidas a reducir los riesgos existentes, evitar la generación de nuevos riesgos y limitar los impactos adversos o daños producidos por las amenazas (Ley SENAPRED, 2021, pp, 2), en suma, buscando disminuir los riesgos existentes, más allá de la reacción de la comunidad ante una situación de riesgo. Este plan de gestión de riesgos de desastres, con la **finalidad de reducir los riesgos** existentes, se va a apoyar fundamentalmente en establecer **medidas de mitigación, las cuales se complementarán con estrategias de adaptación al cambio climático**, con el fin de reducir la vulnerabilidad de la comuna y contribuir a la articulación de la gestión de riesgos y desastres en la planificación urbana de la comuna.

El Marco de Acción de Sendai 2015 introduce el concepto de **riesgo sistémico**, el cual abarca factores institucionales, socioeconómicos y culturales que inciden en la vulnerabilidad de las comunidades; a partir de este concepto, se promueve un enfoque integral y contextualizado en la Gestión del Riesgo de Desastres (Vicuña y Schuster, 2021). Este marco permite comprender las limitaciones del municipio que han impedido abordar la implementación de estrategias de GRD desde la planificación territorial, a pesar de que Coltauco ha sido históricamente afectado por inundaciones y otros desastres naturales. La gestión de los desastres se ha centrado principalmente en planes de emergencia reactivos, aunque recientemente, se elaboró un Plan de Reducción de Riesgos y Desastres (2024), que incluye ejes estratégicos para abordar los riesgos de manera preventiva; no obstante, este plan no contempla influir en las tendencias de crecimiento espacial de la comuna.

Con el objetivo de generar respuestas sostenibles y sustentables, este trabajo se enmarca en una perspectiva multiescalar –contemplando la interacción de distintos niveles de escala territorial- y sistémica.

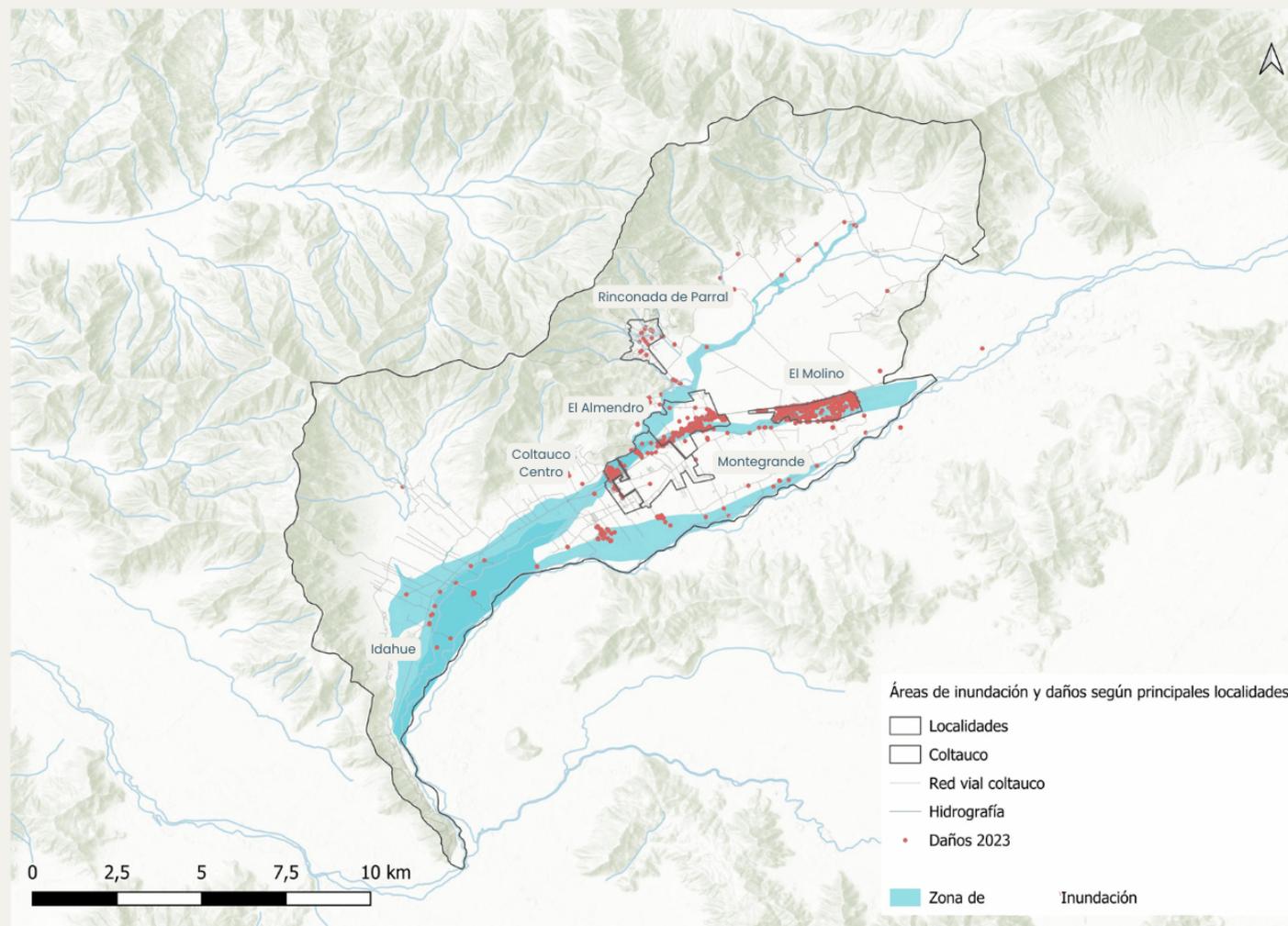
Este enfoque nos permite observar el territorio no solo desde los límites institucional-administrativos, sino como una red dinámica e interconectada entre actores humanos y no humanos (Paasi, 2004), y también reconociendo, que estos límites vienen de una contingencia histórica (Paasi, 2004) lo cual no necesariamente se alinea con las dinámicas territoriales, naturales o sociales, en especial con las dinámicas naturales.

Este marco teórico establece las bases del presente trabajo, orientado a fomentar un crecimiento urbano seguro y sostenible. Las recomendaciones incluyen medidas para enfrentar los desastres mediante **proyectos de mitigación, integrando soluciones basadas en la naturaleza que restauren la capacidad de mitigación del entorno**. Estos proyectos se desarrollarán a nivel comunal, pero bajo una perspectiva sistémico-territorial, considerando el contexto ecosistémico.

Reconociendo la complejidad de actualizar el PRC, bajo los conceptos de riesgo sistémico para incluir una zonificación de riesgos y orientar el desarrollo comunal, el plan también considera estrategias inmediatas para abordar el aumento de la exposición al riesgo de inundaciones en los próximos años, junto con recomendaciones que faciliten este proceso.

Áreas de inundación 2023 (Junio y Agosto)

Principales áreas afectadas y zonas de expansión urbana.



Nota:

“**Daños 2023**” refieren al catastro total de damnificados identificados a través de fichas FIBE y daños en equipamiento en ambas ocasiones de junio y agosto.

Limitaciones:

Para el catastro de **agosto** solo hay datos georreferenciados de daños a **infraestructura** pública, siendo estos: vialidad, infraestructura sanitaria, infraestructura hídrica, sedes sociales, plazas, deporte, educación.

Sin embargo, para la ocasión de agosto se reportaron 2.802 afectados y damnificados, siendo el principal sector afectado, Rincónada de Parral, siguiéndole El Almendro.

Fuente: Generación propia con datos municipales emitidos a SENAPRED

Capítulo 2

Diagnostico Prospectivo

El siguiente apartado presenta un análisis multidimensional que busca reunir los componentes que caracterizan de la dimensión **territorial, histórica, social, económica, normativo- institucional y ambiental**.

El objetivo de este apartado es levantar información de las dimensiones anteriormente mencionadas, que caracterizan el **sistema territorial** y en conjunto componen las **capas** que en suma constituyen un **relato** en torno al fenómeno de las inundaciones, para comprender por qué en esta ocasión el fenómeno se desarrolló de manera tan potente.

Análisis Territorial

Coltauco, ubicada en la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, Provincia del Cachapoal, es una comuna de **224,4 km²** con aproximadamente **21.000 habitantes**, según proyecciones del Censo 2017.

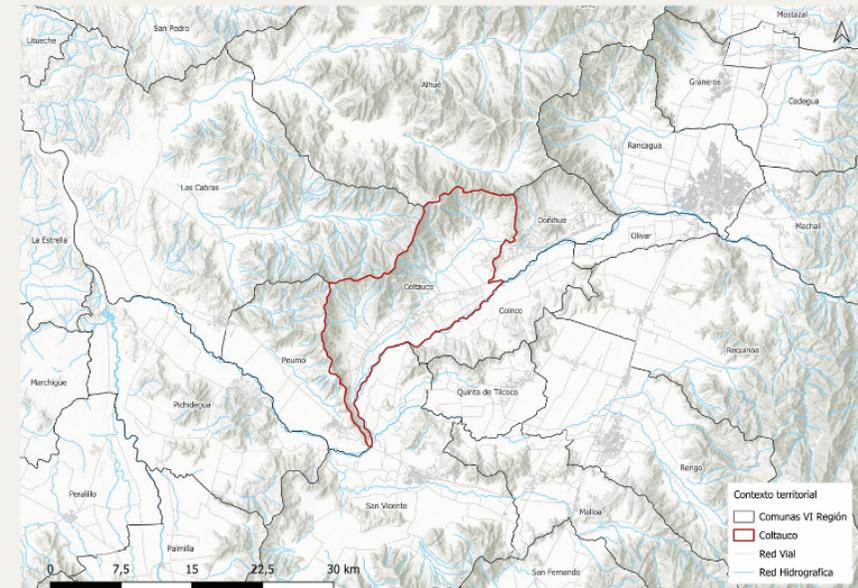
De marcado **carácter agrícola y rural**, cuenta con numerosos **asentamientos pequeños y dispersos entre cerros y la ribera del río Cachapoal** (Estrategia de Desarrollo Regional, 2011), distribuidos en 19 localidades que se observan en el esquema a continuación (Ilustre Municipalidad de Coltauco, s.f)

La comuna cuenta con un **Plan Regulador Comunal del año 1995** donde solo norma el territorio de Coltauco Centro y El Almendro, aunque localidades como El Molino-Loreto y Rinconada de Parral, son reconocidas como zonas de tendencia de expansión (Ilustre Municipalidad de Coltauco, 2010).

A esta caracterización se suma la presencia de las parcelas de agrado, que han contribuido a la dispersión geográfica y han tensionado la capacidad de servicios municipales, como servicios de agua potable (Desafío Levantemos Chile, 2024).

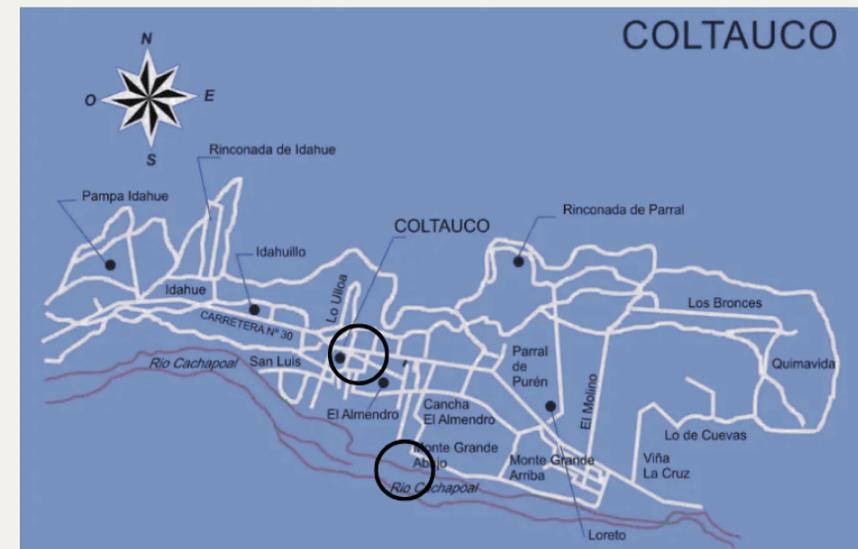
La Ruta H-30 atraviesa la comuna, conectando su centro urbano con Peumo, Doñihue y Rancagua, así como con la Ruta 5 y la Ruta 66, lo que facilita la conexión con el resto del país y el puerto de San Antonio.

Coltauco en contexto Regional



Fuente: Generación propia con datos IDE Chile

Esquema de distribución geográfica de principales localidades, demarcando las zonas de tendencia de expansión



Fuente: Ilustre Municipalidad de Coltauco

Análisis Histórico

“El nombre de Coltauco significa **"Agua de Renacuajo"** en lengua mapudungun, proviene de "Koltrawko", que une las palabras "koltraw/kolchaw" (renacuajo) y "ko" (agua).

Los indígenas que habitaban esta zona, promaucaes o picunches, dieron este nombre **debido a la cantidad de riachuelos, arroyos, vertientes, pantanos y humedales que existían**. Nombre que los españoles tomaron por Coltauco. (Ilustre Municipalidad de Coltauco, s.f).

La génesis de la comuna se remonta a la época de la colonia, donde el Valle Del Cachapoal se entregó como **encomienda** a los españoles, siendo Coltauco utilizada como hacienda. **En 1891, Coltauco se declaró Comuna**. (SitRural, 2021).

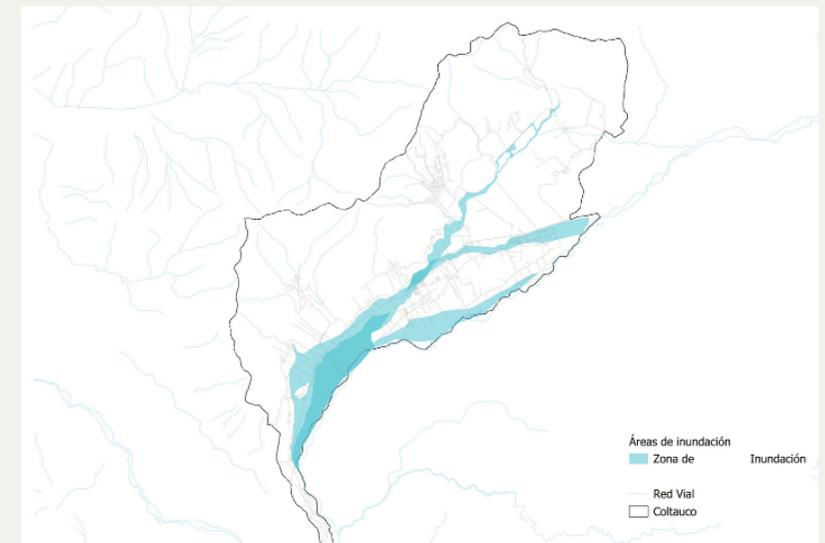
Su historia es relevante a la hora de estudiar el terreno, ya que revela la identidad que tiene la comuna, desde su etapa fundacional, en relación a su hidrografía. Dentro de los hallazgos que se pueden relevar de la revisión de registros históricos, es la descripción, en donde se reconoce como **"una isla entre los brazos del Cachapoal."** (Diccionario geográfico, 1899, pp. 167) lo cual **hoy no es evidente por que el río ha perdido su cauce natural**, pero sin embargo, se relaciona con la forma que obtiene el Río con las **crecidas de caudal presenciadas el año 2023**.

Cartografía año 1863, donde se observa la morfología del Cachapoal.



Fuente: Registro de la Municipalidad de Coltauco

Áreas de inundación, 2023 y curso de Río Cachapoal.



Fuente: Generación propia con datos de IDE Chile e Ilustre Municipalidad de Coltauco

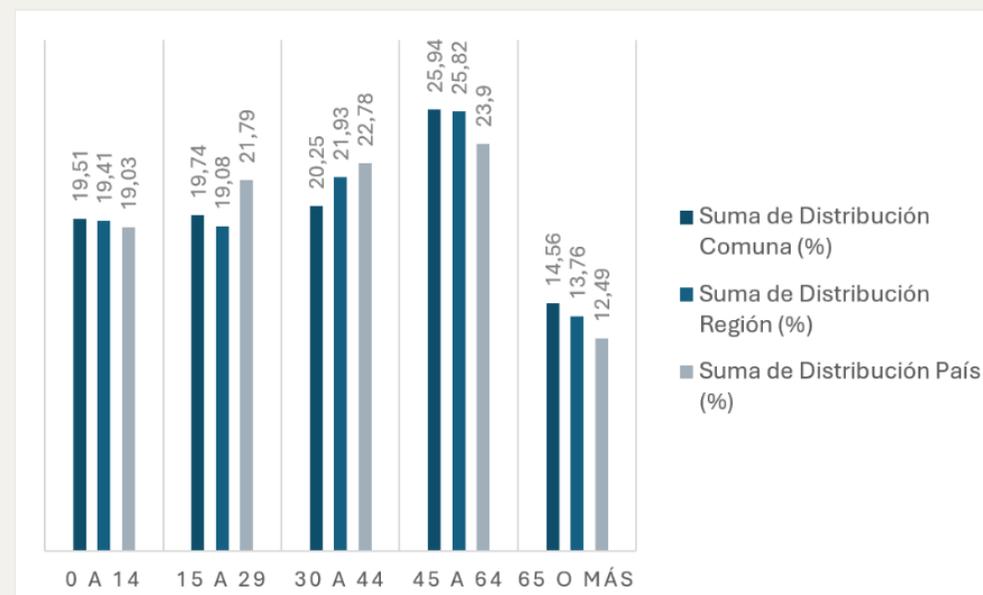
Análisis Social

Coltauco se caracteriza por su identidad rural, la cual está arraigada en tradiciones agrícolas y en la preservación de su patrimonio material, inmaterial y natural (Ilustre Municipalidad de Coltauco, 2018).

Con una población proyectada de 21.507 habitantes para 2021, de los cuales un **57,2% reside en zonas urbanas y un 42,8% en áreas rurales**, Coltauco presenta una distribución demográfica marcada por un **predominio** de habitantes entre **45 y 64 años (26%)** y un porcentaje de personas mayores (21,9%), lo cual es **superior a las tendencias regionales y nacionales** (Censo, 2017) observando los inicios de una **tendencia en alza del envejecimiento poblacional** (Ilustre Municipalidad de Coltauco, 2020).

Sin embargo, este grupo desempeña un rol significativo en las inundaciones, dado que han presenciado los eventos de la década de los 80. Si bien los detalles de las inundaciones de este período no están ampliamente documentados, sus relatos han sido fundamentales para preservar el conocimiento sobre los eventos y sus consecuencias y generar una memoria colectiva. A través de estos recuerdos, se han generado prácticas preventivas, como la construcción de viviendas con radiers altos, que han permitido a adaptarse mejor a las inundaciones y mitigar sus efectos.

DISTRIBUCIÓN ETARIA Y COMPARACIÓN DE TENDENCIAS EN RELACIÓN CON LA COMUNA, REGIÓN Y PAÍS.



Fuente: Generación propia con datos Censo 2017

Análisis Social

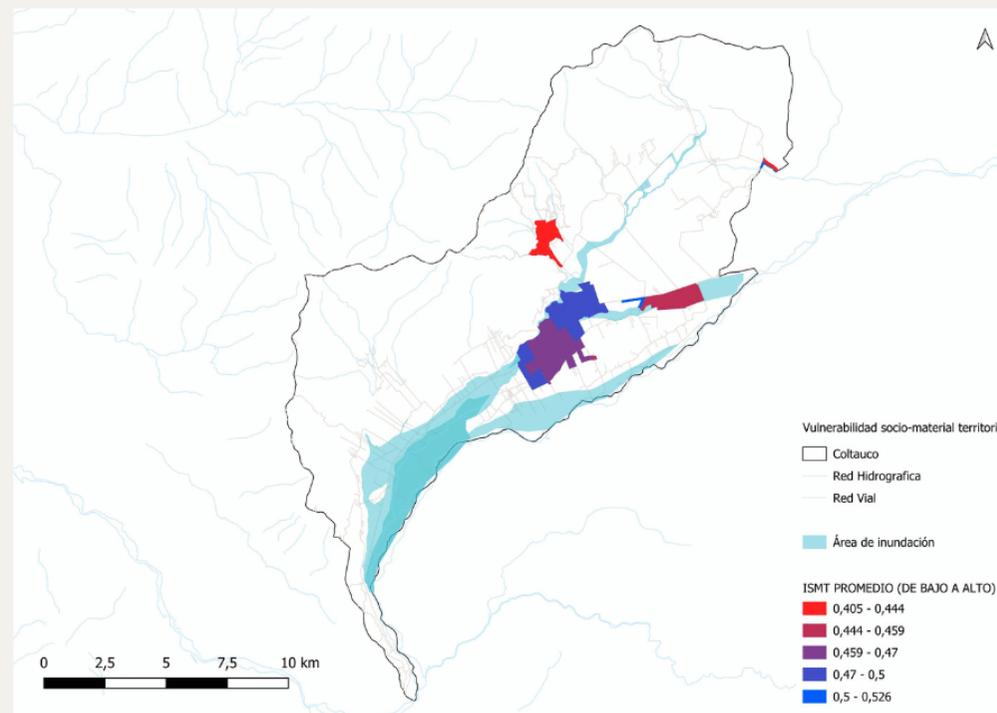
A nivel socioeconómico, la comuna enfrenta desafíos, con un **índice de pobreza multidimensional del 22%** (CASEN 2015) y un **21,5% de hogares careciendo de servicios básicos, ambos superiores a los promedios regionales y nacionales.**

En este contexto, para la inundación de 2023, la población presenta condiciones de vulnerabilidad socioeconómica, que a partir del Indicador Socio Material Territorial (ISMT), el cual contempla variables como hacinamiento, allegamiento, materialidad de la vivienda y escolaridad, (basado en datos de Censo 2017), se puede analizar de manera más precisa.

