

DIAGNÓSTICO COMUNAL DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL E IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO COMUNA DE RANCAGUA

Ilustre Municipalidad de Rancagua

Secretaría de Planificación Comunal

2024



Rancagua
Municipalidad



Tabla de contenido

Contenido

7. Diagnóstico comunal de vulnerabilidad ambiental e impactos del cambio climático	3
7.1 Caracterización física, social y ambiental de la comuna	3
7.1.1 Dimensión física	3
7.1.2 Dimensión demográfica:	19
7.1.3 Dimensión sociocultural	39
7.1.4 Dimensión económica	41
7.1.5 Dimensión ambiental	42
7.2 Caracterización climática de la comuna.....	66
7.2.1 Antecedentes climáticos.....	66
7.2.2 Principales impactos asociados al clima actual y proyectado.....	80
7.2.3 Grupos afectados de la población	93
7.2.4 Servicios, sectores y bienes afectados	94
7.3 Perfil de Amenaza del cambio climático para la comuna de Rancagua.....	95
7.3.1 Observaciones o comentarios	98
7.4 Mapa comunal de amenazas climáticas	99
7.5 Diagnóstico participativo	100
7.6 Evaluación de impactos y vulnerabilidad de la comuna frente al cambio climático	104
7.7 Evaluación de niveles de riesgos climáticos en la comuna	108
7.8 Evaluación de la capacidad adaptativa de la comuna frente al cambio climático	109
7.8.1 Capacidad adaptativa de la comunidad frente al cambio climático	109
7.8.2 Capacidad adaptativa del municipio frente al cambio climático	110
8. Cuantificación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)	112
Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero.....	112
Estado de la Calidad del Aire en la comuna de Rancagua	115
Análisis prospectivo de las emisiones de gases de efecto invernadero	125
Anexo 1	128
Anexo 2	154

7. DIAGNÓSTICO COMUNAL DE VULNERABILIDAD AMBIENTAL E IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

7.1 CARACTERIZACIÓN FÍSICA, SOCIAL Y AMBIENTAL DE LA COMUNA

7.1.1 Dimensión física

La comuna de Rancagua corresponde a la capital de la provincia de Cachapoal y de la región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Debido a la gran expansión de la ciudad durante los últimos años, ha llegado a formar junto a Machalí y Gultro la llamada Conurbación Rancagua.

Posee una superficie total de 260 km² y se encuentra a 84 km al sur de Santiago, limita al norte con la comuna de Graneros, al sur con Doñihue y Olivar, al este con Machalí y al oeste con la región Metropolitana.

Figura 1 Límites comunales de Rancagua



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del BCN.

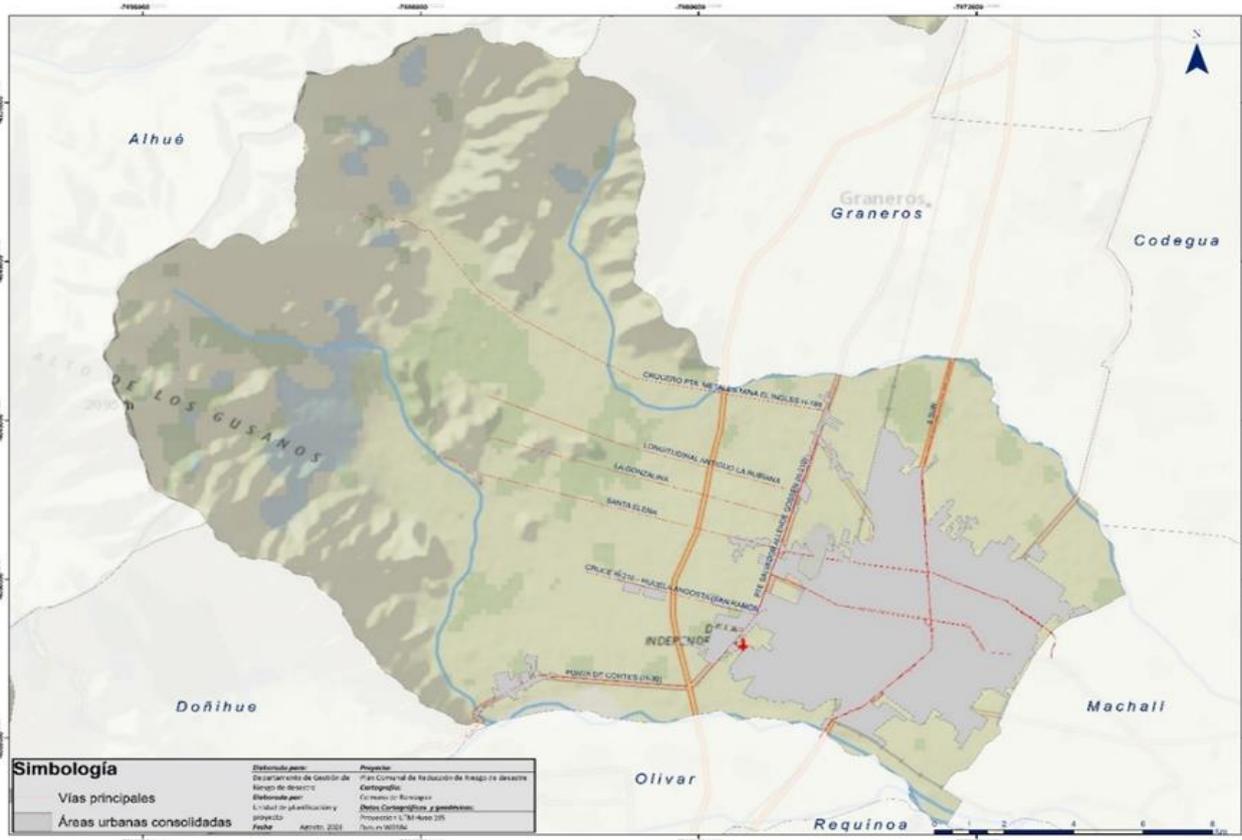
7.1.1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La comuna se emplaza en la cuenca del mismo nombre, que se extiende desde la Angostura de Paine, hasta la Angostura de Pelequén, y que forma parte de la Depresión Intermedia. La característica principal de esta cuenca es que se encuentra encajonada entre la Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Costa.