Se ha establecido un análisis de ISMT promedio por sub territorio, y su emplazamiento en relación a las zonas de inundaciones.

En la cartografía del costado izquierdo, se presenta según una escala de mayor vulnerabilidad (ISMT más bajo) a menor vulnerabilidad (ISMT más alto), representado en una escala de color rojo/cálido a azul/frío. De este modo se observa que el orden de mayor a menor vulnerabilidad socio material territorial, corresponde a Rinconada de Parral, luego a El Molino, siguiendo con El Almendro y con el puntaje más alto, Coltauco y Parral de Purén.

IMST PROMEDIO EN SUB TERRITORIOS, EN RELACIÓN A ZONAS DE INUNDACIÓN



Fuente: Generación propia, basado en indicador IDE OCUC, realizado con datos Censo 2017

Análisis Normativo

La comuna de Coltauco **no posee una normativa que abarque su planificación urbano-territorial de manera atingente a las dinámicas actuales**. Esto debido a que la comuna se rige por un **Plan Regulador Comunal del año 1995**, donde el suelo normado corresponde al área reconocida como urbana según el instrumento, abarcando solo el sector Coltauco Centro y El Almendro.

Este IPT **no regula áreas de riesgo ni zonas de restricción fuera del área urbana**, dado que este IPT se configuró previo a las actualizaciones de la Ley 21.078.

Sin embargo, en la comuna hubo un **intento de actualización para el PRC el año 2010, pero no se llegó a concretar**, según datos proporcionados por funcionarios del municipio, por el desinterés de continuar con el proceso en el contexto de cambio de mando. Retomar este proceso significa un desafío para el municipio, en tanto a lo que significa coordinar las voluntades presentes en las distintas oficinas comunales, enfrentarse a la burocracia y al largo proceso que se le destina a esta tarea, en fin, dejando de lado intentar abordarla de nuevo.



Imagen: PRC vigente (1995)

Fuente: Ilustre Municipalidad de Coltauco

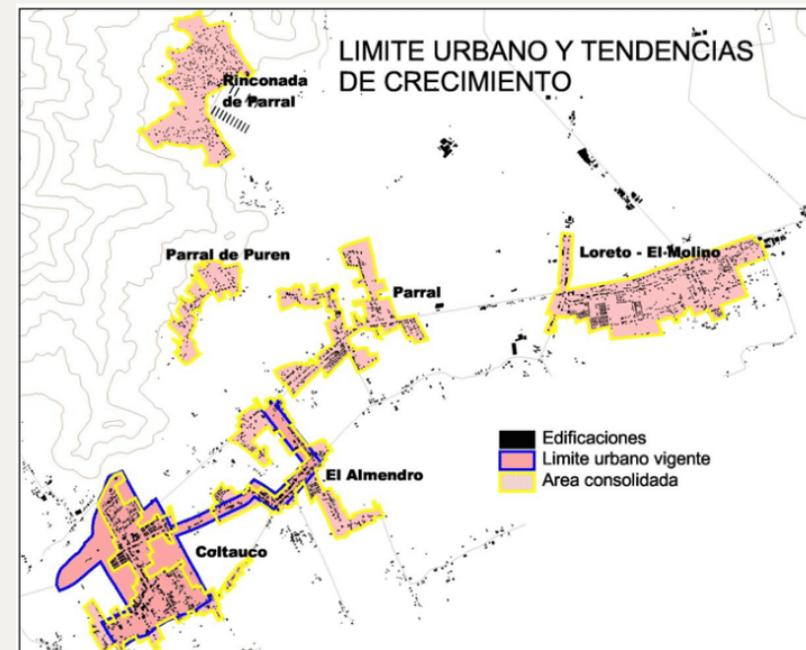


Imagen: Propuesta PRC 2010. No vigente, solo estudio

Fuente: Ilustre Municipalidad de Coltauco

Análisis Normativo

En cuanto a instrumentos indicativos, la comuna cuenta con un Plan De Desarrollo Comunal (PLADECO) que cuenta con 6 planes de desarrollo en torno a temas como educación, salud, ecosistemas, cultura, seguridad, emergencias y un plan maestro para Barrio El Molino-Loreto. (Ilustre Municipalidad de Coltauco, x)

A su vez, en el PLADECO se considera la GRD desde instrumentos como el Plan Anual de Emergencia de Coltauco el cual pretende coordinar y preparar a la comuna frente a emergencias de diversa índole. Este plan abarca medidas preventivas, operativas y de rehabilitación para mitigar los efectos de posibles desastres naturales.

Por otro lado, existen otros instrumentos que abordan acciones específicas para el riesgo de inundaciones los cuales están presentes en el Plan Comunal para la Reducción de Riesgos y Desastres (2023) y el Plan de Emergencia Comunal de Coltauco (2024).

Además de estos Planes comunales, a nivel regional existe el Plan Regional de Emergencias (PRE).

En tanto a la Estrategia Regional de Desarrollo de O'Higgins, la comuna pertenece a la unidad de desarrollo estratégico 5. Es el único plan territorial que acoge la comuna (no existe PROT en O'Higgins, ni IPT intercomunales que la rigán).

Entre las normas nacionales relevantes para la comuna destaca la **declaración del Estero Idahue como Humedal Urbano**, lo cual, según funcionarios municipales, mejoró la gestión y mantenimiento del canal en 2024, reduciendo los efectos de las inundaciones y aumentando su capacidad de retención tras las lluvias de ese año.

Análisis Ambiental

Geomorfología:

La comuna de Coltauco participa de dos unidades geomorfológicas según Börgel (1983): la primera hacia el sector oriente que corresponde a la **cuenca de Rancagua y la segunda, hacia el sector oeste, la cordillera de la Costa.**

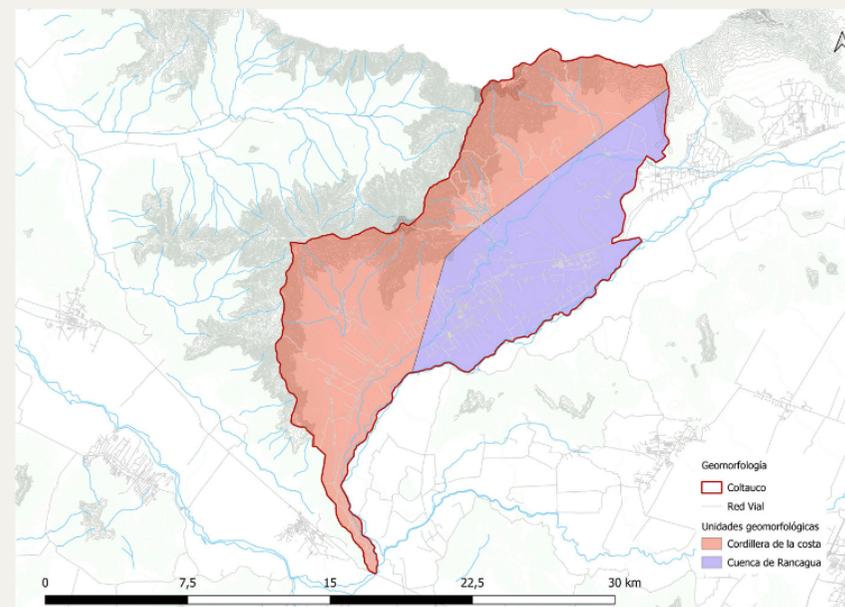
Suelo:

Con respecto al suelo, su calidad **es relevante para la prosperidad económica, reconociendo que un 70% de la población (Ciren, 2021) participa en actividades relacionadas al rubro agrícola.**

Se señala, según Ciren (2021), que existe un predominio de usos de la tierra destinados a bosques (46,4%) y terrenos de uso agrícola (36,6%). En cuanto a la presencia de erosión, (donde se clasifican de I a VIII, siendo el suelo clase I el de mejor calidad), Coltauco posee un predominio Clase VII (41,8%) y presencia Clase VIII, un 10,8% (SitRural, 2021).

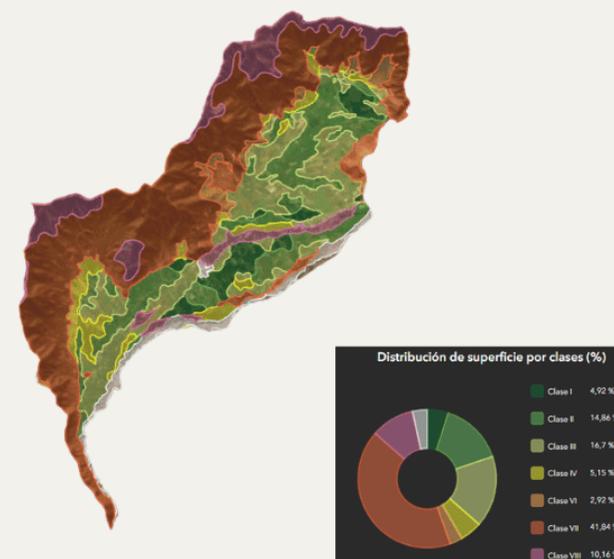
Los suelos de clase VII, presentes en la Cordillera de la Costa, tienen severas limitaciones para cultivos debido a su escarpado relieve, pedregosidad superficial y pendiente. En la zona baja hay presencia de clase **VIII, cuya huella coincide con el curso original del río; según funcionarios municipales, explicando su alta erosión y la propensión a inundaciones.** Esta amenaza se agrava con la presencia de zonas pobladas, aumentando el riesgo de inundación.

Unidades geomorfológicas presentes



Fuente: generación propia con datos IDE CIDIGEN

Tipología calidad de suelo



Fuente: Visualizador capacidad de suelos CIREN

Análisis Ambiental

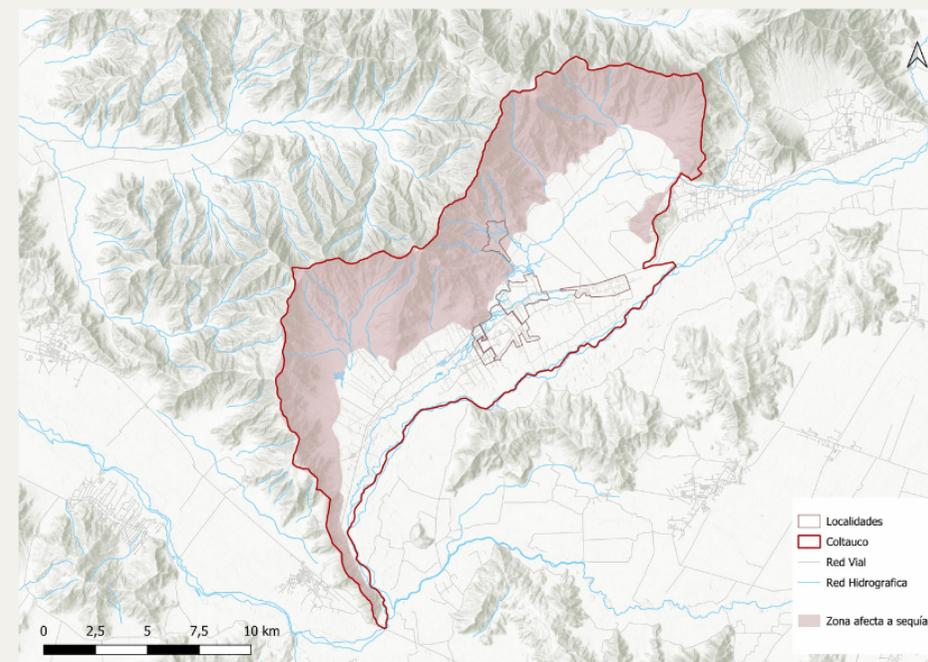
Caracterización hídrica:

El territorio comunal está **emplazado en el Valle del río Cachapoal**, con parte de la ribera con flujo permanente en el sector sur de la comuna. Sin embargo, dentro del territorio edificado, está la **huella de un brazo inactivo del río** (El Tipógrafo, 2023), que **se activa con eventos pluviométricos** intensos generando inundaciones (la huella señalada anteriormente con calidad clase VIII).

A partir del río, surgen **afluentes como el Estero Idahue-Purén** (humedal urbano) el cual contempla 7 kilómetros de largo y 15 hectáreas de agua (Unidad de Medio Ambiente, Coltauco), el cual fue **otra de las fuentes de la inundación de 2023**. Estos cursos sumado a la presencia de napas subterráneas, y vertientes superficiales constituyen una gran presencia de abastecimiento hídrico. En las zonas edificadas de la comuna hay gran presencia de canales y acequias de uso privado, que se **administran y mantienen mediante la Asociación de Canalistas para el regadío de sus predios agrícolas**. (Desafío Levantemos Chile, 2024)

Sin embargo, pese a esto, existen **zonas afectas a sequías, principalmente en el sector de la cuenca oeste** (Cordillera de la Costa), en donde, a la vez se localizan **numerosas quebradas que surgen del cordón montañoso**. Estas quebradas suelen pasar desapercibidas ya que normalmente están inactivas pese a cuando se alimentan de eventos pluviométricos. (Ilustre Municipalidad de Coltauco, 2010)

Cursos de agua y zona afecta a sequías



Fuente: Ide Chile, OSM e Ilustre Municipalidad de Coltauco.

Análisis Ambiental

Conflictos socioambientales

Las prácticas ambientales han deteriorado el entorno urbano de la comuna, agravando las condiciones de inundación en Coltauco, especialmente ante lluvias más frecuentes derivadas del cambio climático. Esto resalta la importancia de la responsabilidad comunitaria para fortalecer la resiliencia y la preparación frente a desastres.

Las inundaciones en la comuna, en bastantes puntos identificados del evento 2023 se atribuyen al **colapso de canales, causado por la acumulación de basura y el deficiente mantenimiento por parte de los canalistas**, quienes no garantizaron su operatividad durante todo el año, particularmente en contextos climáticos adversos.

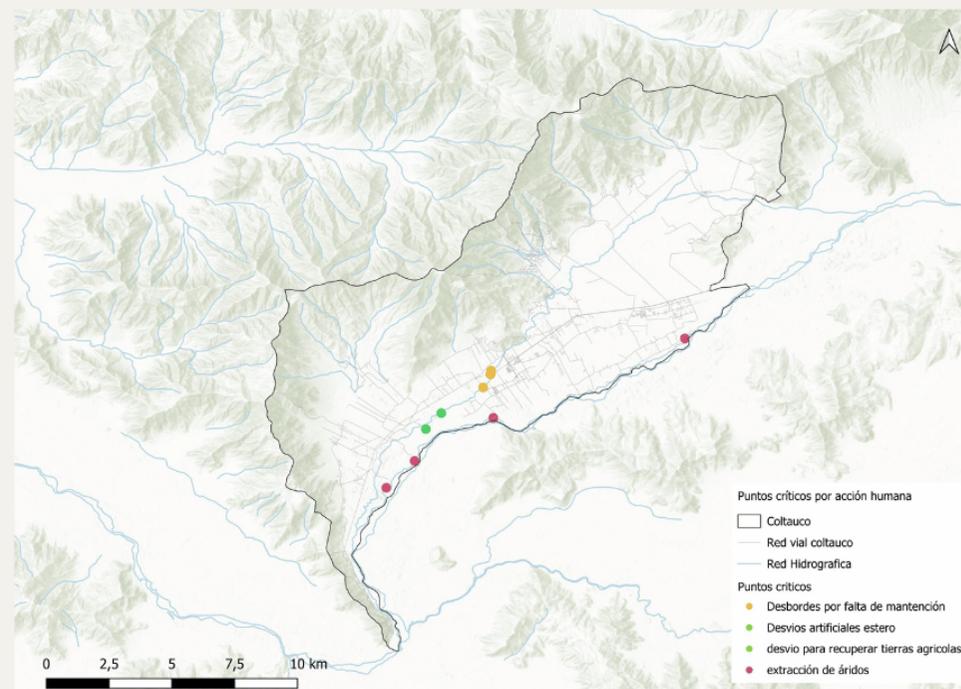
En entrevistas con funcionarios de la Unidad de Medio Ambiente de la comuna, se devela la **intervención (desvío intencional) del Estero Purén Idahue** en sectores de la comuna, lo cual también **contribuyó a disminuir su capacidad de almacenamiento** de agua para el evento fluvial, sumándose a las acciones antrópicas que influyeron en el desastre.

Otra práctica que se suma a influir en la gravedad de las inundaciones es el deterioro del suelo, causado por actividades agrícolas (INIA, 2023) y la erosión derivada de la extracción de áridos (Ilustre Municipalidad de Coltauco).

Sin embargo, se reconoce el valor económico y cultural del desarrollo agrícola, lo que plantea la necesidad de proteger estas actividades mediante la mejora de las condiciones del suelo, haciéndolo más resistente a las inundaciones y minimizando los daños.

En la imagen a continuación, se localizan algunas de las prácticas mencionadas, con el fin de considerarlas de forma estratégica en el plan de acción:

Puntos Críticos a partir de acciones antrópicas



Fuente: Generación propia con datos proporcionados por funcionarios de la Ilustre Municipalidad de Coltauco.

Análisis Urbano

Coltauco es una comuna fundamentalmente dispersa, en donde, se debe recordar que un 57% de su población vive en asentamientos urbanos, y un 42% en zonas rurales, aunque los sectores denominados “urbanos” o “en expansión”, presentan una densidad bastante baja, observándose un **máximo de 23 hab/ha** (sector El Molino) para 2017. (Censo, 2017)

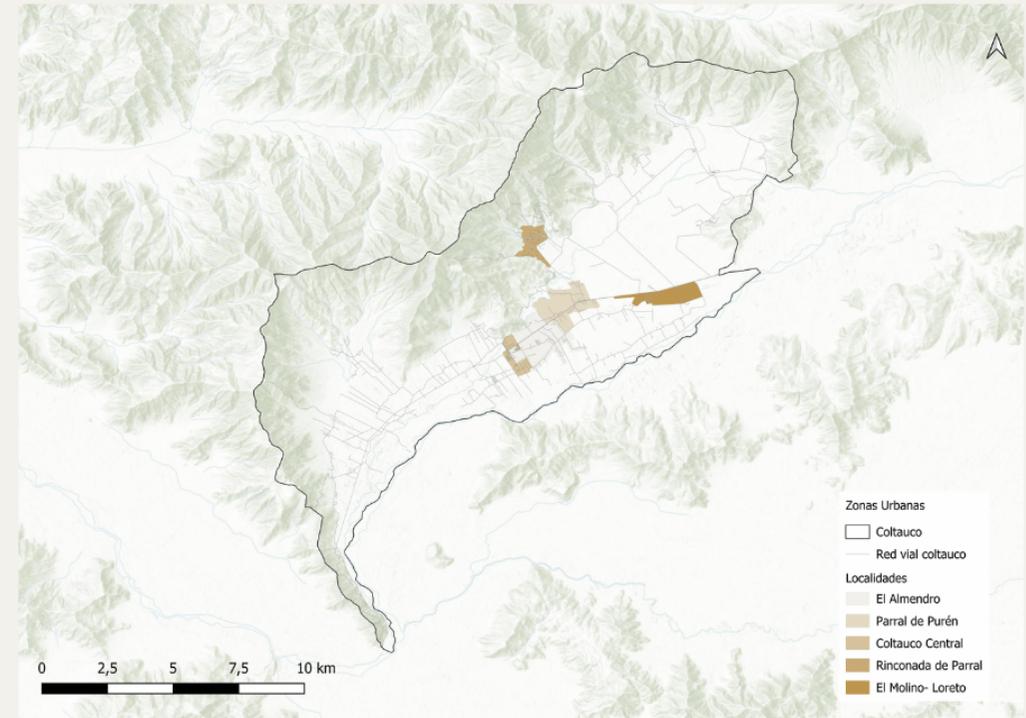
Las zonas de expansión urbana (reconocidas por Censo 2017) son, de izquierda a derecha Coltauco Centro, EL Almendro, Parral de Puren (considerados ambos sectores por su proximidad y morfología urbana similar, como eje El Almendro, para este trabajo), Rinconada de Parral y Loreto-El Molino.

La comuna se comenzó a desarrollar desde Coltauco Centro y el eje El Almendro Son los sectores con mayor antigüedad y los únicos normados bajo su PRC vigente (1995).

Sin embargo, se han extendido los polos de concentración poblacional, cobrando **especial relevancia El Molino, dado que alberga la mayor concentración poblacional con más de 4.000 habitantes y la mayor densidad poblacional con 23 hab/ha.** Este sector es **altamente afecto a amenazas de inundación**, tal como se presenció en 2023. Por otro lado, llama la atención el desarrollo poblacional en el sector de **Rinconada de Parral**, ya que también es un sector **altamente susceptible a diversas amenazas.**

Localidades representadas según su densidad

La saturación del color representa el nivel de densidad de las localidades.



Fuente: Generación propia con datos Censo 2017

Se ha proliferado la población en el lugar mencionado gracias a su **abastecimiento de aguas y su baja fiscalización**, –surge como asentamiento informal hoy regularizado–, pero **el terreno es boscoso y en pendiente con presencia de numerosas quebradas, susceptible a amenaza de incendio forestal, deslizamiento y aluviones, entre otros.** (Ilustre Municipalidad e Coltauco, 2010) En 2022 este sector sufrió un incendio forestal, en el que se le atribuye su origen a causas antrópicas, perjudicando tanto a los ecosistemas como la población emplazada en ese sector. (Ilustre Municipalidad de Coltauco, 2024)

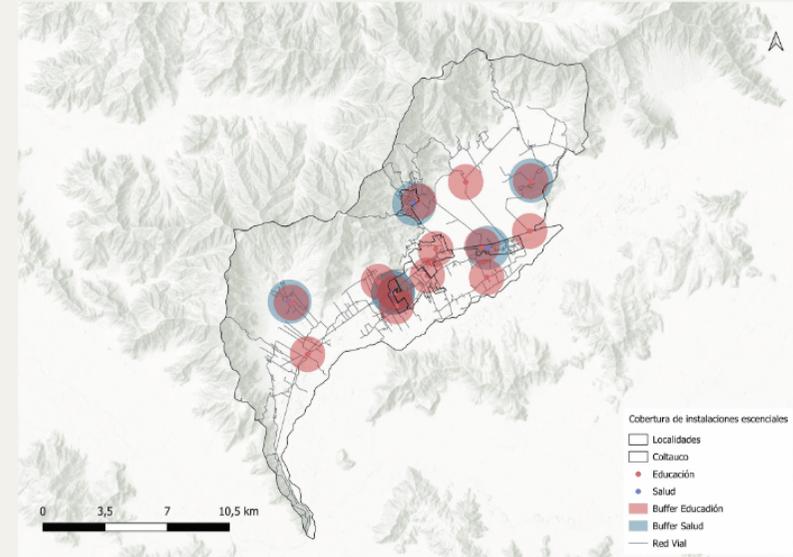
Análisis Urbano

En lo referente a infraestructura crítica o “instalaciones esenciales” (según lo establecido por el Plan de Reducción de Riesgos y Desastres O’Higgins) hay un total de 5 establecimientos de salud, 19 escuelas y colegios y 8 jardines infantiles.

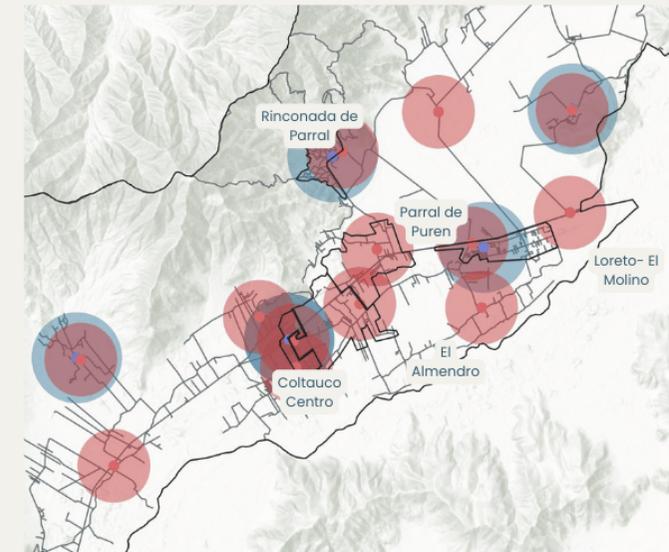
Estos están ubicados en las zonas rurales y urbanas de la comuna, según estándares SIEDU, se puede observar la cobertura de estos servicios en las zonas determinadas urbanas (según datos Censo 2017), en donde: en **Coltauco Centro, hay una cobertura total** del territorio que abarca, comprendiendo 3 establecimientos de educación y uno de salud, en **Rinconada de Parral, también hay una cobertura total**, mientras que **Parral de Purén y El Almendro, no cumplen con la cobertura necesaria de servicios de salud**, y en **El Molino**, hay ambos servicios, sin embargo, **no está cubierto por completo**, pese a ser el sub territorio que abarca mayor población y densidad (más de 4.000 habitantes).

Hay una concentración de este tipo de instalaciones, sumado a diversos servicios en especial en la zona de Coltauco Centro, concluyendo en ser la zona de mayor consolidación urbana, pese a no representar un volumen poblacional especialmente relevante.

Cobertura de infraestructura crítica, a partir de indicadores SIEDU



Fuente. Generación propia con datos levantados por el municipio



Análisis Económico

A partir de datos Censo 2017, se observa un 53% de la población empleada, donde el **rubro agrícola** es el que genera el empleo en sus **distintas tipologías**.

Se observa un **56% de la población trabaja para el sector terciario** (servicios como, venta al por mayor y por menor, transporte y almacenamiento y comunicaciones) un **36% para el sector primario** (mano de obra: agricultura y cultivos, principalmente), ambos relacionados al rubro mencionado, principalmente.

Pues, para 2018, la comuna contaba con 374 empresas que, según el Servicio de Impuestos Internos (SII), los principales rubros en la comuna son los siguientes: agricultura, ganadería, caza y silvicultura; transporte; almacenamiento y comunicaciones; comercio al por mayor y menor; reparación de vehículos y enseres, los cuales surgen de la labor agrícola.

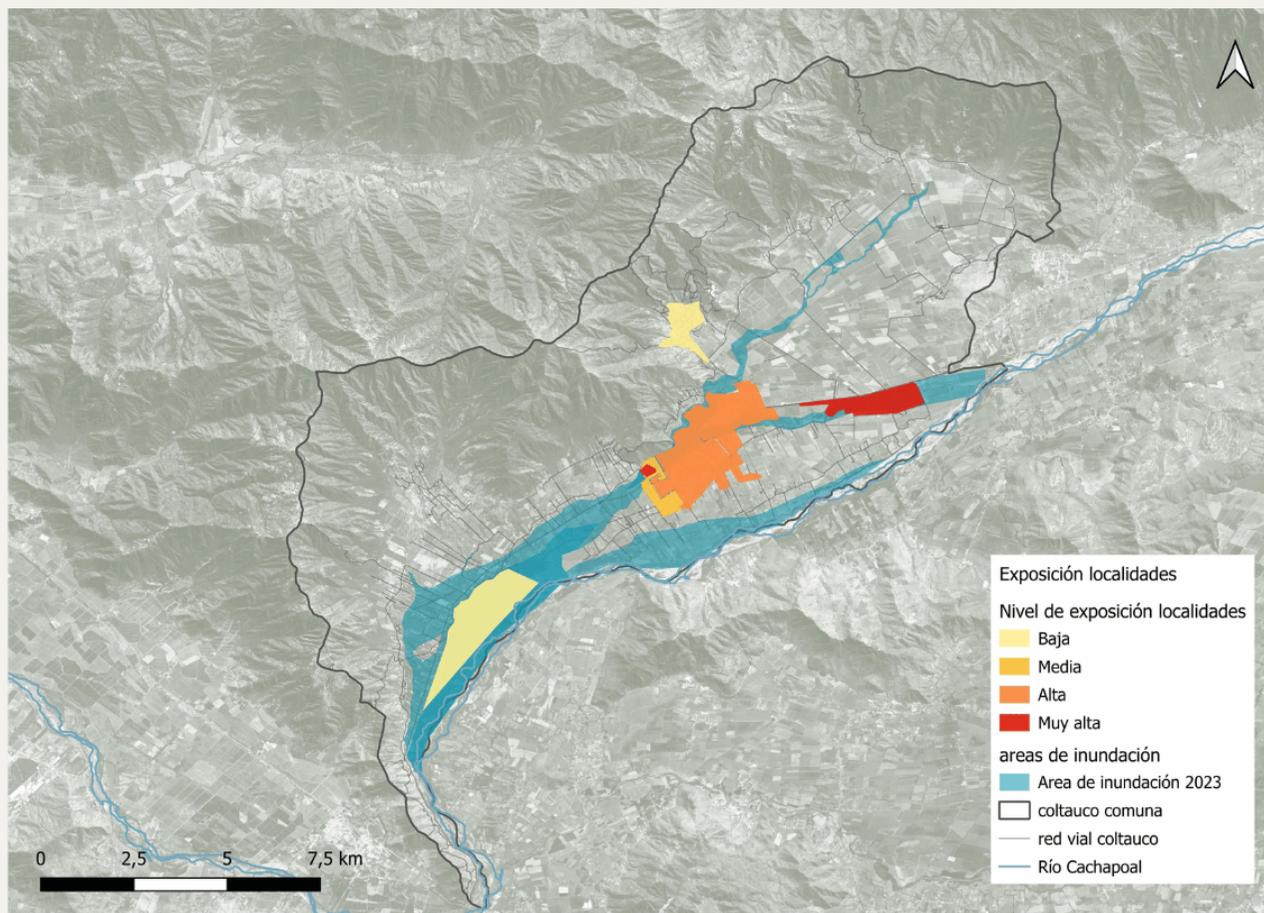
Un 36,5% de la superficie de la comuna se destina a este rubro, alcanzando 8.144 ha (CONAF, 2013)- de 22.500 hectáreas.

Según datos de Desafío Levantemos Chile (2024), un **50% de las personas ocupadas en la comuna trabajan en servicios de packing** asociado al rubro.

En lo referente a cultivos, la comuna lleva años generando **plantaciones de Álamo** en la comuna, las cuales al día de hoy se concentran en el sector de **Idahue, en un terreno altamente inundable** (Ilustre Municipalidad de Coltauco, 2010). Las plantaciones de Álamo en la comuna representan un **45,5% de la producción a nivel nacional**, ocupando un total de **786 hectáreas** (CIREN, 2021). Sin embargo, a través de entrevistas realizadas en terreno, se observa que este negocio ha contribuido a la construcción de una identidad comunal. No obstante, en la actualidad, enfrenta un declive en su rentabilidad, mostrando una tendencia a la baja, aunque su impacto simbólico permanece vigente.

La **fuerza laboral en la comuna ha decrecido anualmente a una tasa promedio de -0,8%, pasando de 14.149 trabajadores en 2010 a 13.252 trabajadores en 2018**, lo cual se co-relata con la incipiente tendencia hacia el envejecimiento en la comuna.

Análisis de Exposición



Zonas más expuestas:

El Molino, dada su alta densidad poblacional y por su ubicación sobre el área de inundación 2023.

Le siguen en Coltauco Centro, **Población Lecaros y Los Aromos**, quienes están expuestas por su cercanía con el Parque Estero a una alta recurrencia y profundidad en inundaciones.

El Almendro tiene una menor exposición debido a que no toda su población se encuentra expuesta a este tipo de amenazas y también en este sector se expresan de manera menos peligrosa.

Luego **Coltauco Centro** tiene menor exposición aún dado que su población en zonas de inundación es menor a la Del Almendro,

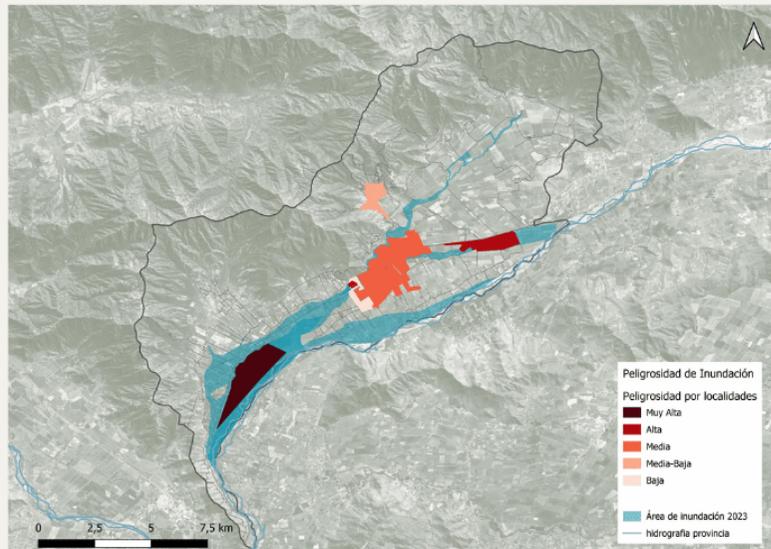
Por último **Rinconada de Parral** no está altamente expuesto a inundaciones, suele ser infrecuente, pero si están expuestos a otras amenazas como incendios forestales y aluviones.

Y con la menor exposición, **Idahue** posee una muy baja población, aunque dispersa y en zona de alta amenaza por inundación

Fuente: Generación propia con datos proporcionados por la Municipalidad y datos Censo 2017

Análisis de Amenaza Vulnerabilidad

Amenaza de inundación: Peligrosidad de la amenaza

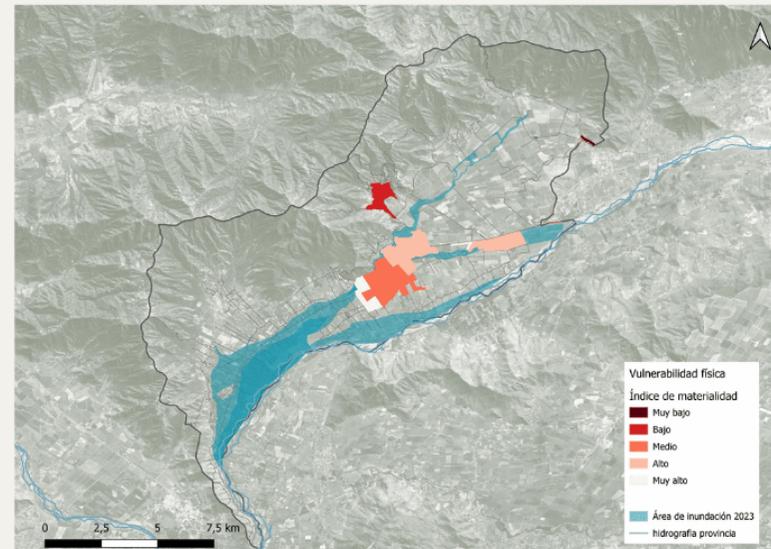


Fuente: Generación propia con datos proporcionados por la Municipalidad y datos Censo 2017

Utiliza datos recogidos por el Municipio, donde se describe y caracteriza la inundación según variables como: **profundidad, fuerza del caudal y recurrencia.**

La amenaza de inundaciones se manifiesta con mayor peligrosidad en **Idahue**, dada su alta profundidad, luego **El Molino**, producto de la fuerza del caudal, **Sector Población Los Aromos** también tiene alta peligrosidad dada su recurrencia y profundidad de inundaciones, luego de sigue **El Almendro, Rinconada de Parral** (presenta otras amenazas) y **Coltauco Centro.**

Vulnerabilidad Física: Materialidad de la vivienda



Fuente: Generación propia con datos proporcionados por la Municipalidad y datos Censo 2017

Utiliza el **“Índice de Materialidad de la Vivienda”**, la cual se calcula a partir de variables de Censo 2017 a partir de la estandarización de materialidad aceptable, recuperable e irre recuperable, según la materialidad y el estado de conservación de la vivienda

Se escogió la variable **“Materialidad de la vivienda”**, dado que permite vislumbrar una aproximación al nivel de pérdidas del hogar y la consiguiente necesidad de reconstrucción y rehabilitación. El lugar con más bajo índice de materialidad es **Rinconada de Parral**, siguiéndole **El Almendro-Parral**, luego **EL Molino**, y la mejor materialidad en **Coltauco Centro.**

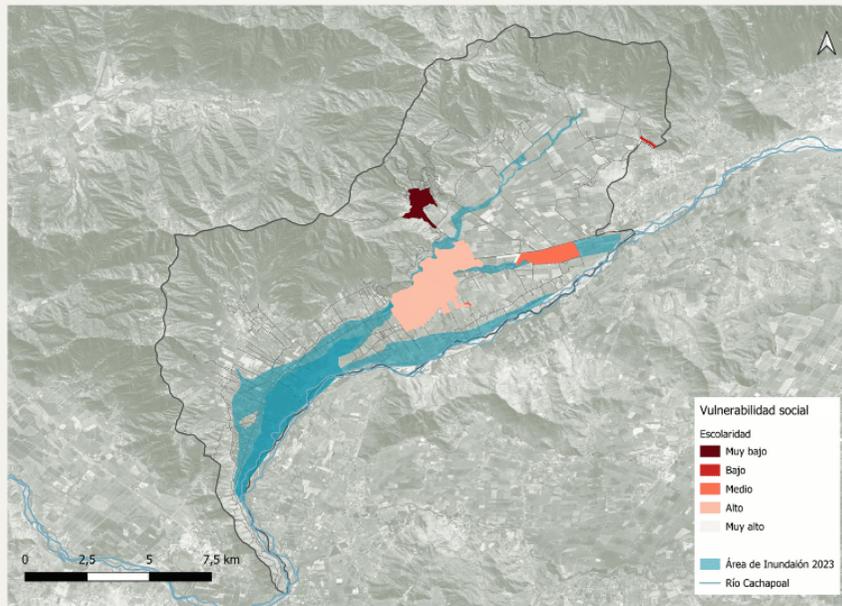
Análisis de Vulnerabilidad Social

Social:

Escolaridad jefe de hogar.

Se representa la variable "Escolaridad" en donde se plasma que zonas censales tienen índices más altos y bajos de escolaridad, respecto al total de la comuna. Cabe destacar que el nivel de escolaridad de la comuna es menor al de la Región y País

El sector con menor escolaridad es **Rinconada de Parral**, siguiéndole **El Molino**, luego con un puntaje igual, **El Almendro** y **Coltauco poseen los índices más altos de la comuna.**



Fuente: Generación propia con datos proporcionados por la Municipalidad y datos Censo 2017, basado en cálculo OCUC

Otras variables que considerar en el análisis

-Inmigración extranjera, extrarregional e intrarregional a la comuna durante los años 2000-2020:

Población con mayor desconocimiento acerca de las amenazas de inundaciones que se presenciaron en el pasado en la comuna.

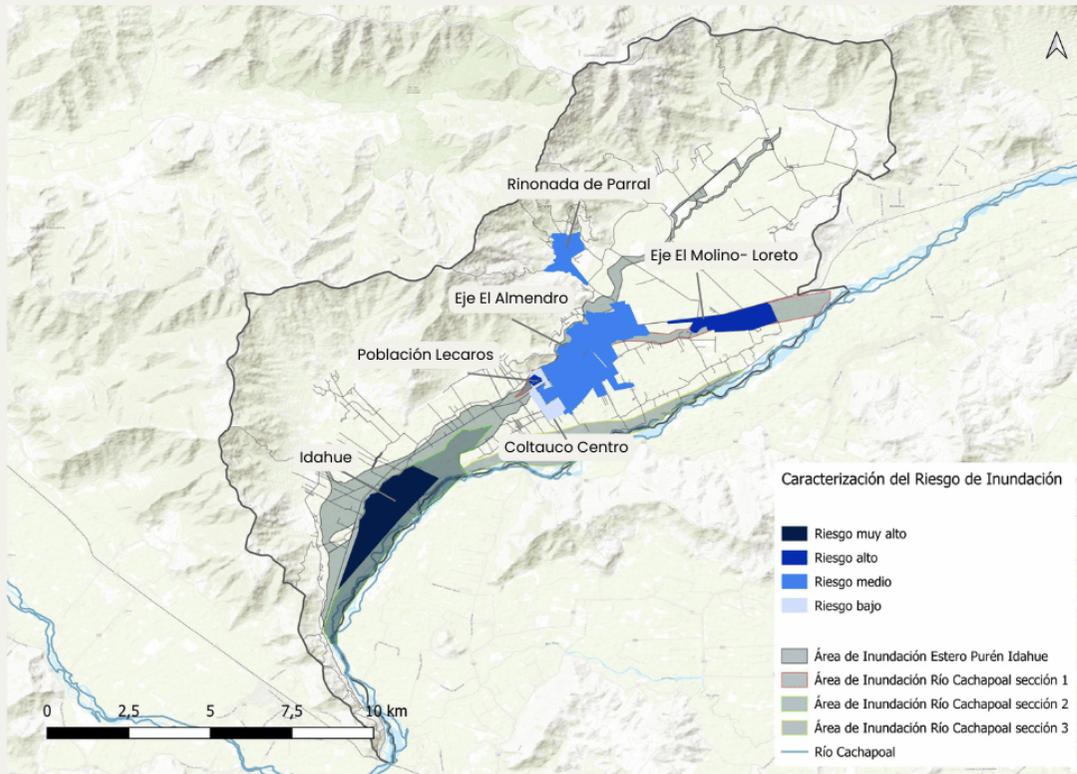
Entre 2012 a 2017 llegaron 2.110 personas pertenecientes de otras regiones. Entre 2014 y 2024 se solicitaron 667 residencias temporales a inmigrantes extranjeros. Existe un **balance positivo de inmigración hacia la comuna.**

-Nivel Socio-Económico:

Incide en la capacidad de reconstrucción y restauración en la etapa de **recuperación** luego de una emergencia.