La Cordillera de Los Andes alcanza en esta cuenca su mayor altitud, entre el Aconcagua y el Pico del Barroso, donde las cumbres sobrepasan los 5.500 msnm.

Dicha cuenca tiene un origen tectónico y está compuesta de sedimentos fluvio-glaciario-volcánicos. Tiene 60 km en su eje norte-sur y 30 km en sentido este-oeste. Tiene una altitud media de 400 msnm.

Figura 2 Mapa Administrativo Comuna de Rancagua



Fuente: Elaboración propia

Los Límites naturales de la comuna son los siguientes:

Al norte: La línea de cumbres que limita por el sur la hoya del estero Alhué o Membrillo, desde el Alto de Romeral hasta el cerro los Arrayanes, pasando por el cerro Punta El Durazno; el cordón de La Culebra, desde el cerro Los Arrayanes hasta puntilla Tuniche, pasando por las cotas 658, 783 y 754; el lindero poniente del predio Tuniche – San Joaquín (Rol 1418 – 167), desde la puntilla Tuniche hasta el estero La Cadena; y el estero La Cadena, desde el lindero poniente del predio Tuniche – San Joaquín (rol 1418 – 167) hasta la confluencia de los esteros La Leonera y Machalí, que lo forman.

Al Este: el estero Machalí, desde confluencia con el estero La Leonera hasta el canal Viejo o de La Compañía, desde el estero Machalí hasta el río Cachapoal.

Al Sur: el río Cachapoal, desde el canal Viejo o de La Compañía hasta la puntilla oriente de la loma La Bandera.

Al Oeste: la loma La Bandera y el cordón de los cerros de Lo Miranda, desde la puntilla oriente de la loma La Bandera, sobre el río Cachapoal, hasta el Alto Llivillivi, pasando por el cerro punta de Cortés; la línea de cumbres que limita por el oriente la hoya del estero Carén, desde el Alto Llivillivi hasta el cerro Altos Llivillivi, pasando el cerro Altos de Punta de Cortés; y la línea de cumbres que limita por el oriente la hoya del estero Alhué desde el cerro Alto Llivillivi hasta el Alto del Romeral, pasando por el cerro Alto El Inglés y Punta de Las Vizcachas.¹

La población se concentra principalmente en el área urbana con 97 % (234.774 habitantes), mientras que solo el 3% corresponde a la zona rural².

¹ Rancagua en cifras 2023. Secplac I. Municipalidad de Rancagua.

² INE, Censo de Población y Vivienda 2017.

7.1.1.2 DIVISIÓN POLÍTICO ADMINISTRATIVO COMUNAL /CENTROS DE DESARROLLO COMUNITARIO (CDC)

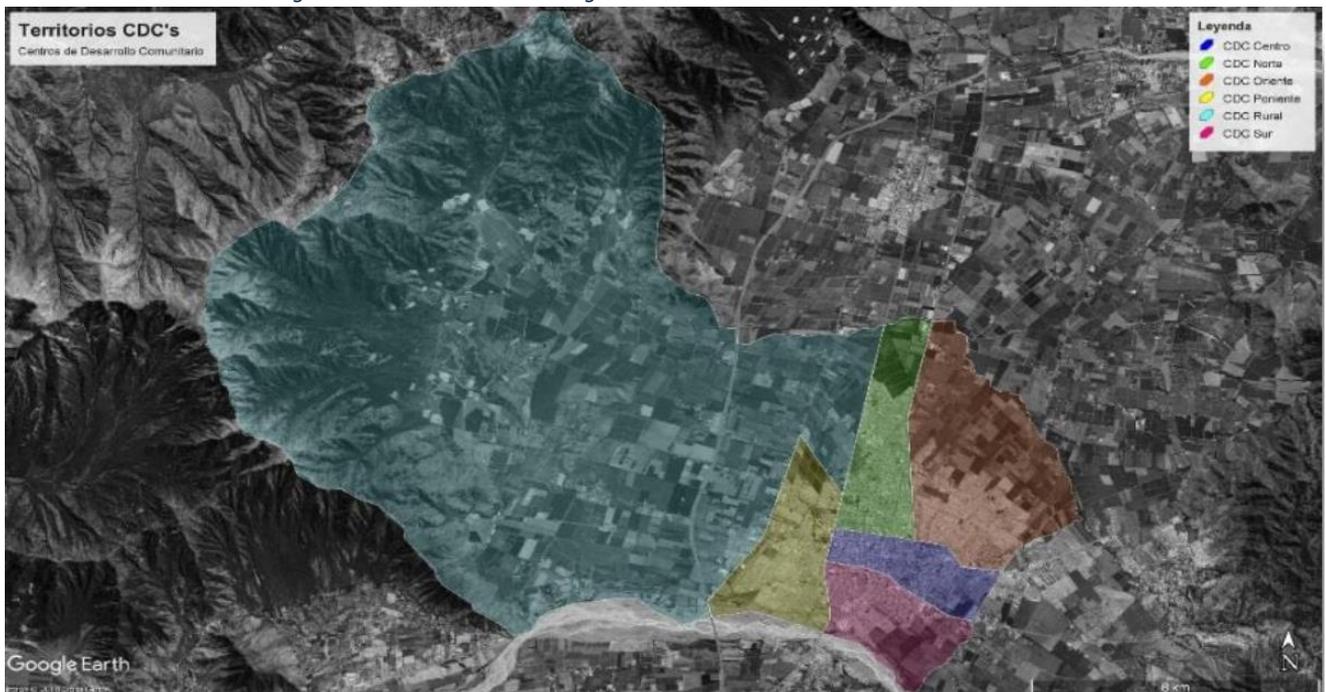
La municipalidad de Rancagua en el año 1998 en la administración de Esteban Valenzuela como alcalde, genera la creación de los Centros de Desarrollo Comunitario (CDC), siendo una división política administrativa interna, teniendo como objetivo descentralizar la labor social comunitaria en el territorio (Rancagua.cl, 2024) dividiendo el espacio territorial en 6 zonas, las cuales son:

Tabla 1 Límites de los Centros comunitarios de la comuna de Rancagua.

SECTOR	LÍMITE NORTE	LÍMITE SUR	LÍMITE ESTE	LÍMITE OESTE
NORTE	Comuna de Graneros	Límite Vereda Norte Alameda Bernardo O'Higgins	Ruta travesía, ex Ruta 5 Sur, Av. Diego de Almagro	Av. Viña del Mar, Línea Férrea
SUR	Millán / Carretera El Cobre Eduardo Freí Montalba	Rivera Norte del Río Cachapoal	Camino Rabanal, Calle Av. Torres del Paine	Línea Férrea, Av. Viña del Mar
CENTRO	Vereda Sur Alameda Libertador Bernardo O'Higgins	Av. Millán / Carretera El Cobre Eduardo Freí Montalba	Límite Comunal Machalí	Av. Viña del Mar, Línea Férrea
ORIENTE	Límite Comunal Graneros	Av. Libertador Bernardo O'Higgins y Camino a Machalí	Límite Comunal Machalí	Ruta Travesía, Ruta 5 Sur
PONIENTE	Límite Comunal Graneros	Río Cachapoal	Av. Viña del Mar, Línea Férrea	Límite Comunal Estero La Cadena
RURAL	Límite Comunal Estero La Cadena (Comuna Graneros)	Sector Flor del Valle San Ramón / Punta de Cortés	Av. Salvador Allende, Línea Férrea	Límite Comunal Graneros

Fuente: PLADECO 2023-2026

Figura 3 Foto satelital de Rancagua con división de los 6 sectores de la comuna



Fuente: PLADECO 2019 – 2022

7.1.1.2 CENTROS POBLADOS

Según estudio “Ciudades, Pueblos Aldeas y caseríos realizado en el 2019 por el instituto Nacional de Estadísticas, consciente de la importancia de la planificación territorial, el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) aporta geolocalizados de las ciudades, pueblos, aldeas, caseríos, seleccionando las variables esenciales que caracterizan su población y vivienda, tomando como base la información del Censo de Población y de Vivienda, realizado el 19 de abril de 2017.

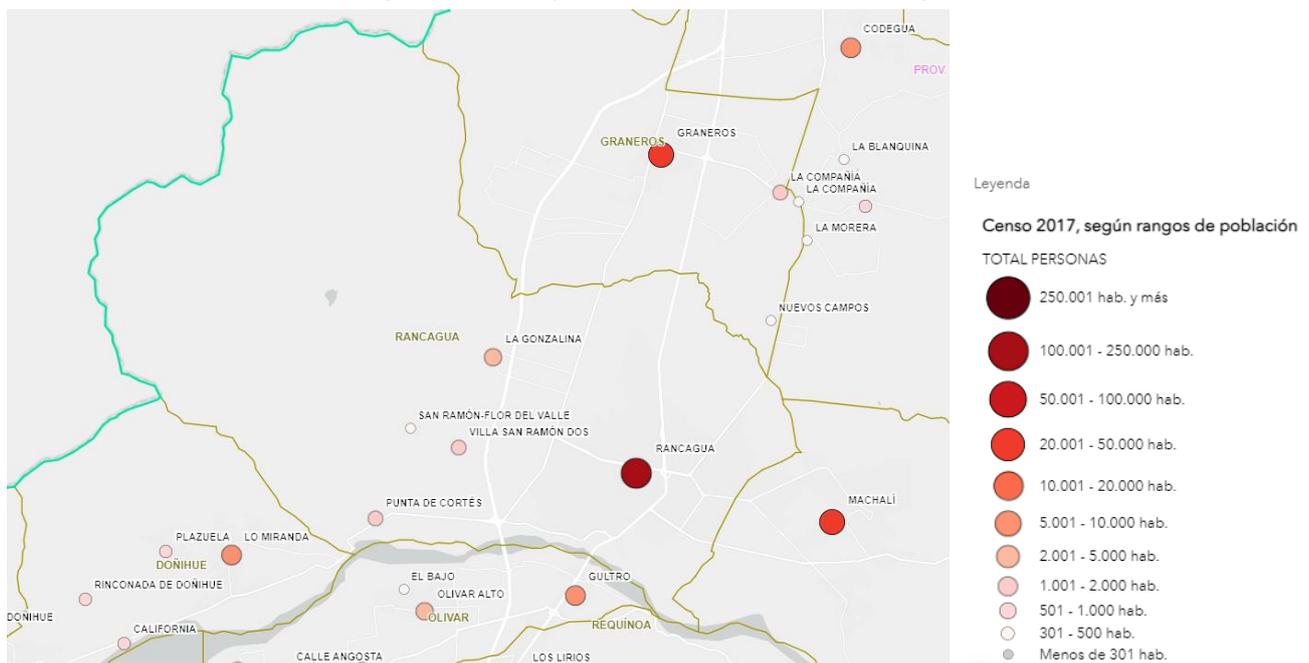
En Rancagua se reconocen distintos tipos de entidades de población:

Rancagua como **Ciudad (Cd)**, entidad urbana que cuenta con más de 5.000 habitantes, con la excepción de las entidades urbanas que tienen menos de 5.000 habitantes pero que cumplen con la característica político-administrativa de capital regional o provincial.

Punta de Cortes y Villa San Ramón Dos como **Pueblo (Pb)**, entidad urbana que cuenta con una población que fluctúa entre 2.001 y 5.000 habitantes o entre 1.001 y 2.000 habitantes, donde menos del 50% de la población que declara haber trabajado, se dedica a actividades primarias.

La Gonzalina y San Ramón-Flor del Valle como **Aldea (Al)**, entidad rural, cuya población fluctúa entre 301 y 2.000 habitantes, o entre 1.001 o 2.000 habitantes, con más del 50% de su población dedicada a actividades primarias. Presenta generalmente amanzanamiento y/o continuidad de viviendas en torno a una vía de comunicación estructurante.

Figura 4 Entidades poblacionales de la comuna de Rancagua



Fuente: Ine-chile.maps.arcgis.com con datos Censos 1992-2017

7.1.1.3 INFRAESTRUCTURA

Según informe de Plan Seccional Zona de Remodelación Damero Fundacional Rancagua, indica que Rancagua es un polo de atracción dentro del sistema comunal e intercomunal, y específicamente su conurbación con Machalí la convierte en el sistema urbano de mayor influencia para los centros poblados de la región de O’Higgins. Según datos del INE (2017) es habitado por casi un tercio de la población regional.

Las vías estructurantes de la comuna son La Ruta Travesía ex 5 sur, la ruta 5 sur, H-210, H-10 y H-30, todas vías que conectan a Rancagua con comunas vecinas.

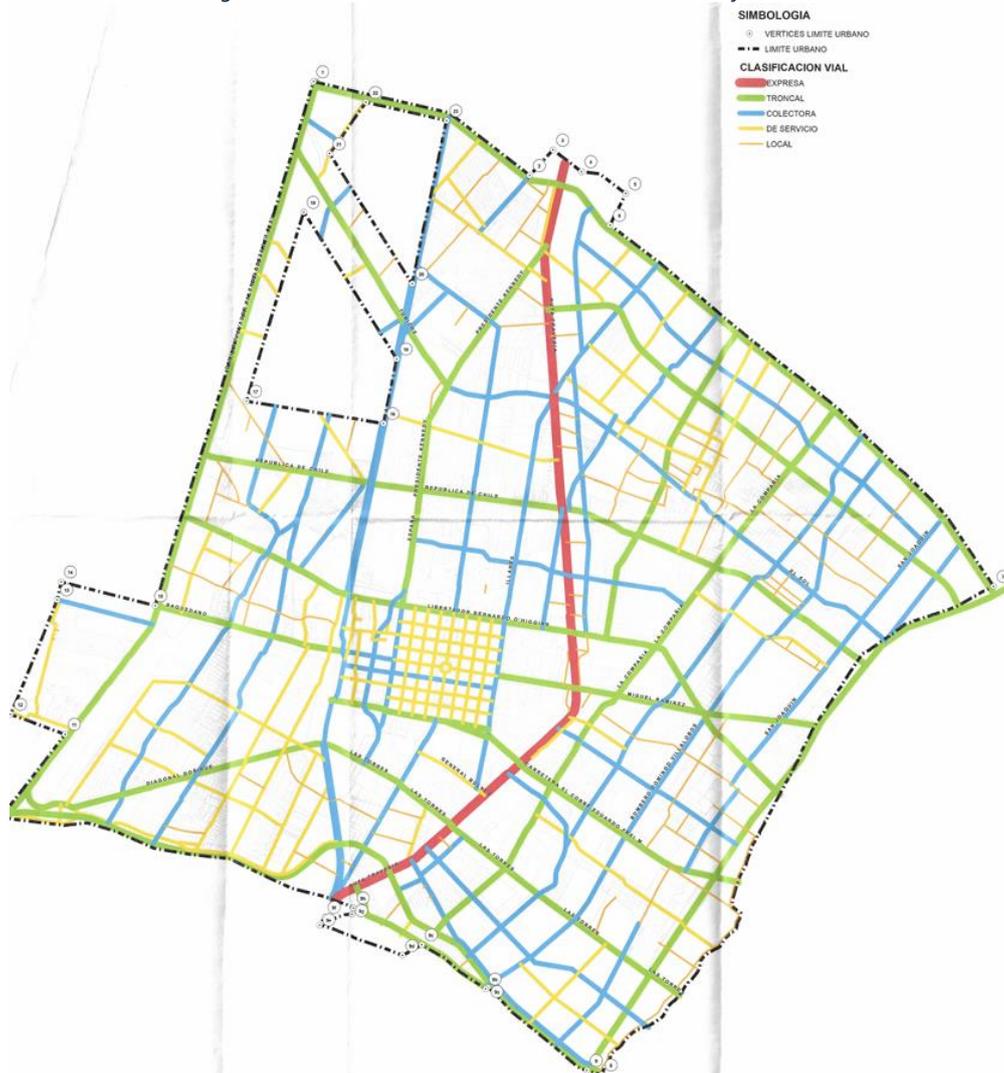
Figura 5 Red e Infraestructura Vial conexión intercomunas y ruralidad