La comuna presenta un **46%** de la población perteneciente al **GSE "D"** (AIM, 2023), calificado como "vulnerable" y con un ingreso promedio de 494.000 CLP según la Asociación de Investigadores del Mercado y Opinión Pública, Chile

Análisis de Riesgo



Fuente: Generación propia con datos proporcionados por el municipio y datos CENSO. Bajo metodología de análisis de riesgo de "Guía Metodológica para el Análisis de Riesgo para IPT"

MATRIZ DE RIESGO ANTE INUNDACIONES					
	RINCONADA DE PARRAL	MOLINO-LORETO	ALMENDRO	COLTAUCO CENTRO	IDAHUE
PROFUNDIDAD DE INUNDACIÓN	ALUVION	MEDIA (0,5 A 1MT)	ALTA (1 A 1,5MT)	MEDIA (0,5 A 1MT)	MUY ALTA (2MT)
FUERZA DEL CAUDAL	MEDIA	ALTA (NIVEL MAYOR)	MEDIA	MEDIA	MEDIA
RECURRENCIA	NO HAY DATOS	NO HAY DATOS	NO HAY DATOS	BAJA EN GENERAL MENOS SECTOR VILLA LECAROS (ESTERO) ALTA RECURRENCIA	NO HAY DATOS
DAMNIFICADOS	20	856	454	175	11
ÍNDICE CALIDAD VIVIENDA	MUY BAJA	ALTA	MEDIO ALTA	MUY ALTA	NO HAY DATOS
ESCOLARIDAD	MUY BAJA	BAJA	ALTO	ALTO	NO HAY DATOS
PUNTAJE	11	13	9	7	NO APLICA PTJE
RESULTADO/ ACCIÓN	MAYOR VULNERABILIDAD Y DIVERSAS AMENAZAS: FIJAR ESTRATEGIAS, FRENAR CRECIMIENTO, RELOCALIZAR..	ALTO RIESGO Y MAYOR EXPOSIÓN: INVERSIÓN EN DEFENSA	RIESGO MEDIO ALTO: BENEFICIADO COLATERAL	RIESGO MEDIO CON BARRIOS ALTAMENTE EXPUESTOS: BENEFICIADO COLATERAL, TOMAR MEDIDAS PARA MITIGAR BARRIOS ESPECÍFICOS	RIESGO ALTO EXPOSIÓN BAJA, NORMATIVIDAD: PROHIBIR EXPANSIÓN, MANTENER USO ACTUAL PORQUE NO ES ZONA APTA PARA EDIFICACIONES

Escenarios a futuro

En la siguiente sección, se establece a partir del diagnóstico sistémico una identificación de las tendencias comunales, las cuales marcarán el desarrollo comunal, si no se hiciera una intervención adecuada, y por el otro lado, a partir de la identificación de estas tendencias, se genera un escenario optimista, que representa el escenario de desarrollo propicio, por el que este plan se debe guiar.

a) Escenario tendencial

El escenario tendencial de desarrollo en la comuna proyecta un aumento en la población expuesta a inundaciones, impulsado por un crecimiento urbano-territorial no planificado, el cual ha establecido polos de desarrollo en zonas altamente expuestas a inundaciones y otro tipo de amenazas.

La expansión urbana, junto con las actividades agrícolas que muchas veces implican la degradación de suelos y la alteración de cauces naturales (como se ha observado en la comuna redirigiendo el Estero Purén, y Río Cachapoal) compromete la resiliencia del territorio al reducir la capacidad de mitigación natural ante eventos climáticos extremos.

Este deterioro se ve agravado por la falta de estrategias efectivas de manejo de canales y protección de ecosistemas clave como humedales y bosques, que hoy en día han cobrado relevancia en la cartera de iniciativas a nivel nacional, como se puede ver con la Ley de Humedales Urbanos declarada en 2020. A esto se suma la falta de educación ambiental entre los habitantes perpetúan un círculo de negligencia hacia prácticas de sostenibilidad y adaptación a riesgos y desastres, afectando tanto la calidad de vida como la resiliencia de la comuna frente al cambio climático.



Imagen: Coltauco en Junio
Fuente: El País

Escenarios a futuro

b) Escenario optimista

En un escenario optimista para Coltauco, el crecimiento urbano se desarrollaría de manera planificada en áreas libres de riesgo de inundación. Además, reconociendo el contexto de cambio climático, y que eventos como el de 2023 se pueden volver a repetir con menor retorno y en dimensiones igual de graves, éstas impactarían de manera menos destructiva luego del plan, dado que las condiciones de vulnerabilidad presentes en la población serían menores, lo cual se lograría mediante obras de mitigación, crecimiento poblacional planificado que se generará con la actualización del PRC, y medidas complementarias para fortalecer la resiliencia de la población.

A la vez, otro de los efectos de la ejecución del Plan sería que la comuna va a desarrollar a largo plazo, una mayor capacidad de adaptación al cambio climático desde la institucionalidad, estableciendo normativas que regulan el uso del suelo y refuerzan las medidas de prevención, y promoviendo una cultura de sostenibilidad y conciencia ambiental que disminuirá el deterioro ambiental y protege los ecosistemas y recursos naturales; en suma creando una comunidad responsable ambientalmente y capaz de responder a las amenazas naturales propias de la localidad como las inundaciones, aluviones e incendios forestales.

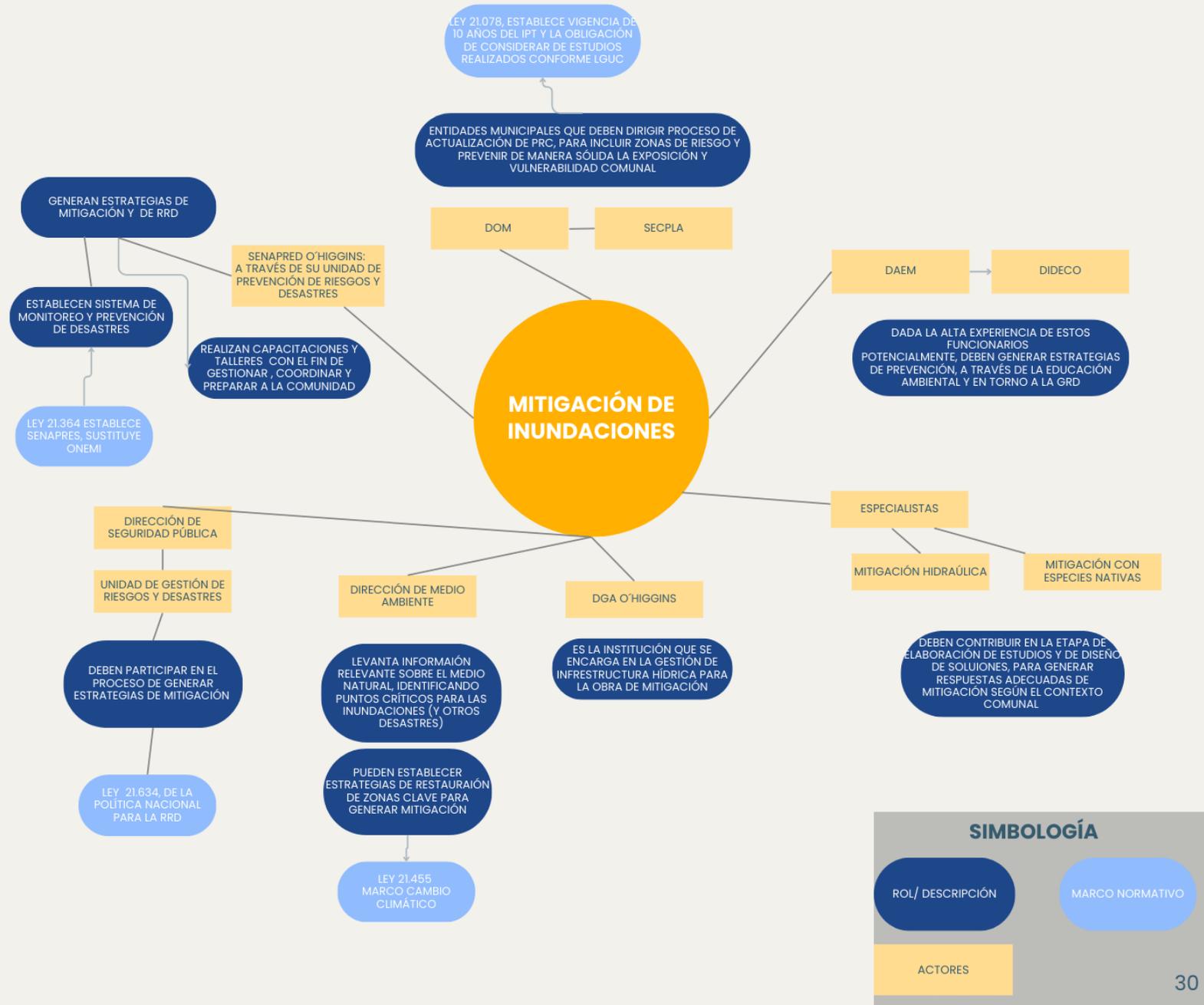
De esta forma, Coltauco consolidaría una población resiliente e informada, preparada para enfrentarse a futuras amenazas naturales; y además, desde la institucionalidad se tomaría la responsabilidad de manejar los riesgos para disminuir la exposición y vulnerabilidad de las amenazas de inundación existentes en el territorio, anteponiendo una normativa para abordar las tendencias de expansión y crecimiento poblacional de la comuna.



Mapeo de Actores de la Emergencia

b) Mitigación

Dado que el Plan busca reducir los riesgos existentes en la comuna, principalmente a través de medidas de mitigación, resulta relevante reconocer los actores que deben participar del Plan.



ÁRBOL DE PROBLEMA

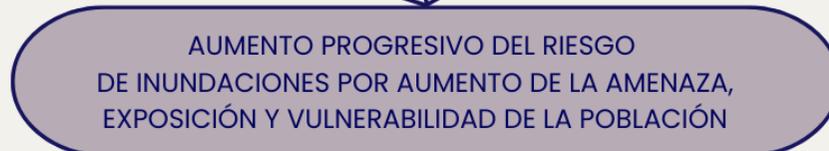
A continuación, se presenta un árbol de problemas construido a partir de los escenarios tendenciales, el cual permite identificar las causas, efectos y problemas centrales que configuran las dinámicas actuales y proyectadas de la comuna. Este árbol del problema se ha desarrollado en profundización de las causas, para vislumbrar las razones de raíz que componen el problema.

Se ha caracterizado el problema en este esquema, donde se reconoce como problema principal a abordar el **aumento progresivo del riesgo de inundaciones** en la comuna, tras reconocer la tendencia de crecimiento poblacional, emplazado en zonas expuestas a ellas, como el sector de Rinconada de Parral, que alberga cerca de 1.200 habitantes y El Molino, principal sector afectado por las inundaciones que comprende 4.000 habitantes (aproximadamente), los cuales a la vez, presentan condiciones de vulnerabilidad ante ellas y con el contexto de cambio climático, los eventos serán cada vez mayores y más frecuentes.

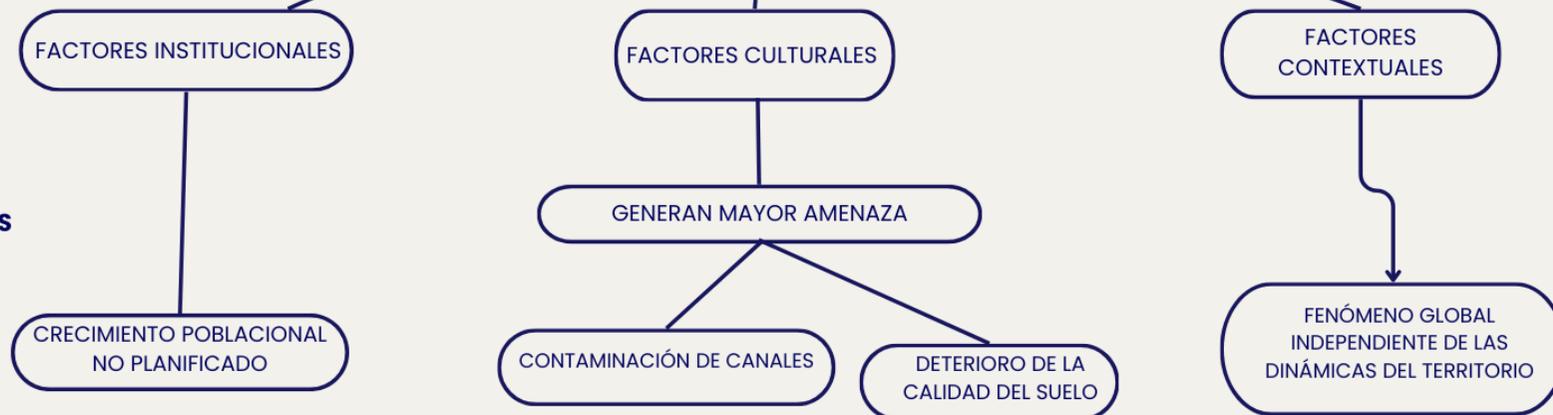
EFFECTOS



PROBLEMA CENTRAL

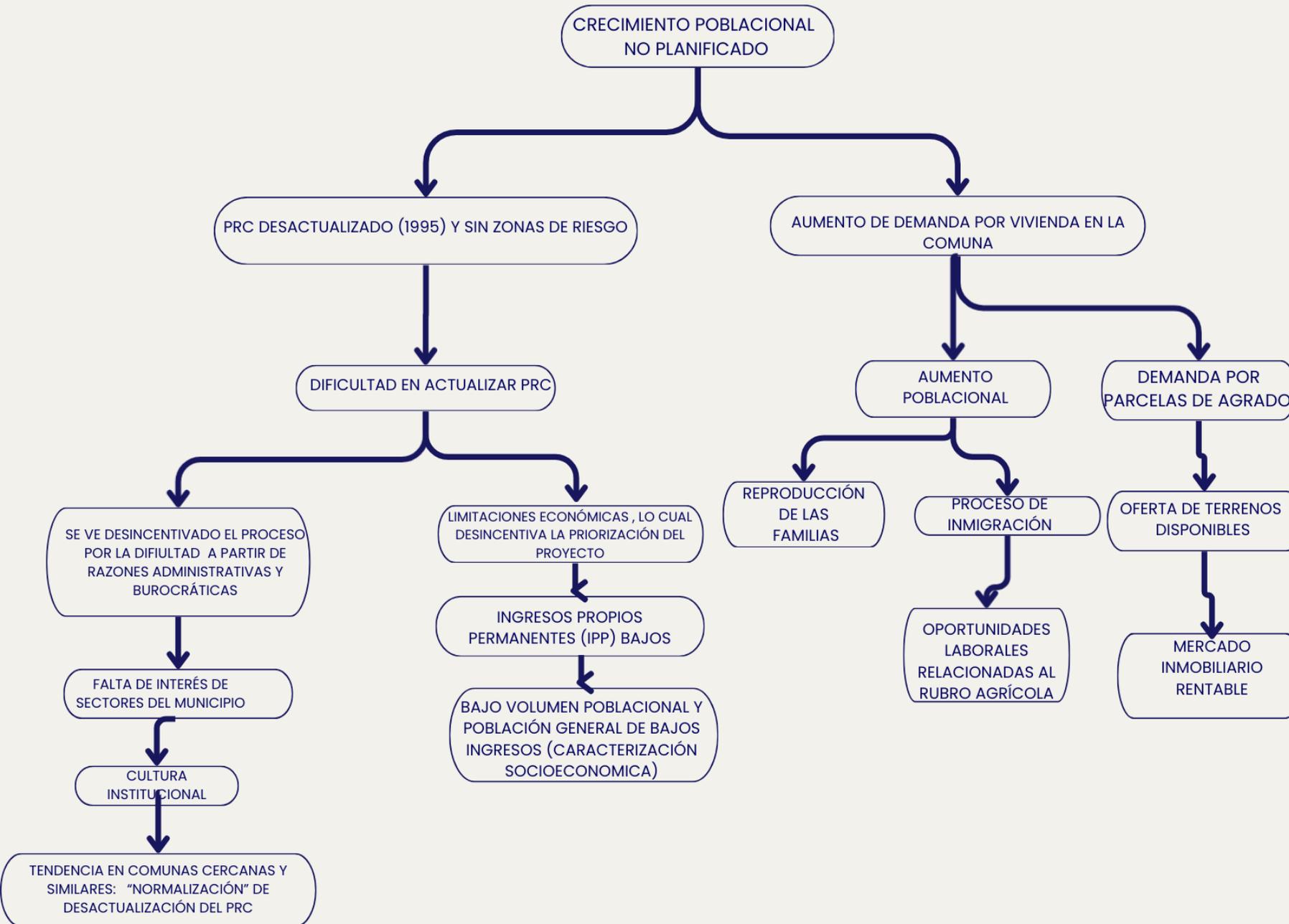


CAUSAS



CAUSA 1

FACTORES INSTITUCIONALES



NOTA:

SE RECONOCE EN EL FACTOR "CRECIMIENTO POBLACIONAL NO PLANIFICADO UNA INCIDENCIA TANTO EN EL **AUMENTO DE EXPOSICIÓN, COMO EN EL AUMENTO DE VULNERABILIDAD** POBLACIONAL; DADO QUE HA CONTRIBUIDO EN LA PROLIFERACIÓN DE **ASENTAMIENTOS INFORMALES**, EN ZONAS EXPUESTAS A AMENAZA, QUIENES TIENEN UNA CALIDAD DE LA VIVIENDA MENOR, Y CON LA LLEGADA DE POBLACIÓN INMIGRANTE A LA COMUNA, **SIN CONOCIMIENTO SOBRE LA PRESENCIA DE AMENAZAS** EN LA COMUNA, AFECTANDO EN LAS CONDICIONES DE VULNERABILIDAD FÍSICA Y SOCIAL DE LA COMUNA

CAUSA 2

FACTORES CULTURALES



Causa 3

Factores Contextuales



Factores Críticos de Decisión

Una vez jerarquizados y comprendidas las causas que componen el problema a tratar, se han determinado los siguientes 3 factores críticos de decisión, que son los elementos principales que se deberán abordar en este plan maestro de mitigación de inundaciones

1. Tendencia de expansión urbana en zonas expuestas a riesgos

Este factor crítico vislumbra la problemática de desarrollo urbano en zonas de alto riesgo, el cual no ha sido abordado desde el municipio, por distintas razones contextuales. Sin embargo se recalca la necesidad de planificar el territorio como medida estructural para reducir significativamente la exposición y vulnerabilidad de la población.

2. Deterioro ambiental aumenta la nocividad de los eventos climáticos

El desarrollo de dinámicas en la comuna que no han considerado el bienestar y el curso natural de los ecosistemas, ha perjudicado la capacidad de mitigación y autorregulación natural que tiene la comuna. En particular, intervención de los cursos de agua y el deterioro de los suelos son de las razones principales de nuevos los puntos de inundación y de mayor escurrimiento de agua.

Estos efectos negativos ante las inundaciones, están ligados a razones fundamentalmente antrópicas, las cuales desde el presente Plan se abordará la restauración y el incentivo del cuidado del entorno natural con el fin de mitigar los efectos nocivos que generan el deterioro de los ecosistemas en particular ante amenazas de inundación

3. Contexto de cambio climático: aumento de recurrencia y gravedad de estos eventos

Por último se reconoce el impacto del cambio climático como un factor determinante que agrava la frecuencia y la intensidad de los eventos climáticos extremos.

El aumento de las temperaturas globales y la modificación de patrones climáticos han contribuido a que las lluvias sean más intensas y prolongadas, exacerbando así el riesgo de inundaciones en la región.

En este contexto, resulta fundamental trabajar la **adaptación al cambio climático**, tanto desde la población como desde la institucionalidad, para **reducir la vulnerabilidad social, material y ambiental** (la última, mediante obras de mitigación), así, **fortaleciendo la resiliencia de la comuna** y su capacidad de enfrentarse a nuevos eventos meteorológicos extremos.

Capítulo 3

Imagen Objetivo

La siguiente sección relata la imagen objetivo que guiará las soluciones que se ejecutaran en la etapa posterior del Plan Maestro.

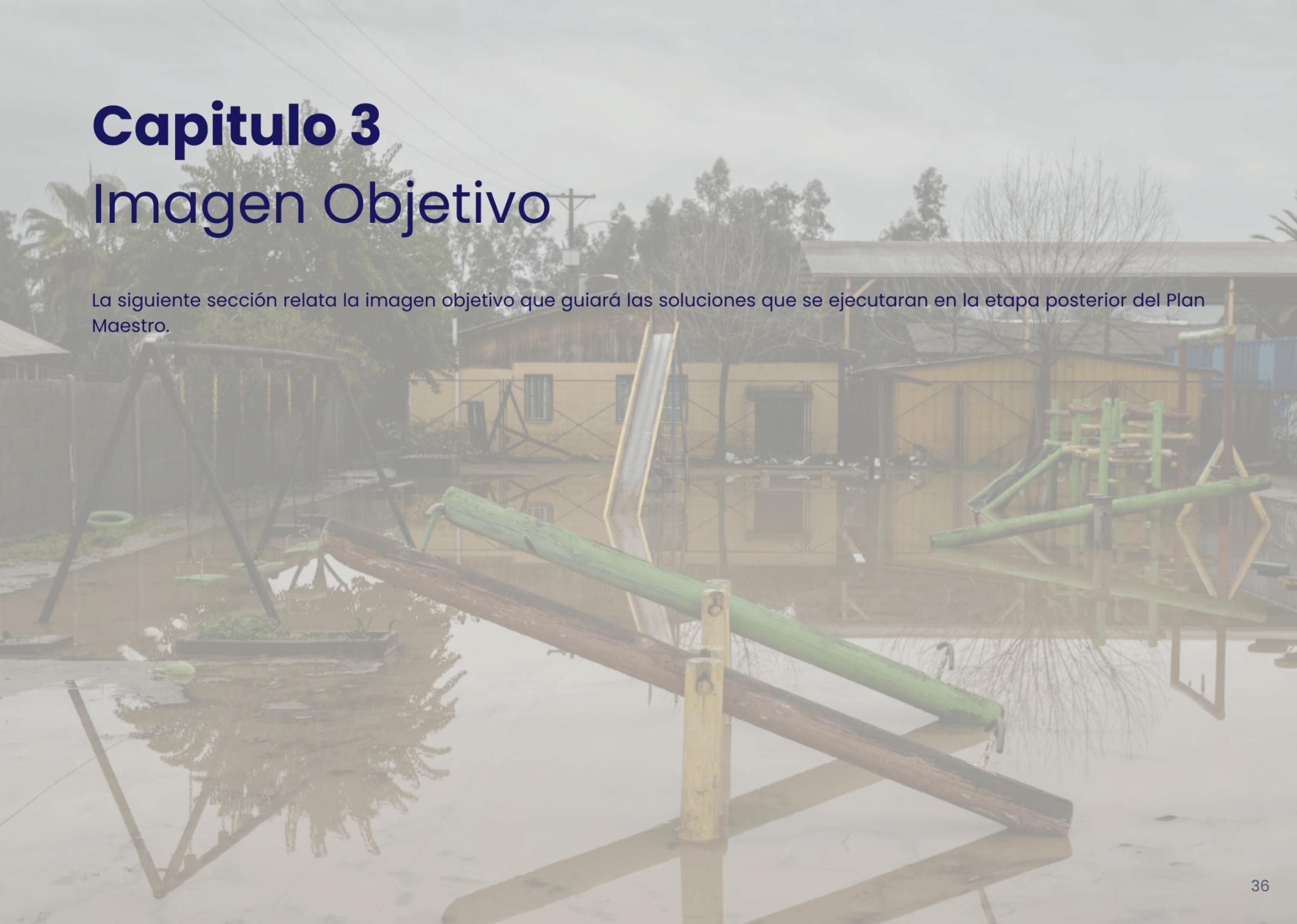


Imagen Objetivo

En base a los resultados del análisis anterior, podemos observar las tendencias de desarrollo de la comuna que podrían perpetuar las condiciones de exposición y vulnerabilidad, y por otro lado, las potencialidades que en la comuna podrían cambiar su futuro, a uno propicio para su desarrollo.

De esta forma, se construye el siguiente enunciado que consolida la visión de desarrollo adaptada al caso. Sin embargo, esta visión de desarrollo se debe generar de manera colaborativa incluyendo las visiones y necesidades de la población afectada y de los distintos actores que son parte de los afectados así como de los agentes colaboradores de respuesta.

*“Coltauco es una comuna que por sus experiencias pasadas de inundaciones y otros desastres naturales, **ha aprendido** a adaptarse y encausar su desarrollo de manera **resiliente**, **priorizando la seguridad y bienestar** de su población y de sus nuevos habitantes, quienes migran a la comuna en búsqueda de una **vida tranquila y rural**, con posibilidades de ocupación en el **rubro agrícola**.”*

*Mediante una normativa atingente a la realidad ambiental del territorio, **la expansión urbana se ha guiado en zonas seguras y equipadas** para responder a las necesidades de su población. Se nota el **compromiso comunal en la restauración de sus ecosistemas y la promoción de la responsabilidad ambiental**.*

*A través de la implementación de **prácticas sostenibles** como el **cuidado de su biodiversidad y entrono verde**, Coltauco **es un ejemplo de adaptación al cambio climático**, tras su esfuerzo en **reforzar el poder mitigatorio de la naturaleza circundante**, fomentando una **cultura responsable con el medio ambiente**, para **abarcas de manera colaborativa los perjuicios del cambio climático**, que afectan a todos.*

*En este entorno, la comunidad se convierte en guardián activo de sus recursos naturales, promoviendo espacios seguros y accesibles **donde la naturaleza y el desarrollo humano coexisten, garantizando una alta calidad de vida para las generaciones actuales y futuras.**”*

Imagen Objetivo

Coltauco: resguarda los cursos de agua, desarrolla prácticas sustentables y comunitarias, tiene una agricultura próspera, bosques locales y promete una vida tranquila y segura.



Objetivos Estratégicos

A si es como a partir de elementos claves como la resiliencia, una planificación urbana que reconoce su entorno ambiental y el contexto de cambio climático y el fomento de una cultura ambiental responsable, se formulan los siguientes objetivos estratégicos a abordar desde los factores críticos de decisión:

RESPECTO AL FCD 1: **TENDENCIAS DE EXPANSIÓN URBANA EN ZONAS EXPUESTAS A RIESGOS**



1. CONTROLAR LAS TENDENCIAS DE EXPOSICIÓN

2. DISMINUIR LAS CONDICIONES DE EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD ANTE AMENAZAS DE INUNDACIÓN ACTUALES

RESPECTO AL FCD 2: **DETERIORO AMBIENTAL AUMENTA NOCIVIDAD DE LOS EVENTOS CLIMÁTICOS**



3. REDUCIR LAS AMENAZAS POR CAUSAS ANTRÓPICAS (COSTUMBRES ACTUALES QUE CONTRIBUYEN A LA NOCIVIDAD)



4. AUMENTAR LA CAPACIDAD DE MITIGACIÓN NATURAL

RESPECTO AL FCD 3: **AUMENTO DE GRAVEDAD Y RECURRENCIA DE ESTOS EVENTOS (CAMBIO CLIMÁTICO)**



5. FORTALECER LAS CAPACIDADES DE LA POBLACIÓN PARA ENFRENTARSE A FUTUROS DESASTRES

6. DISMINUIR LAS CONDICIONES DE VULNERABILIDAD SOCIAL LIGADAS A LA DESINFORMACIÓN EN MATERIA AMBIENTAL Y CAMBIO CLIMÁTICO

Capítulo 4

Plan Maestro

A continuación, a partir de los objetivos expuestos que surgen de la imagen objetivo, se consolidan los lineamientos que se concretarán en la cartera de proyectos establecida.

Formulación de Plan Maestro

Lineamientos y proyectos

Objetivos

1. CONTROLAR LAS TENDENCIAS DE CRECIMIENTO POBLACIONAL EXPUESTO

2. DISMINUIR LAS CONDICIONES DE EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD ANTE AMENAZAS DE INUNDACIÓN ACTUALES

3. REDUCIR LAS AMENAZAS POR CAUSAS ANTRÓPICAS (COSTUMBRES ACTUALES QUE CONTRIBUYEN A LA NOCIDIDAD)

4. AUMENTAR LA CAPAIDAD DE MITIGACIÓN NATURAL

5. FORTALECER LAS CAPACIDADES DE LA POBLACIÓN PARA ENFRENTARSE A FUTUROS DESASTRES

6. DISMINUIR LAS CONDICIONES DE VULNERABILIDAD SOCIAL LIGADAS A LA DESINFORMACIÓN EN MATERIA AMBIENTAL Y CAMBIO CLIMÁTICO



Lineamientos

PLANIFICAR EL CRECIMIENTO POBLACIONAL EN ZONAS APTAS PARA EL DESARROLLO

MITIGAR LAS CONDICIONES ACTUALES DE EXPOSICIÓN

MANTENER LOS CANALES EN UN ESTADO ÓPTIMO DE MANERA PERMANENTE

IMPLEMENTAR TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

EDUCAR A LA POBLACIÓN PARA LA ADOPCIÓN DE PRÁCTICAS SUSTENTABLES

GENERAR CONOCIMIENTO SOBRE LAS AMENAZAS EXISTENTES EN EL TERRITORIO, TANTO PARA LA POBLACIÓN COMO PARA LA INSTITUCIONALIDAD

Proyectos

ESTABLECER ZONA DE DESARROLLO PRIORITARIO

UBICACIÓN ESTRATÉGICA PARA OBRA DE MITIGACIÓN

RECONOCER Y CARACTERIZAR EL RIESGO EN ZONAS URBANAS SEGÚN ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN

RESTAURACIÓN DE SUELO EN ZONAS CRÍTICAS

SISTEMA DE MONITOREO DE CANALES

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

A continuación, se especifican los sub proyectos que surgen de los 4 proyectos principales.

En relación al primer y segundo proyecto, este es de carácter prioritario dado que responde directamente al problema central identificado.

El tercer proyecto, restauración de suelo en zonas críticas, es un complemento directo al primer proyecto.

El cuarto y quinto proyecto, corresponden a estrategias complementarias que permitirán asegurar la efectividad del plan, abarcando factores de largo plazo, que involucran la educación ambiental y el mantenimiento permanente de los canales de regadío,

Cartera de Proyectos

Sub Proyectos y Priorización

1

ESTABLECER ZONA DE DESARROLLO PRIORITARIO

2

**ESTABLECER UBICACIÓN PARA OBRA DE MITIGACIÓN
(ÉSTA MITIGARÁ EL RIESGO EXISTENTE Y HABILITARÁ LA ZONA DE
DESARROLLO PRIORITARIO)**

3

**RECONOCER Y CARACTERIZAR EL RIESGO EN ZONAS URBANAS
SEGÚN ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN**

4

RESTAURACIÓN DE SUELO EN PUNTOS CLAVE

5

SISTEMA DE MONITOREO DE CANALES

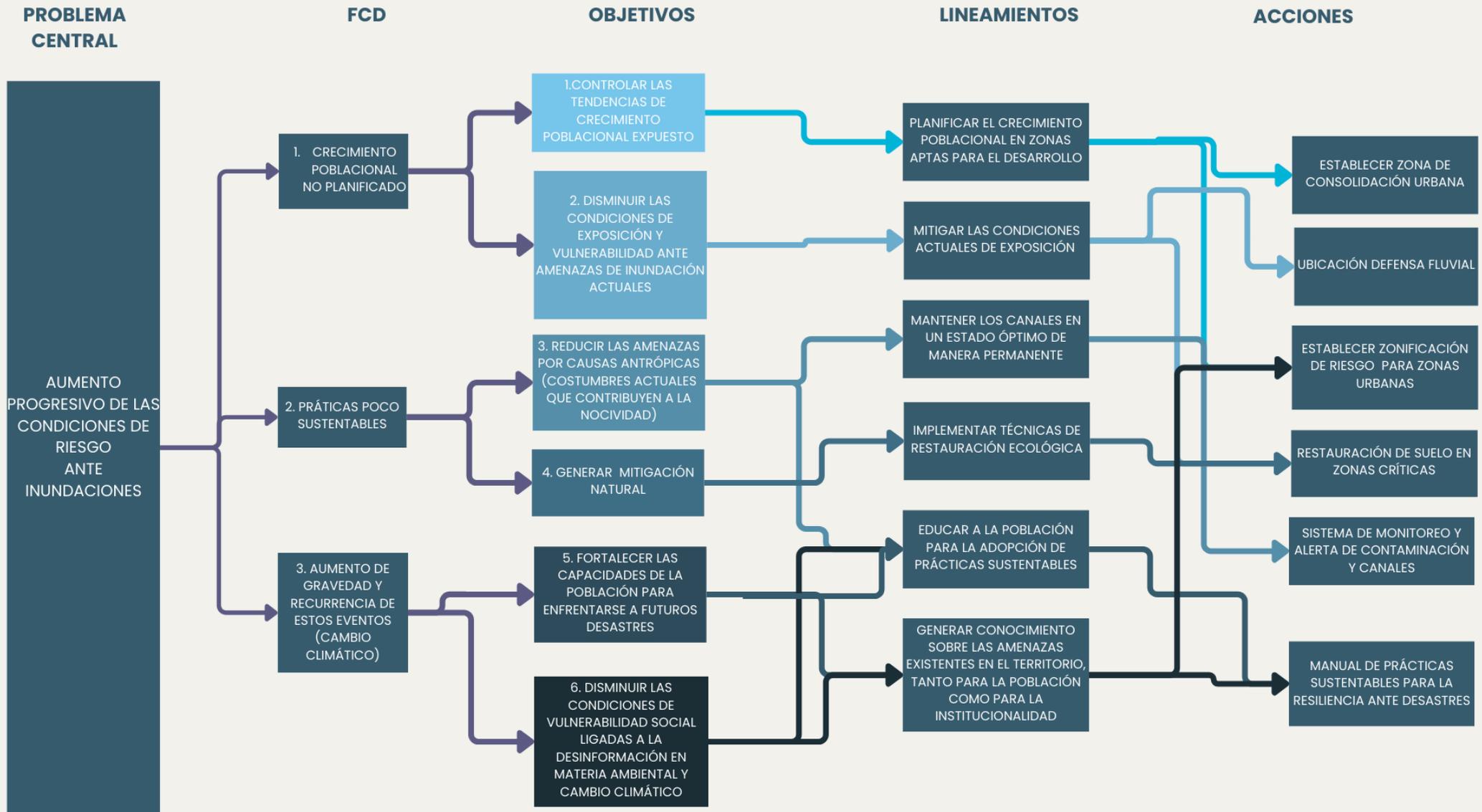
6

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

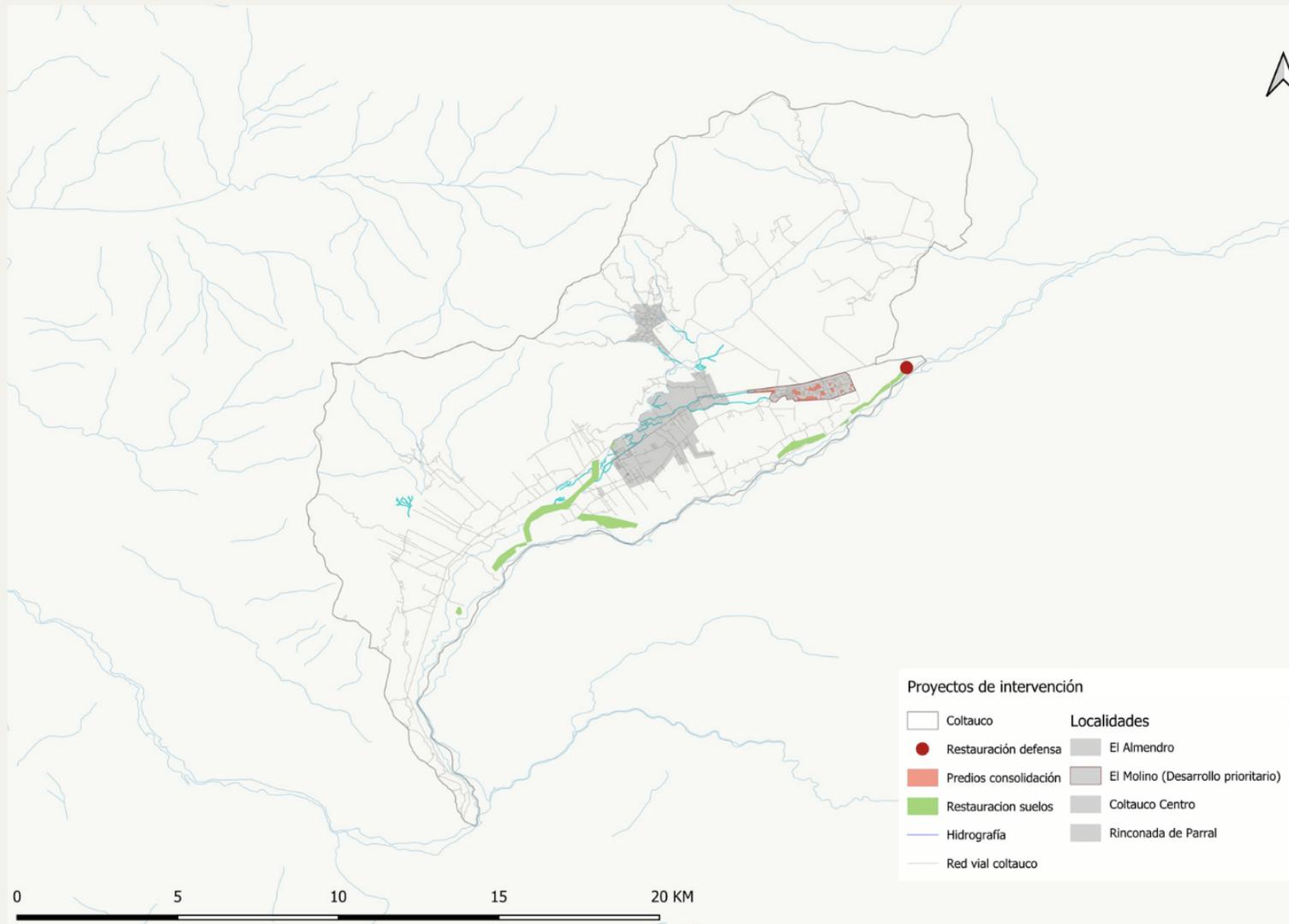
**PROYECTO
ESTRUCTURANTE**

**ESTRATEGIAS
COMPLEMENTARIAS**

Esquema Plan de Acción



Mapa integrado de proyectos



Fuente: Generación propia

FICHAS DE PROYECTOS

A continuación, se presentan las **fichas técnicas de los proyectos que integran el Plan Maestro**, diseñados con el objetivo de abordar las problemáticas identificadas y promover soluciones sostenibles para la comuna de Coltauco. Cada ficha detalla los objetivos específicos, alcance, beneficiarios, componentes, costos estimados, fuentes de financiamiento, etapas, plazos estimados, garantizando una implementación estructurada y factible.

El Plan Maestro se estructura en torno a una priorización que garantiza la funcionalidad de las intervenciones. Este enfoque asegura que cada acción establezca las bases para el desarrollo y mitigación de riesgos, promoviendo un crecimiento ordenado y resiliente.

1) Defensa Fluvial:

Este proyecto constituye la primera acción a ejecutar, esencial para habilitar el sector de El Molino como un área segura para el desarrollo urbano. La defensa fluvial reducirá significativamente el riesgo de inundaciones, por sección 1 del Río Cachapoal, protegiendo a la población existente y futura en este sector prioritario.

2) Zona de Desarrollo Urbano Prioritario:

Una vez consolidada la defensa fluvial, se habilitará el eje Loreto-El Molino como área prioritaria para la expansión urbana. Este proyecto contempla la modificación de normativas y la implementación de infraestructura que permita un crecimiento seguro y sostenible en la comuna.

3) Restauración de Suelos:

Este proyecto se prioriza como medida de mitigación inmediata, enfocándose en restaurar áreas críticas afectadas por erosión y degradación, incluyendo zonas cercanas a canales y áreas inundables. La restauración contribuirá a fortalecer la capacidad natural de mitigación del territorio y reducirá el impacto de futuras inundaciones.

4) Monitoreo de Canales:

Contemporáneamente a las acciones anteriores, se implementará un sistema de monitoreo de canales para garantizar su óptimo mantenimiento. Este proyecto a largo plazo busca prevenir colapsos y mejorar la gestión hídrica en la comuna.

5) Manual de Buenas Prácticas Ambientales:

Este proyecto, también de largo plazo, establece lineamientos para educar y sensibilizar a la comunidad sobre prácticas sostenibles. Su implementación fortalecerá la preparación frente a riesgos y fomentará una cultura de responsabilidad ambiental.