Fuente: Abstracción de Cartas Caminero MOP

Rancagua cuenta con una estructura vial consolidada que considera de norte a sur vías como Avenida Salvador Allende Gossens, Av. Viña del Mar, Avenida Recreo – Kennedy, ruta Travesía, la Compañía, Bombero Villalobos y de oriente a poniente, Av. Parque Intercomunal, Camino Tuniche – Circunvalación Norte, Av. República de Chile, Av. Libertador Bernardo O’Higgins, Av. Membrillar, Miguel Ramírez, Millán – Carretera del Cobre, Av. Río Loco o H-30.

Figura 6 Vialidad estructurante de la comuna con clasificación vial



Fuente: Modificación al Plan Regulador Comunal de Rancagua Plan Seccional N°21

Como indica el informe de Imagen Objetiva de Modificación N°21, debido al crecimiento interno de la comuna es necesario el mejoramiento de la conectividad vial en los sentidos norte-sur y oriente-poniente, en los cuales distintos organismos públicos están invirtiendo para mejorar la calidad de vida.

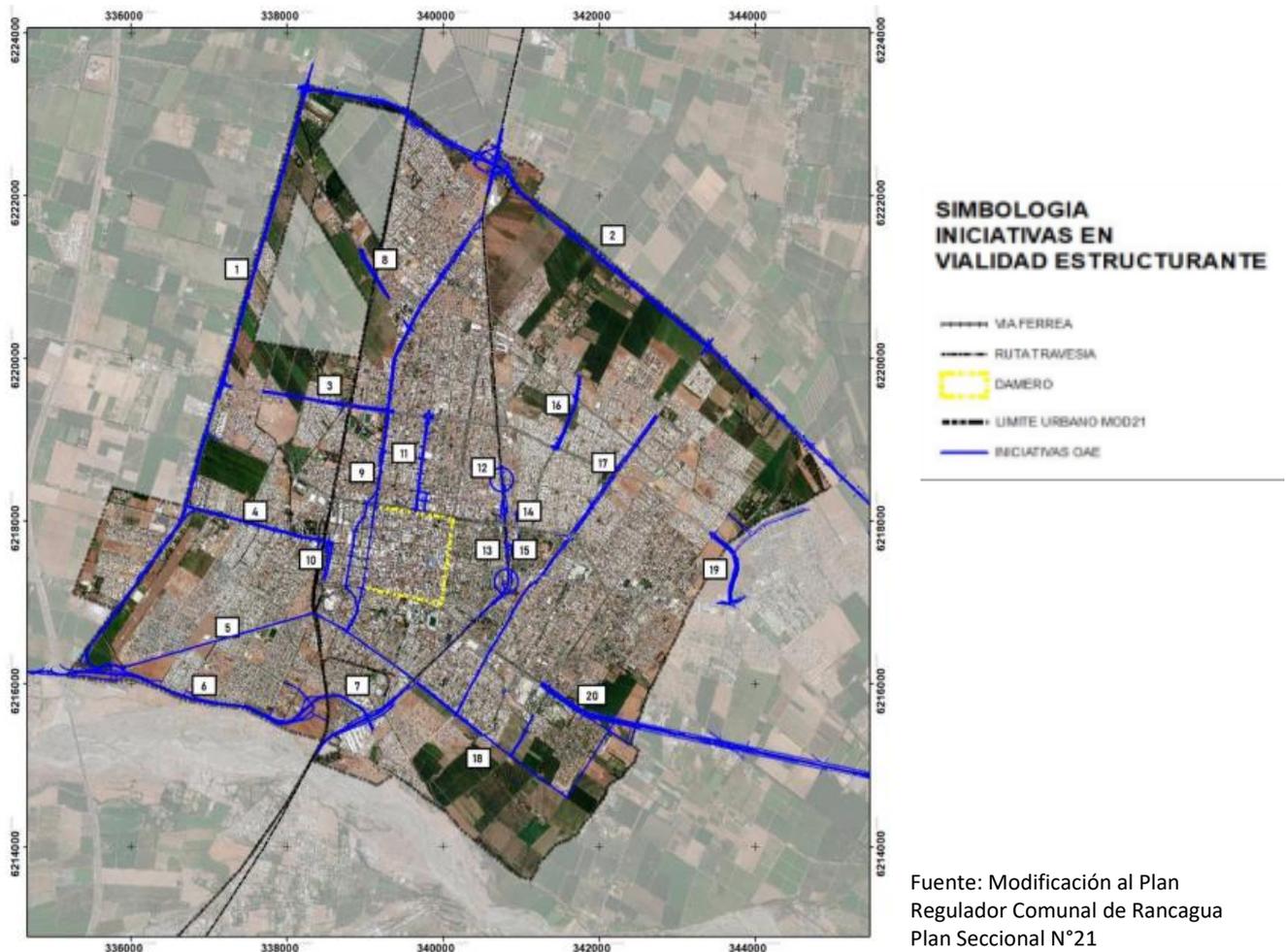
Tabla 2 Proyectos de incidencia en el Plan Regulador Intercomunal y Comunal desarrollado por otros Organismos Públicos y Municipalidad.