1) UBICACIÓN DEFENSA FLUVIAL

Presentación

Este proyecto se ha configurado mediante un análisis de riesgo, en base a los conceptos de amenaza, exposición y vulnerabilidad expuestos en la Guía Metodológica para el Análisis de riesgos, el cual se elaboró con datos proporcionados por funcionarios municipales en una reunión.

Este proyecto es esencial para proteger a la población de El Molino, la mayor población afectada por el desastre el año 2023.

La ejecución de esta obra fluvial, significaría beneficiaría directamente a población de la localidad en cuestión, la cual comprende más de 4.000 personas. Además, se verán beneficiadas por la disminución de este riesgo una cantidad de 1207 familias, de las cuales 856 serían beneficiarios absolutos (no se observan como afectas a otras fuentes de inundación) y otras 351 familias beneficiadas de forma parcial, ya que aún estarían expuestas a inundación por Estero Purén-Idahue.

A continuación, se presenta el análisis que configura la elección de la ubicación estratégica de la defensa donde:

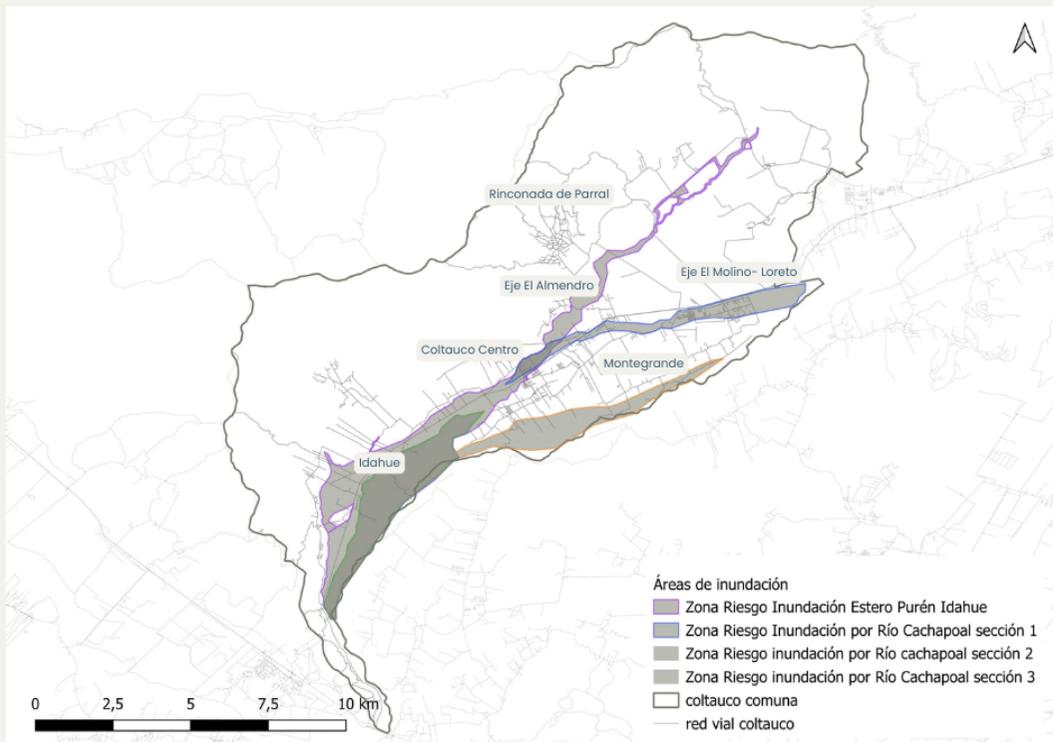
- 1) Se reconocen las distintas fuentes de inundación de la comuna
- 2) Se catastra la cantidad de damnificados por localidad

3) Se genera un análisis de riesgo a través de una matriz de vulnerabilidad ante las inundaciones que combina variables como: cantidad de damnificados, características de la inundación (según profundidad, potencia y recurrencia), puntuación según la materialidad de la vivienda (vulnerabilidad física) y escolaridad (vulnerabilidad social).

1) UBICACIÓN DEFENSA FLUVIAL

Metodología de análisis de riesgos

1) Reconocer áreas de inundación según origen



Origen de inundación

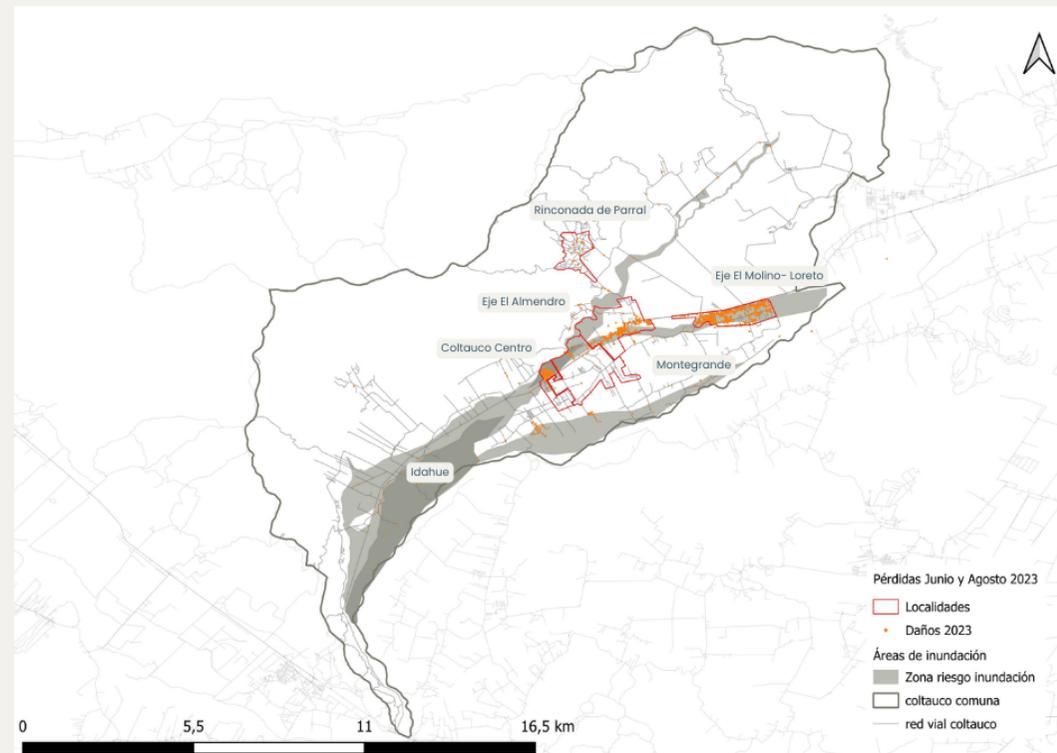
Por Estero Purén Idahue: afecta por completo a la zona de Idahue y parcialmente Coltauco Centro y El Almendro.

Por Río Cachapoal sección 1: afecta a El Molino por completo, parcialmente a El Almendro, y se solapa con la zona de inundación por Estero, generando un punto crítico en Coltauco Centro.

Por Río Cachapoal sección 2: Afecta a sector de Idahue

Por Río Cachapoal sección 3: Afecta a sector Montegrande

2) Vislumbrar total de afectados en cada localidad



Damnificados según cada localidad

Coltauco Centro: 175

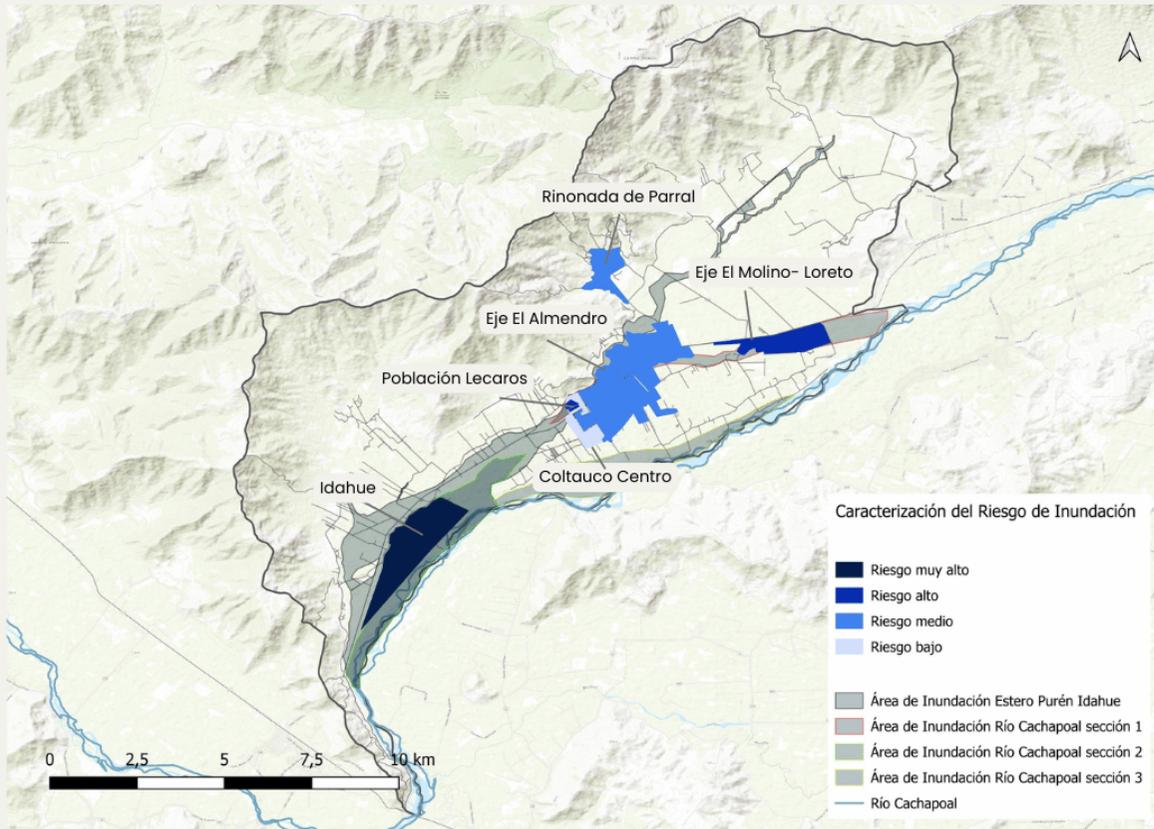
El Almendro: 454

Rinconada de Parral: 20 (daños en infraestructura)

El Molino- Loreto: 856

ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DE RIESGO

Resultados



Fuente: Generación propia con datos proporcionados por el municipio y datos CENSO. Bajo metodología de análisis de riesgo de "Guía Metodológica para el Análisis de Riesgo para IPT"

Esta cartografía se realizó a partir de delimitación de los sub territorios, elaborada por Censo 2017, y según datos proporcionados por funcionarios de la Ilustre Municipalidad de Coltauco.

En la tabla a continuación, se explica la **caracterización del riesgo, generada a partir de las recomendaciones de la Guía Metodológica para el Análisis de Riesgos para IPT, con las acciones que se deben generar según la presencia de amenaza, vulnerabilidad y exposición que componen la ponderación de riesgo de cada poblado.**

MATRIZ DE RIESGO ANTE INUNDACIONES					
	RINCONADA DE PARRAL	MOLINO-LORETO	ALMENDRO	COLTAUCO CENTRO	IDAHUE
PROFUNDIDAD DE INUNDACIÓN	ALUVION	MEDIA (0,5 A 1MT)	ALTA (1 A 1,5MT)	MEDIA (0,5 A 1MT)	MUY ALTA (2MT)
FUERZA DEL CAUDAL	MEDIA	ALTA (NIVEL MAYOR)	MEDIA	MEDIA	MEDIA
RECURRENCIA	NO HAY DATOS	NO HAY DATOS	NO HAY DATOS	BAJA EN GENERAL MENOS SECTOR PARQUE LOS TACOS (ESTERO) ALTA RECURRENCIA	NO HAY DATOS
DAMNIFICADOS	20	856	454	175	11
ÍNDICE CALIDAD VIVIENDA	MUY BAJA	ALTA	MEDIO ALTA	MUY ALTA	NO HAY DATOS
ESCOLARIDAD	MUY BAJA	BAJA	ALTO	ALTO	NO HAY DATOS
PUNTAJE	11	13	9	7	NO APLICA PTJE
RESULTADO/ ACCIÓN	MAYOR VULNERABILIDAD Y DIVERSAS AMENAZAS: FIJAR ESTRATEGIAS, FRENAR CRECIMIENTO, RELOCALIZAR..	ALTO RIESGO Y MAYOR EXPOSIÓN: INVERSIÓN EN DEFENSA	RIESGO MEDIO ALTO: BENEFICIADO COLATERAL	RIESGO MEDIO CON BARRIOS ALTAMENTE EXPUESTOS: BENEFICIADO COLATERAL, TOMAR MEDIDAS PARA MITIGAR BARRIOS ESPECÍFICOS	RIESGO ALTO EXPOSIÓN BAJA, NORMATIVIDAD: PROHIBIR EXPANSIÓN, MANTENER USO ACTUAL PORQUE NO ES ZONA APTA PARA EDIFICACIONES

FICHA PROYECTO 1

FICHA: HABILITACIÓN DEFENSA FLUVIAL	
NOMBRE	Habilitación defensa fluvial sector El Molino-Loreto
OBJETIVO	Minimizar el impacto de las inundaciones por Río Cachapoal Sección 1, direccionando el Río Cachapoal hacia su cauce habitual.
LUGAR/ ALCANCE	Zona El Molino- Loreto serán los principales beneficiados, y parte de sector de El Parral, El Almendro y Coltauco Centro, según delimitación establecida por Microdatos Censo (2017). Esta intervención beneficiará a toda el área de inundación por Río Cachapoal sección 1.
BENEFICIARIOS	De ejecutarse la obra, se verían beneficiadas por la disminución de este riesgo una cantidad de 1207 familias, de las cuales 856 serían beneficiarios absolutos (no se observan como afectas a otras fuentes de inundación) y otras 351 familias beneficiadas de forma parcial, ya que aún estarían expuestas a inundación por Estero Purén-Idahue, pero sin sumarse a esto la inundación por Río Cachapoal sección 1.

COMPONENTES	Defensa fluvial con reforzamiento de arbolado en la ribera
COSTOS ESTIMADOS	8.000 a 30.000 M\$
FUENTES DE FINANCIAMIENTO	F.N.D.R , SEREMI MOP O'HIGGINS o Ministerio de desarrollo social
ETAPAS	1 ETAPA: Identificación del Proyecto, Estudios Preliminares: estudios de prefactibilidad y factibilidad, Formulación del Proyecto, 2 ETAPA: Evaluación del Proyecto ante las autoridades competentes, Obtención de Permisos, Financiamiento,3 ETAPA: Ejecución, Monitoreo y evaluación
PLAZOS	Etapa 1, 1 año; Etapa 2, 1 año y medio; Etapa 3, 2 años ejecución y seguimiento de monitoro continuo

FICHA PROYECTO 1

INDICADORES DE SEGUIMIENTO	<p>-Mantenimiento de la defensa: se deberá mantener y revisar su estado periódicamente según lo que se estime conveniente (según lo que determinen expertos en el tema), hasta su permanencia (deben ser 50 años).</p> <p>-Tras fuertes lluvias en que la defensa resista, se indicará la vigencia del proyecto o la necesidad de reforzar y restaurar.</p>
REFERENTE	 <p>Imagen: Construcción de obras fluviales en cuenca del Cachapoal Fuente: Diarioviregion.cl</p>

2) ZONA DE DESARROLLO URBANO PRIORITARIO

Presentación

Como segundo proyecto, el cual surge a raíz del problema central identificado en la comuna **“aumento de la exposición poblacional por el aumento de asentamientos emplazados en zonas de riesgo”**, y reconociendo las dificultades comunales en actualizar su Plan Regulador Comunal, se ha establecido como **medida para orientar el desarrollo urbano- territorial , establecer una zona de priorización para el desarrollo.**

Esta zona se ha escogido mediante una **matriz de priorización** donde se busca consolidar uno de los sectores de la comuna de manera compacta, para atraer a nuevos habitantes a asentarse en este lugar, en vez de seguir expandiéndose de forma dispersa y en zonas expuestas a amenazas naturales.

Limitaciones: en la tabla metodológica a continuación, se establecen puntajes según las variables escogidas. Sin embargo, las variables como “condominios sociales” y “organizaciones sociales”, las cuales aluden al interés del Estado en invertir en este barrio, y a la capacidad de auto-organizarse, respectivamente, se deben refinar vislumbrando la cantidad que hay en cada localidad, los cuales, se expresaron de manera general, con puntajes 0 a 1 (0, no tiene, 1, si tiene) dado que los datos que se utilizaron eran parciales (tenían información sobre la ubicación de algunas organizaciones pero no todas).

2) ZONA DE DESARROLLO URBANO PRIORITARIO

Metodología: Matriz de Priorización

Esta matriz de priorización para el desarrollo urbano prioritario, se ha utilizado como **metodología para vislumbrar en que barrio vale la pena invertir** para habilitar como espacio seguro para el desarrollo urbano de la comuna.

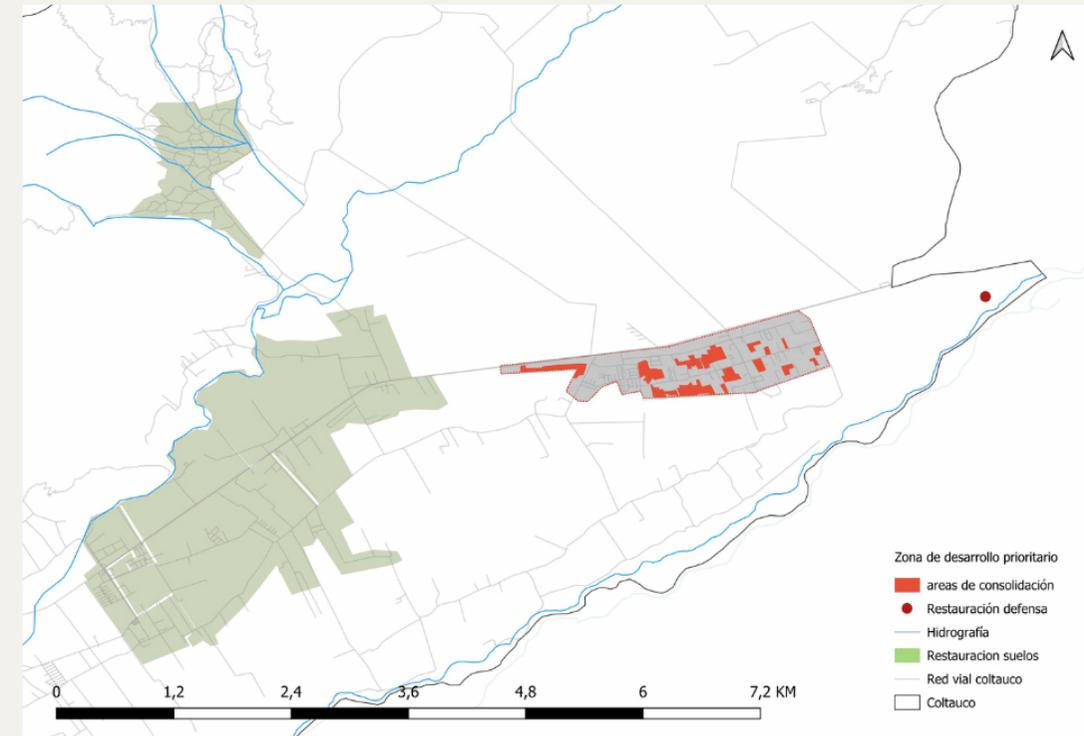
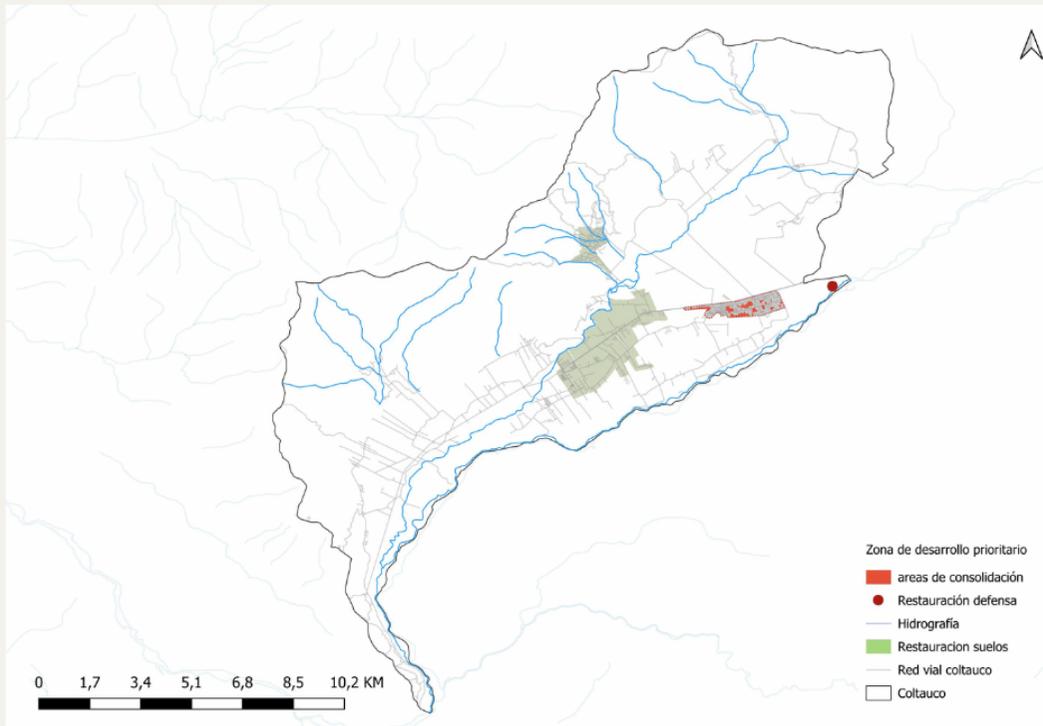
Esta matriz se ha generado conforme el documento **Metodología para la formulación y evaluación de planes marco de desarrollo territorial (PMDT)**, del Sistema Nacional de Inversiones (SNI) (2021), el cual **se ha adaptado, según los objetivos del presente trabajo, reconociendo como problema central de la comuna, el aumento progresivo de exposición a inundaciones.**

La localidad seleccionada con mayor puntaje será la primera prioridad en invertir para establecerla como zona de desarrollo urbano prioritario, bajo los principios de desarrollo urbano compacto.

	SUBTERRITORIOS DE EXPANSIÓN URBANA (SEGÚN CENSO 2017 Y PROYECTO ACTUALIZACIÓN PRC 2010)					PUNTAJE
	TOTAL COMUNA	RINC. PARRAL	MOLINO	ALMENDRO-PARRAL DE PURÉN	COLTAUCO CENTRO	
POBLACIÓN 2017	19,597	1,564	4,093	4,103	1,443	4 a 1
PORCENTAJE		8%	20.9%	21%	7%	
PROYECCIÓN (según tasa y porcentaje relativo)	23,910	1,912	4,997	5,021	1,673	
VIVIENDA	7,567	564	1,366	1,121	669	
HECTAREAS	22,500	97.5	178	550	112	
2017 HAB/HA (DENS)	0.9	16	23	4	13	4 a 1
CONDOMINIOS SOCIALES		NO	SI	SI	SI	1 o 0
ORGANIZACIONES SOCIALES		SI	SI	SI	SI	1 o 0
FORMA URBANA		NO	SI	NO	SI	1 o 0
ISMT		2	4	3	2	4 a 1
SUMA		11	18	14	11	

ZONA DE INTERVENCIÓN CON MAYOR PUNTAJE PONDERADO

EL MOLINO



Con esta propuesta, se busca **impulsar el desarrollo urbano compacto**, siguiendo los **principios de desarrollo sustentable**.

Con el **Programa para Pequeñas Localidades** (Minvu), se podrá invertir en infraestructura y vivienda pública, que cubra en parte, las demanda por vivienda en la comuna, reduciendo las tendencias de expansión informal que se generan de manera acelerada en lugares como Rinconada de Parral.

Este lugar podrá servir como destino para albergar tanto viviendas relocalizadas, como medida para la GRD, tanto como para guiar el destino de la expansión urbana.

FICHA PROYECTO 2:

FICHA: ZONA DE DESARROLLO URBANO PRIORITARIO	
NOMBRE	Zona de desarrollo urbano prioritario, eje Loreto – El Molino: Para una consolidación urbana segura y compacta.
OBJETIVO	Consolidar como espacio seguro para el crecimiento urbano el eje El Molino- Loreto, tras reconocer la amenaza de inundación que existe en esta zona, donde se concentra el mayor volumen poblacional de la comuna.
LUGAR/ ALCANCE	Zona El Molino- Loreto, según delimitación establecida por Microdatos Censo (2017).
BENEFICIARIOS	Se podrán ver beneficiadas por esta intervención, mínimo 4093 personas (población El Molino según Censo 2017), y en el futuro, considerando la consolidación de las áreas internas (31,3 hectáreas) en un 30% de ocupación, podrían sumarse 1.162 predios de 80mt ² , que si se estimaran 3 habitantes por vivienda, sumaría el total de 3.486 personas. En total 7.579 personas.

COMPONENTES	Modificación de normativa actual y proyecto de defensa fluvial
COSTOS ESTIMADOS	1.500.000.000 CLP
FUENTES DE FINANCIAMIENTO	MINVU (Programa Pequeñas Localidades), SUBDERE (PIRDT) , FNDR
ETAPAS	“Comienza con un Diagnóstico inicial, que incluye una Encuesta de Caracterización; luego se forma una Mesa de Actores Locales que acompaña y participa en la elaboración del Plan de Desarrollo de la Localidad. Finalmente, los vecinos priorizan los proyectos urbanos y sociales a ejecutar, enfocados en el desarrollo comunitario y económico.” (MINVU, s.f)
PLAZOS	4 a 6 años

INDICADORES DE SEGUIMIENTO

- A partir de catastro de viviendas sociales y equipamiento para 2024: Constatar un aumento en inversión en viviendas sociales en este sector desde la implementación. Aumento de equipamientos urbanos desde 2025 en adelante.
- Aumento de demanda inmobiliaria (y plusvalía) en El Molino lo cual refleja el aumento de su calidad urbana

REFERENTE

La comuna de Alhué (Región Metropolitana) se le adjudicó al Programa Pequeñas Localidades el año 2020.



Imagen: Díptico informativo de PPL en comuna de Alhué, Chile.

Fuente: MunicipalidadAlhué.cl

3) RESTAURACIÓN DE SUELOS

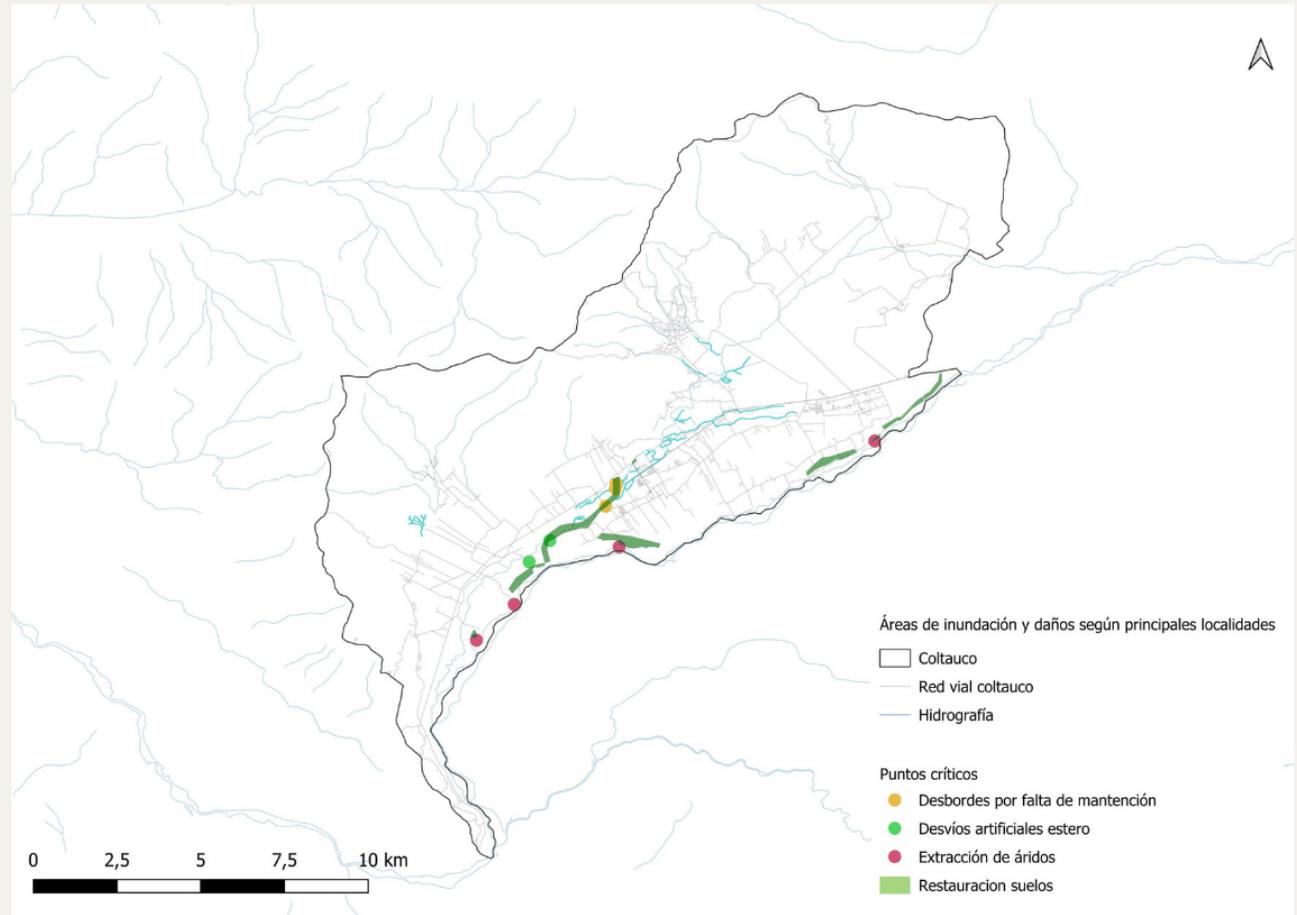
Resultados

Descripción del proyecto y criterios utilizados:

El proyecto se formula a partir de una **zonificación estratégica** de un total de 207 hectáreas de restauración de suelo, con el objetivo de **mitigar la velocidad del escurrimiento del agua y aumentar la capacidad de infiltración, propia del bosque local.**

Además, a través de sus ubicaciones se busca **complementar y potenciar el poder de la obra de mitigación propuesta, sumado a reforzar sectores críticos de inundación**, los cuales se ven influidos por las intervenciones humanas que han impactado negativamente en la retención de las inundaciones.

Identificando: **Puntos de desborde del Estero Purén Idahue y los puntos críticos de extracción de áridos, se han establecido las zonas de restauración** que aparecen en la cartografía a continuación.



Mapa: Restauración de suelos en relación a puntos críticos a partir de practicas poco sustentables

Fuente: Generación propia con datos

FICHA PROYECTO 3

FICHA: RESTAURACIÓN SUELOS	
NOMBRE	Plan de restauración de suelo en zonas críticas.
OBJETIVO	Con esta zonificación estratégica se busca complementar la obra de mitigación que se realizará en El Molino, expandiéndose también a zonas en que hay riesgo de inundación por otras fuentes, como Estero Idahue, y zonas sin defensa donde el río fácilmente se puede desbordar. También se considerarán zonas donde el escurrimiento es mayor dado que se ha deteriorado el suelo; como en los puntos de extracción de áridos.
LUGAR/ ALCANCE	Secciones de borde de Rio Cachapoal y Estero Purén Idahue, intermitentemente desde sector Idahue hasta la ubicación de la defensa, en Fundo Santa Luisa. Contempla 208 hectáreas.
BENEFICIARIOS	Todas las personas emplazadas en la zona de inundación por inundación por parte de Estero Purén- Idahue, setor de Montegrande, Villa Lecaros y sector Villa Jardín.

COMPONENTES	Reforestación de suelo con especies nativas
POLÍTICAS AFINES	Plan Nacional de Restauración de Paisajes (CONAF, MMA, MINAGRI) y Programa de Restauración de Bosques Nativos (Plan Siembra por Chile) (CONAF, MINAGRI).
COSTOS ESTIMADOS	2,5 a 1,3 M\$ por hectárea (INFOR, 2022)
FUENTES DE FINANCIAMIENTO	Según Plan Nacional de Restauración de suelos existen distintos fondos: Recurso del FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial) Fondo Nacional de Desarrollo Regional, Financiamiento público de ambos ministerios a través de presupuesto exploratorio, Fondo Ambiental Naturaleza Chile (en desarrollo por el MMA junto con 5 ONGs) Adaptation Fund, Global Environmental Facility, Incentivos de fomento al Manejo, conservación y restauración de Bosque nativo (Ley 20.283). CONAF, INDAP
ETAPAS Y PLAZOS	El Plan se estructurará en tres fases, a saber: corto plazo (2021-2024), mediano plazo (2025-2027) y largo plazo (2028-2030). El Plan tendrá un proceso de seguimiento, monitoreo y reporte, que se llevará a cabo en dos modalidades. Bianualmente se hará un reporte general sobre el avance a nivel de líneas de acción del periodo. A cada término de periodo se reportará el avance en las metas integrales definidas, de acuerdo con indicadores que se construirán para cada una de ellas.

FICHA PROYECTO 3

INDICADORES DE SEGUIMIENTO	<p>-Establecer un plan de mantenimiento a largo plazo, fortalecer a la comunidad local para la autogestión del cuidado del bosque.</p> <p>-Disminución de la profundidad y fuerza del caudal tras la consolidación de la cobertura vegetal. Se puede comparar las áreas reforestadas con las zonas desprotegidas.</p>
REFERENTES	<p>Plan Siembra por Chile restauró bosque nativo de la Provincia de Colchagua</p>  <p>Imagen: Lolol Fuente: elcachapoal.cl</p>  <p>Imagen: Houston, Utilización de infraestructura verde para la mitigación de inundaciones Fuente: www.houstonpublicmedia.org</p>

4) MONITOREO Y CONTROL DE CANALES

Descripción del proyecto

El siguiente proyecto, responde a abordar la problemática de **prácticas poco sustentables**, en particular aquella que refiere a la **falta de mantenimiento de canales** durante todo el año, para la prevención de desbordes por estancamiento de basura.

Esta problemática es de carácter social- cultural y responde a un **sistema de gestión de canales que no asegura su mantenimiento**, dados distintos factores, que se podrían atribuir a una gobernanza inadecuada, a la alta de fiscalización, a la falta de incentivos para el cuidado, o a una cultura generalizada de negligencia ambiental.

Sin embargo, a través del proyecto: Monitoreo y Control de Canales, se busca generar un sistema de alerta que detecte la presencia de basura de los canales, con el fin de tener público conocimiento de las áreas contaminadas por parte del municipio, y de reportar la alarma a la entidad responsable de su mantenimiento, para generar la consiguiente acción de limpieza.

El Municipio, a través de este sistema de alerta, puede generar un sistema que complemente la función informativa de este sistema de monitoreo, a modo de asegurar que se realice la acción.

SENAPRED cuenta actualmente con un sistema de monitoreo de ríos que contempla las crecidas de caudal. Este sistema vendría a complementar esta acción, de manera adaptada a las necesidades locales y a un nivel más específico, que serían los canales internos de la comuna.

FICHA PROYECTO 4

FICHA: MONITOREO Y CONTROL DE CANALES	
NOMBRE	Sistema de control de contaminación de canales a través del monitoreo
OBJETIVO	Mantener los canales de la comuna libres de contaminación durante todo el año, para prevenir el aumento de gravedad de inundaciones ante condiciones climáticas impredecibles.
LUGAR/ ALCANCE	Todos los canales de la comuna
BENEFICIARIOS	Principalmente las personas afectadas por inundaciones y los mismos trabajadores agrícolas, tras el supuesto de que la calidad de las aguas aumentará con esta medida.
COMPONENTES	Tecnologías para el monitoreo: Sensores y telemetría, y sistema de alerta.
COSTOS ESTIMADOS	27.000 M\$

FUENTES DE FINANCIAMIENTO	Alianzas público- privadas, SENAPRED, DGA, FNDR
ETAPAS Y PLAZOS	1 a 2 años
INDICADORES DE SEGUIMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> -Generar un indicador que corrobore, que ante la alerta de contaminación en canales, se ejecute la mantención. -Generar un mecanismo de fiscalización ante la negligencia sobre la alerta. -Revisar el estado de los canales ante amenaza de lluvias y asegurar su buen estado
REFERENTES	 <p>Imagen: Concepción: Jornada de limpieza de Canales para evitar inundaciones Fuente: soychile.cl</p>  <p>Imagen: Ejemplo de monitor para canales de riego (SonTekSL) Fuente: ysi.com/applications/flooding</p>

5) MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES

Descripción del proyecto

El Manual de Buenas Prácticas Ambientales, viene a responder a otro factor identificado en el diagnóstico, que corresponde a la **falta de conocimiento sobre las inundaciones en la comuna**, el cual se ha generado luego del período de sequía generalizada en Chile, sumado a prácticas nocivas para el medio ambiente que se desarrollan en la comuna y empeoran la capacidad de mitigación local, y todo esto se desarrolla **en el contexto actual de cambio climático**, donde los eventos meteorológicos inusuales y destructivos son cada vez más recurrentes y de mayor potencia.

En el marco de responder a la necesidad de adaptación al cambio climático de la comuna, y de abordar las problemáticas locales como la desinformación ante el contexto de inundaciones y el desarrollo de prácticas que aumentan la nocividad de las inundaciones mediante la degradación ambiental, se genera este Manual, que deberá abordar los siguientes objetivos

- 1) Informar sobre los riesgos presentes en la comuna y dónde se localizan
- 2) Incentivar a buenas prácticas ambientales para la prevención y mitigación de riesgos.

En el marco de Gestión de Riesgos y Desastres, este manual, complementaría el aspecto mitigatorio del Plan, a través de la educación ambiental, la cual es un aspecto fundamental para aumentar la resiliencia y el poder ciudadano para afrontar este tipo de desastres. (Ordoñez, et.al, 2018)

FICHA PROYECTO 5

FICHA: MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS	
NOMBRE	Manual de prácticas sustentables
OBJETIVO	Este manual surge como una estrategia del Plan Maestro, para reforzar la mitigación de las inundaciones desde la educación ambiental. De este modo se busca dar sostenibilidad del proyecto, tras observar como factor crítico en la gravedad de las inundaciones, las practicas poco sustentables como la contaminación de canales, erosión del suelo, extracción de tierra y áridos, además de la desinformación que existe sobre las zonas de riesgo en la comuna. En síntesis el fin último del manual es crear un cambio cultural en la comuna para prevenir la gravedad de inundaciones, minimizando los factores antrópicos que las agraban.
LUGAR/ ALCANCE	Toda la comuna

BENEFICIARIOS	En la medida que se apliquen los aprendizajes a gran escala, todos los habitantes de Coltauco
COMPONENTES	Manual físico y digital para la divulgación de temas clave ante la prevención de inundaciones y la promoción de prácticas sustentables.
COSTOS ESTIMADOS	10-20 M\$
FUENTES DE FINANCIAMIENTO	Se puede postular a F.N.D.R. Además de considerar financiamiento público privado, en colaboración con fundaciones dedicadas a la Educación Ambiental, como Fundación Chile Verde, sumado a financiamiento municipal.
ETAPAS Y PLAZOS	4 meses a 1 año

<p>INDICADORES DE SEGUIMIENTO</p>	<p>Asegurar que toda la población tenga acceso al manual, generando un formato físico para cada vivienda de la comuna. Reforzar el manual con charlas y actividades en las escuelas. Observar si el primer año (para 2026) hay cambios en las prácticas de la comunidad.</p>
<p>REFERENTES</p>	<div data-bbox="472 635 1137 995" data-label="Image"> </div> <p>Varios municipios han generado un Manual de Buenas Prácticas, como Independencia y Santiago Centro. También el Ministerio de Medio Ambiente lanzó uno a nivel nacional. Estos ejemplos podrían guiar la labor de ejecución del manual, siempre que, se consideren las problemáticas locales como principal motivación de este manual.</p> <p>Imagen: Municipalidad de Santiago: Manual de Buenas Prácticas Ambientales Fuente: educación.mma.gob.cl</p>