N°	NOMBRE DEL PROYECTO	ORGANISMO DEL ESTADO A CARGO
1	Ampliación Ruta H-10 y Ruta H-210, Sector Urbano, Comuna de Rancagua, Región del Libertador General, Bernardo O'Higgins.	Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas.
2	Conexión vial Machalí - Ruta 5 - H-10 (Av. El Parque Circunvalación O'Higgins).	Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas.
3	Prolongación Av. República de Chile al Poniente (ajuste de Santa Elena).	Empresa de Ferrocarriles del Estado.
4	Ampliación Avenida Baquedano.	Servicio de Vivienda y Urbanización, Región de O'Higgins.
5	Ampliación y Conexión Av. Diagonal Doñihue – Av. Las Torres, Rancagua. (Av. Diagonal Doñihue, Av. Las Torres, Av. Provincial, Av. Estación, Av. Viña del Mar, Río Loco y República de Siria).	Secretaría de Planificación de Transporte, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
6	Ampliación Ruta H-30, Sector Ruta 5 Sur- Cruce H 270	Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas.
7	Interconexión Av. Río Loco, Comuna de Rancagua.	Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas.

8	Paso Vehicular Desnivelado Las Coloradas, Camino Tuniche, Rancagua	Empresa de Ferrocarriles del Estado.
9	Mejoramiento eje Kennedy, España, San Martín.	Servicio de Vivienda y Urbanización, Región de O'Higgins.
10	Avenida Vicente Calvo, conforme al proyecto "Nuevo Parque la Marina".	Ilustre Municipalidad de Rancagua.
11	Mejoramiento Avenida Recreo, prefactibilidad	Secretaria de Planificación de Transporte, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
12	Conexión Av. Grecia – Juan Martínez de Rozas	Secretaria de Planificación de Transporte, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
13	Conexión Gamero – Enrique Molina	Secretaria de Planificación de Transporte, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
14	Nudo vial Alameda, Ruta 5, sector terminal de buses, Rancagua, provincia de Cachapoal, región de O'Higgins	Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas.
15	Nudo vial en Ruta 5 sector Miguel Ramírez, provincia de Cachapoal, región de O'Higgins	Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas.
16	Apertura calle la Victoria, comuna de Rancagua	Servicio de Vivienda y Urbanización, Región de O'Higgins.
17	Ampliación Av. La Compañía (Avenida la Compañía, Eusebio Lillo)	Secretaria de Planificación de Transporte, Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones.
18	Conexiones Viales Sector Oriente de la ciudad de Rancagua (Av. Las Torres, Av. Bombero Villalobos, Av. El Parque José Miguel Carrera, Camino Sauzal, Av. El Sol y El Parque).	Servicio de Vivienda y Urbanización, Región de O'Higgins.
19	Mejoramiento de Interconexión Vial Eje M. de Balaguer- República.	Servicio de Vivienda y Urbanización, Región de O'Higgins.
20	Ampliación de Ruta H-27 El Cobre Rancagua-Machalí.	Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas

Fuente: Memoria Explicativa: Plan Seccional Modificación N°21 al P.R.C., Rancagua

Figura 7 Proyectos viales de la administración pública en el territorio



Fuente: Modificación al Plan Regulador Comunal de Rancagua Plan Seccional N°21

7.1.1.3.1 INFRAESTRUCTURA CRITICA

Como indica la ley 21.542, la infraestructura crítica comprende el conjunto de instalaciones, sistemas físicos o servicios esenciales y de utilidad pública, así como aquellos cuya afectación cause un grave daño a la salud o al abastecimiento de la población, a la actividad económica esencial, al medioambiente o a la seguridad del país. Se entiende por este concepto la infraestructura indispensable para la generación, transmisión, transporte, producción, almacenamiento y distribución de los servicios e insumos básicos para la población, tales como energía, gas, agua o telecomunicaciones; la relativa a la conexión vial, aérea, terrestre, marítima, portuaria o ferroviaria, y la correspondiente a servicios de utilidad pública, como los sistemas de asistencia sanitaria o de salud.

Respecto a la infraestructura crítica comunal, está constituida por las unidades de Bomberos, Carabineros, Policía de Investigación (PDI), centros de salud en sus distintos niveles, ejército, establecimientos educacionales y centros de transportes. Asimismo, las líneas vitales de la infraestructura crítica están conformadas por la central de generación eléctrica solar, las líneas de transmisión eléctrica, tanto por subestaciones como por líneas de transmisión, líneas de combustible (Oleoducto), estación de carga por electrolíneas y estaciones de servicios de hidrocarburos como se detalla a continuación:

- **EL CUERPO DE BOMBEROS DE RANCAGUA** está compuesto por 8 compañías con más de 600 voluntarias y voluntarios activos:
 - Primera compañía: Especialidad de Agua y Hazmat, ubicada en O’Carrol 485
 - Segunda compañía: Especialidad de Agua y Abastecimiento, ubicada en Viña del mar 395
 - Tercera Compañía: Especialidad de Agua y Rescate, ubicada en Libertador Bernardo O’Higgins 1031
 - Cuarta compañía: Especialidad de Escalas y Rescate, ubicada en Freire 755
 - Quinta compañía: Especialidad de Agua y Rescate, ubicada en Bombero Domingo Villalobos 550
 - Sexta Compañía: Especialidad de Agua y Abastecimiento, ubicada en República de Chile 550
 - Séptima Compañía: Especialidad de Agua, ubicada en Constanza 1393
 - Octava compañía: Especialidad Agua y Escalas, ubicada en Monte águila 2985

- **CARABINEROS DE CHILE**, en la comuna de Rancagua, tiene 4 dependencias:
 - Prefectura Cachapoal: ubicada en coronel Santiago Bueras 515
 - Primera Comisaría de Rancagua: ubicada en San Martín 174
 - Tercera Comisaría de Rancagua Oriente: ubicada en Bombero Domingo Villalobos 549
 - Subcomisaría Diego Portales: ubicada en Constanza 720

- La **POLICÍA DE INVESTIGACIÓN (PDI)** tiene una dependencia en Rancagua ubicada en Senador Florencio Durán 580, compuesto por las brigadas de homicidios, delitos económicos y delitos sexuales.

- Los **CENTROS DE TRANSPORTE** contemplan 4 terminales:
 - Terminal TurBus ubicado en O’Carrol 1175
 - Terminal O’Higgins ubicado en Libertador Bernardo O’Higgins 0484
 - Estación Intercomunal “Rodoviario” ubicado en Doctor José Antonio Salinas 1165
 - Estación de Trenes ubicada en Avenida estación S/N

- El **EJÉRCITO DE CHILE** se emplaza en la comuna a través de las dependencias de la Brigada de Aviación ubicada en Baquedano 768.

- Los **CENTROS DE SALUD** de la comuna de Rancagua se distribuyen de la siguiente manera:

Tabla 3 Distribución de Centros de Salud de la comuna.

INSTITUCIÓN	CANTIDAD	URGENCIA	DEPENDENCIA	NIVEL
Clínicas	3	SI	Privado/	Alta
Hospitales	2	SI	Gendarmería/Servicio de Salud	Alta
CECOSF	3	NO	Corporación Municipal de Rancagua	Baja
Centros de rehabilitación	2	NO	Corporación Municipal de Rancagua	Baja

CESFAM	7	NO	Corporación Municipal de Rancagua	Baja
SAPU	3	SI	Corporación Municipal de Rancagua	Baja
SAR	2	SI	Corporación Municipal de Rancagua	Baja
Unidad técnica transversal	1	NO	Corporación Municipal de Rancagua	Baja
Centros de Diálisis	6	NO	Privado/ Servicio de Salud	Mediana
COSAM	2	NO	Corporación Municipal de Rancagua	Mediana
Droguería	1	NO	Corporación Municipal de Rancagua	No aplica
Farmacia comunal	1	NO	Corporación Municipal de Rancagua	No aplica
Laboratorio comunal	1	NO	Corporación Municipal de Rancagua	No aplica
Servicio médico legal	1	NO	Ministerio de justicia	No aplica

Fuente: Dirección de Seguridad Pública y Gestión del Riesgo – Ilustre Municipalidad de Rancagua

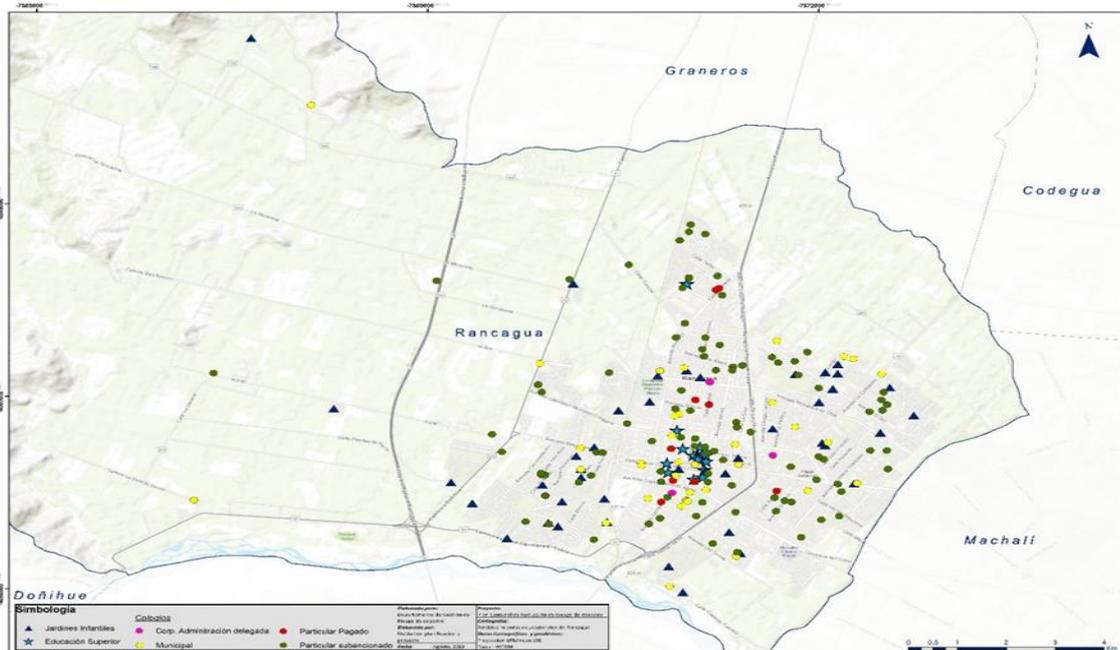
Figura 8 Mapa de Infraestructura Crítica: Bomberos, Carabineros y Red de Salud