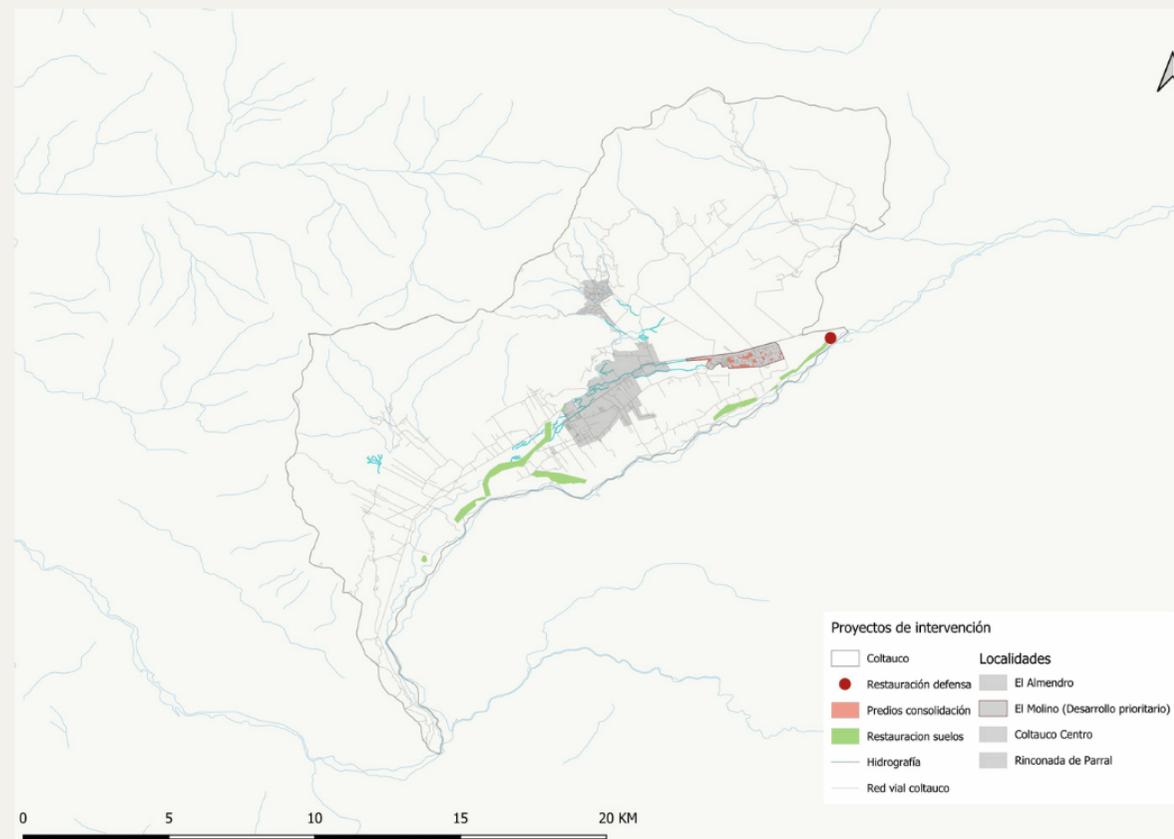
PROYECTOS INTEGRADOS

El plan para la mitigación y prevención de inundaciones, toma forma en la siguiente mapa, en donde, la **habilitación de la defensa fluvial, en conjunto con la restauración de suelos en zonas críticas, van a disminuir de manera significativa la población afecta y potencia de las inundaciones.**

Por otro lado, el **proyecto de la zona de desarrollo prioritario, va a permitir la inversión en infraestructura y servicios**, tras la consolidación de las zonas intermedias del polígono (en su mayoría terrenos agrícolas), **redirigiendo las zonas de expansión urbana expuesta a riesgos, a esta zona segura y equipada para su aumento poblacional.**

Como complemento y estrategias para la continuidad del plan, es importante prevenir y educar en el largo plazo a la población, para que **eviten conductas que puedan aumentar el riesgo de inundación**, y reconozcan los lugares propensos a inundarse, además de la necesidad de **asegurar la correcta mantención de los canales de regadío**. Para ello surgen los dos últimos proyectos: Manual de Buenas Prácticas y Sistema de Control y Monitoreo de Canales.

Mapa integrado de proyectos



Fuente: Generación propia

GOBERNANZA Y GESTIÓN

El esquema organiza la coordinación del plan en tres niveles clave: liderazgo, gestión y proyectos específicos, promoviendo una colaboración interinstitucional eficiente.

Liderazgo del Plan:

La coordinación general está a cargo de la Mesa Directiva del Plan Maestro, integrada por la Unidad de Medio Ambiente, la Unidad de Gestión de Riesgos de Desastres y la Dirección de Desarrollo Comunitario y la Dirección de Obras Municipales. Estas tres unidades han evidenciado su rol tanto durante la emergencia como en medidas de mitigación y prevención a largo plazo. Su rol será liderar el proceso de Plan Maestro, coordinando a los actores pertinentes según cada etapa.

Proyectos Principales:

1. Zona de Desarrollo Prioritario: Comprende la ejecución de defensa fluvial y la inversión en zona de desarrollo prioritario. Por un lado, la ejecución de la defensa fluvial se debe hacer desde una mirada extra comunal, a nivel del curso de agua, y de la mano de expertos en el tema, con el objetivo de no crear una obra que solucione el problema en Coltauco pero perjudique las comunas vecinas. La defensa fluvial ,contará con financiamiento del FNDR, GORE y MINVU. Luego de la ejecución de la defensa fluvial se comenzará a ejecutar la inversión en la zona de desarrollo prioritario. Se debe generar esta acción de la mano con la eventual actualización del Plan Regulador Comunal (PRC) .

2. Restauración de Suelos: Recuperación ambiental con apoyo de la Unidad de Medio Ambiente y CONAF, financiada por incentivos forestales y FNDR.

3. Monitoreo y Control de Canales: Coordinado por SENAPRED y la Asociación de Canalistas, con financiamiento público- privado y de SENAPRED.

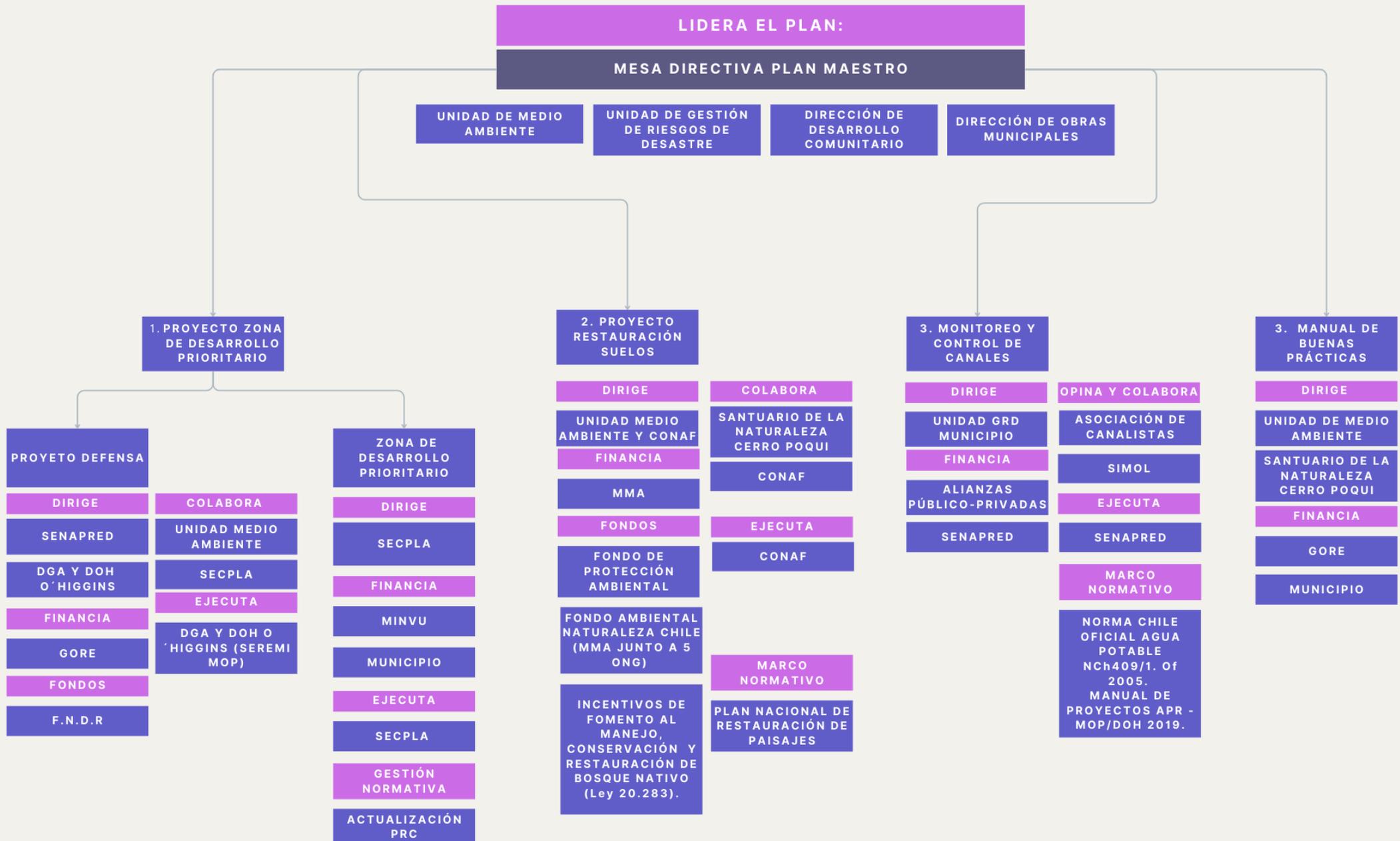
4. Manual de Buenas Prácticas Ambientales: Elaborado por la Unidad de Medio Ambiente y el Santuario Cerro Poqui, financiado por el GORE y el municipio.

Colaboración y Recursos:

Se prioriza la cooperación entre instituciones públicas y privadas, asegurando financiamiento del GORE a través del fondo FNDR principalmente.

También, se reconoce la alineación con los intereses de políticas nacionales de adaptación al cambio climático, se debe aprovechar esta oportunidad para conseguir fondos y directrices del nivel central, como lo es el caso del Plan Nacional para la Restauración de Suelos, Siembra por Chile, y el Programa Pequeñas Localidades.

Con este esquema se busca implementar medidas de mitigación efectivas.



Cronograma

ESTUDIOS

EJECUCIÓN

SEGUIMIENTO

AÑOS

1

2

3

4

5

6

7

RESTAURACIÓN DEFENSA FLUVIAL

ZONA DE DESARROLLO PRIORITARIO

RESTAURACIÓN SUELOS

SISTEMA DE MONITOREO DE CANALES

MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS

ACTUALIZACIÓN PRC

En este escenario, el Plan se desarrollará según la prioridad de los proyectos, y estableciendo una cronología coherente, ya que, para el correcto funcionamiento y éxito del plan, hay que asegurar un orden en tanto a la ejecución, en donde:

-**Se debe ejecutar la defensa fluvial como primera acción**, para asegurar que el sector de El Molino, donde se impulsará un aumento poblacional, esté habilitado para recibir a la nueva población.

-**En segundo lugar, se habilitará, una vez consolidada la defensa**, la zona para el desarrollo prioritario.

-**Por último, tanto la restauración de suelos, el monitoreo de canales y el manual de buenas prácticas, son proyectos que podrá desarrollar el municipio contemporáneamente**, según sus capacidades junto con la habilitación de la defensa. Pero **dentro de esos 3 proyectos se priorizará la restauración de suelos**, como medida de mitigación de impacto inmediato, ya que el manual y el proyecto de monitoreo, los cuales son estrategias de largo plazo.

Capítulo 5

Conclusiones Finales

Para finalizar, se presenta una reflexión a partir de la situación comunal y se recapitula el proceso y plan establecidos.

CONCLUSIONES DEL PROCESO

A modo de reflexión, el concepto de **justicia climática**, el cual vislumbra el hecho de que el cambio climático afecta a las personas y a sus derechos, de forma diferente, desigual y desproporcionada, (Borrás, 2023, pp. 23) y el concepto de **riesgo sistémico**, que reconoce la composición de riesgo dada por factores institucionales, socioeconómicos, culturales y territoriales, (UNISDR, 2015 en Vicuña y Schuster, 2021); se puede observar el caso de **Coltauco como una consolidación del relato de vulnerabilidad climática**; la cual no viene determinada solo por la existencia de amenazas naturales de un determinado territorio, sino por los factores socioeconómicos que afectan a la población, reconociendo que **ningún ser humano, ni grupo poblacional es vulnerable por naturaleza**. (Flores Sandí, en Borrás, 2023, pp.22)

En este marco, se hacen evidentes los **desafíos que presentará el país**, de manera cada vez más notoria, al desarrollarse frente a los desafíos del cambio climático en tanto a asegurar **equidad territorial**. En este sentido, el Plan de Adaptación al Cambio Climático para Ciudades establece el concepto, en relación con el rol del Estado en garantizar el acceso de todos los sectores de la ciudadanía a los servicios básicos,

las infraestructuras, los espacios públicos, las viviendas, y, en definitiva, **al conjunto de bienes públicos que constituyen el bienestar de la sociedad y la calidad de vida de las personas** (MINVU, MMA, 2018, pp.11)

El Plan de Mitigación de Inundaciones, ha considerado este contexto de vulnerabilidad, para abordar la planificación territorial mediante **estrategias inmediatas y abordables para el municipio, sin dejar de lado la importancia de que se realice una actualización del IPT** para consolidar una base de desarrollo sólida y adecuada, no solo para proteger a la población de las amenazas naturales presentes, sino también para entregar servicios que se adapten a las **necesidades humanas** (Gehl, 2017).

A partir de este marco, se han diagnosticado los desafíos territoriales y propios del contexto comunal, en conjunto con la elaboración de propuestas de mitigación de inundaciones en la comuna, en un contexto de creciente vulnerabilidad climática y urbana. A lo largo del análisis, se identificaron las **principales causas que incrementan el riesgo**, tales como la ausencia de una planificación urbana atinente a las dinámicas actuales, el deterioro ambiental ligado a prácticas cotidianas de los habitantes de la comuna, y la intensidad de eventos climáticos extremos exacerbados por el cambio climático.

De estos tres problemas identificados, se formulan los factores críticos de decisión, que contribuyen a la exposición al riesgo: 1) tendencias de expansión urbana en zonas expuestas a riesgos, 2) Deterioro ambiental aumenta la nocividad de los eventos climáticos y 3) Aumento de gravedad y recurrencia de estos eventos, producto del contexto de cambio climático. **Este diagnóstico permitió reconocer la necesidad de medidas inmediatas y a largo plazo que integren sostenibilidad, resiliencia y planificación.**

Las medidas propuestas para abordar la tendencia de expansión urbana en zonas de riesgo, consisten en establecer y habilitar una zona para el desarrollo prioritario, que se financiará mediante programa MINVU e incluye la habilitación de una defensa fluvial ubicada en la zona donde se retoma el Río Cachapoal en el Fundo Santa Luisa, complementándose este proyecto con la restauración de suelos en zonas críticas, la creación de un sistema de monitoreo de canales, y el diseño de un manual de buenas prácticas ambientales.

Estas estrategias buscan **fortalecer la mitigación y resiliencia comunal al largo plazo, generando un entorno restaurado, apto para resistir a inundaciones, disminuyendo la vulnerabilidad comunal generada por desinformación, fortaleciendo las capacidades de los habitantes de la comuna en responder a estos eventos.**

Este marco se convierte en una base para transformar a Coltauco en un modelo de adaptación al cambio climático, donde el bienestar comunitario y la protección de los ecosistemas sean ejes fundamentales para su desarrollo y disminuir su condición de vulnerabilidad ante el cambio climático, bajo el principio de equidad territorial.

BIBLIOGRAFÍA

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2008). Reporte Estadístico Comunal COLTAUCO

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2020). Ley de humedales urbanos (Ley 21.078). <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1141461>

Borràs-Pentinat, S. (2023). Construyendo la justicia climática ante la aparente aporía climática de la desigualdad. University of Salento. <https://doi.org/10.1285/i22808949A12N2P21>

Carrasco et.al. (2023) Diagnostico de limitaciones originadas en suelos agrícolas anegados. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/a66bcb4d-a7b9-40f3-b843-852e70801d12/content>

CIREN. (2005). Informe SINEF: Diagnóstico de suelos agrícolas y limitaciones de Coltauco. <https://simef.minagri.gob.cl/bibliotecadigital/server/api/core/bitstreams/43397873-337e-4f2d-b8a0-dd384a208af6/content>

CIREN. (2016). Recursos naturales de Coltauco: proyecciones al 2030. https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2020/03/Coltauco_rec_nat_proy.pdf

CIREN. (2021). Informe demográfico y económico de Coltauco. https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2021/06/Coltauco_demografica.pdf

CIREN. (s. f.). Plantaciones de álamo en Coltauco. https://observatorio.ciren.cl/profile/uso_de_suelos/plantacion-alamo?geoboton=Comuna

División de Planificación y Ordenamiento Territorial GORE O'Higgins. (2011). Estrategia Regional de Desarrollo. ISBN: 978-956-9079-00-9

El País. (2023). Las inundaciones en la comuna de Coltauco, en imágenes. <https://elpais.com/chile/2023-06-26/las-inundaciones-en-la-comuna-de-coltauco-en-imagenes.html>

El País. (2024). El modelo de ciudad compacta y su impacto ambiental. <https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2024-07-04/el-modelo-de-ciudad-compacta-ideal-para-el-medio-ambiente-muestra-mayores-tasas-de-mortalidad.html>

Gobierno Regional de O'Higgins (GORE). (2023). Ordenamiento territorial y estrategias de desarrollo regional. https://erd.uoh.cl/wp-content/uploads/sites/12/2023/09/Documentos-Ordenamiento-territorial-y-ERD_Division-Planificacion-y-Desarrollo-Regional_GORE.pdf

Ibarra, C.& Arenas, F. (2024). Diagnóstico Territorial Coltauco. Comunas Sostenibles y reducción del Riesgo de Desastres/Segunda versión. Desafío Levantemos Chile, Puentes UC y Centro de Políticas Públicas UC.

Ilustre Municipalidad de Coltauco (2018). Plan Municipal de Cultura. <https://www.cultura.gob.cl/redcultura/wp-content/uploads/sites/69/2023/06/pmc-coltauco-2018-2022.pdf>

Ilustre Municipalidad de Coltauco (2023). PLAN COMUNAL PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES 2023-2030

Ilustre Municipalidad de Coltauco (2024). PLAN COMUNAL DE EMERGENCIA COLTAUCO.

Ilustre Municipalidad de Coltauco, (2010). Actualización Plan Regulador Comunal de Coltauco (Memoria)

Ilustre Municipalidad de Coltauco, (2020). Plan de Desarrollo Comunal 2020-2024

Ilustre Municipalidad de Coltauco. (1995) Plan Regulador Comunal Coltauco

Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC). (2010). <https://ieu9.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/06/ley-general-de-urbanismo-y-construcciones-chile.pdf>

Mendes, et.al. (2020). Cambio Climático adverso provocado por la urbanización sin planificación ni evaluación ambiental en Santiago de Chile. <https://www.scielo.cl/pdf/rgeong/n77/0718-3402-rgeong-77-191.pdf>

Ministerio de Agricultura Ministerio del Medio Ambiente Corporación Nacional Forestal. (2021) Plan Nacional de Restauración de Paisajes 2021-2030. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2021/11/Plan-Nacional-de-Restauracion-de-Paisajes-2021-2030.pdf>

Ministerio de Desarrollo Social y Familia. (2015). Perfil socioeconómico de la región de O'Higgins. <https://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/storage/docs/fichas-regionales/2015/Ohiggins.pdf>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2022) Anexo 1 MARCO NORMATIVO Y CONCEPTUAL "GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE RIESGO DE LOS PLANES REGULADORES DEL NIVEL COMUNAL E INTERCOMUNAL" https://participacionciudadana.minvu.gob.cl/sites/default/files/anexo_1_07.08.24.pdf

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2022) Guía Metodológica Definitiva "GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE ESTUDIOS DE RIESGO DE LOS PLANES REGULADORES DEL NIVEL COMUNAL E INTERCOMUNAL", s.f. https://participacionciudadana.minvu.gob.cl/sites/default/files/anexo_1_07.08.24.pdf

Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2018). Plan de Acción Nacional de Cambio Climático para Ciudades (PACCC). https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/06/Plan-CC-para-Ciudades_aprobado-CMS-ene2018-1.pdf

Paasi, A. (2004) Place and region: looking through the prism of scale. Department of Geography, Box 3000, 90014 University of Oulu, Finland

Romero, J. E., Serey, A., Becerril, L., Valenzuela, R., Villaseñor, T., Varas, J., Lobos, N., Piña, J., & Navarro, C. (2023). Inundaciones catastróficas en el tramo medio-superior del río Cachapoal en junio 2023, Chile central. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15503.76964>

Senapred O'Higgins. (2018). Plan regional de emergencias de O'Higgins. https://bibliogrd.senapred.gob.cl/web/bitstream/handle/2012/1871/P-PRRD-PO-ARD-04_VI_31.12.2018.pdf?sequence=5

Stuardo, I. (2016) Riesgo por Inundación del río Cachapoal Caso de estudio: Comuna de Pichidegua, Provincia de Cachapoal, VI Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Universidad Academia de Humanismo Cristiano. <https://bibliotecadigital.academia.cl/items/6e9fbf0a-36e4-4439-8234-4ef9986973e8>

Vicuña, M. (2021) Planificación urbana y gestión del riesgo de desastres: Desafíos para instrumentos y mecanismos de planificación urbana y territorial. CIGIDEN. ISBN: 978-956-14-2786-0