Fuente:
Elaboración propia

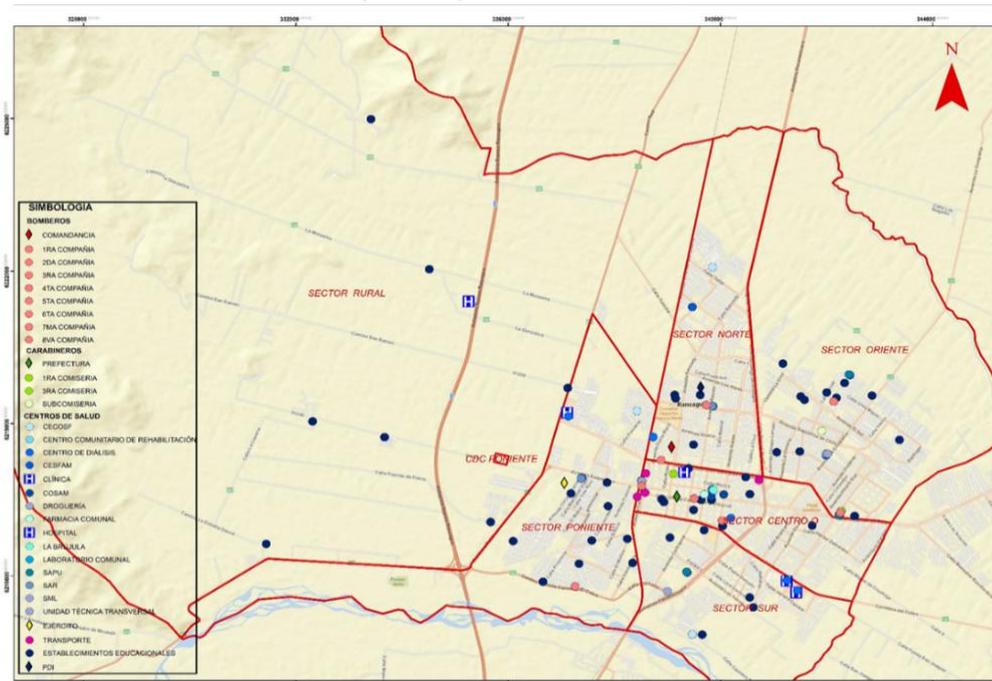
Los **Establecimientos Educativos** de la comuna son 73, contemplando jardines (JUNJI, INTEGRA y Corporación Municipal división educación), colegios y liceos pertenecientes a la Corporación Municipal División Educación, los cuales se detallan a continuación:

Figura 9 Mapa de Infraestructura crítica de Establecimientos Educativos



Fuente:
Elaboración propia

Figura 10 Infraestructura Crítica



Fuente: Elaboración propia

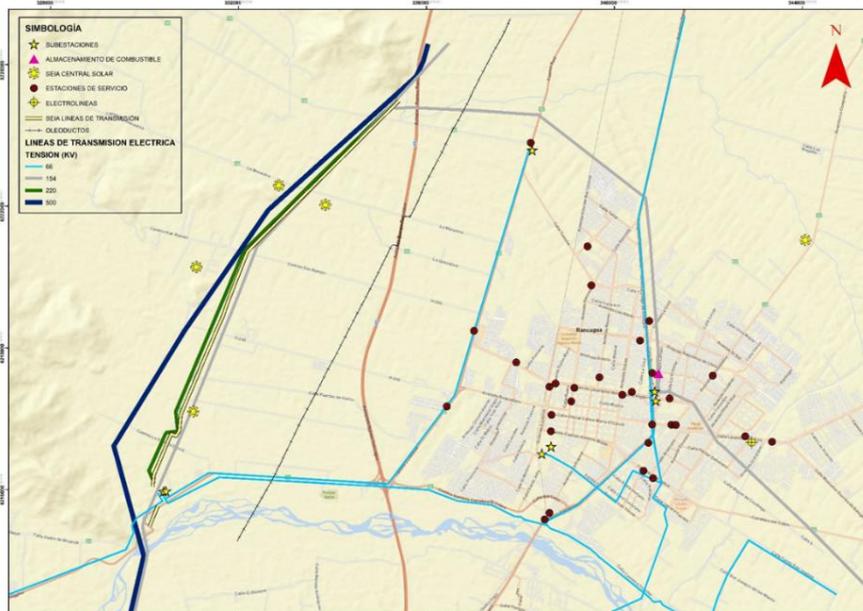
Línea Vital: Rancagua posee las siguientes instalaciones que mantienen operativa la infraestructura crítica comunal:

Tabla 4 Línea vital de la infraestructura crítica comunal

TIPO	CANTIDAD
Centrales de generación eléctrica solar	5
Subestaciones de energía eléctrica	7
Almacenamiento de combustible	1
SEIA Central Solar	5
Estaciones de servicio	31
Electrolíneas	1
SEIA Líneas de transmisión	2
Oleoductos	1
Líneas de transmisión eléctricas	4

Fuente: Dirección de Seguridad Pública y Gestión del Riesgo – Ilustre Municipalidad de Rancagua con datos del Ministerio de Energía.

Figura 11 Mapa de Línea Vital de la Infraestructura Crítica



Fuente:
Elaboración propia

7.1.1.4 TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

Según como indica el Instituto Nacional de Estadística, en el indicador de calidad recuperable de vivienda, el déficit habitacional cuantitativo, entendiendo como el porcentaje de viviendas particulares que requieren mejoras de materialidad y/o servicios básicos, es decir aquellas viviendas consideradas de calidad recuperable cuya tipología de materiales de construcción y/o condiciones de saneamiento no son adecuadas, pero factibles mejorar, se reconoce la comuna de Rancagua como una ciudad que cumple con el estándar de hasta un 10% de déficit habitacional cualitativo con un 9,68%. Lo que indica que si bien está cumpliendo también se encuentra en el límite.

Figura 12 Requerimiento de mejoras de materialidad y/o servicios básicos menor al 10%

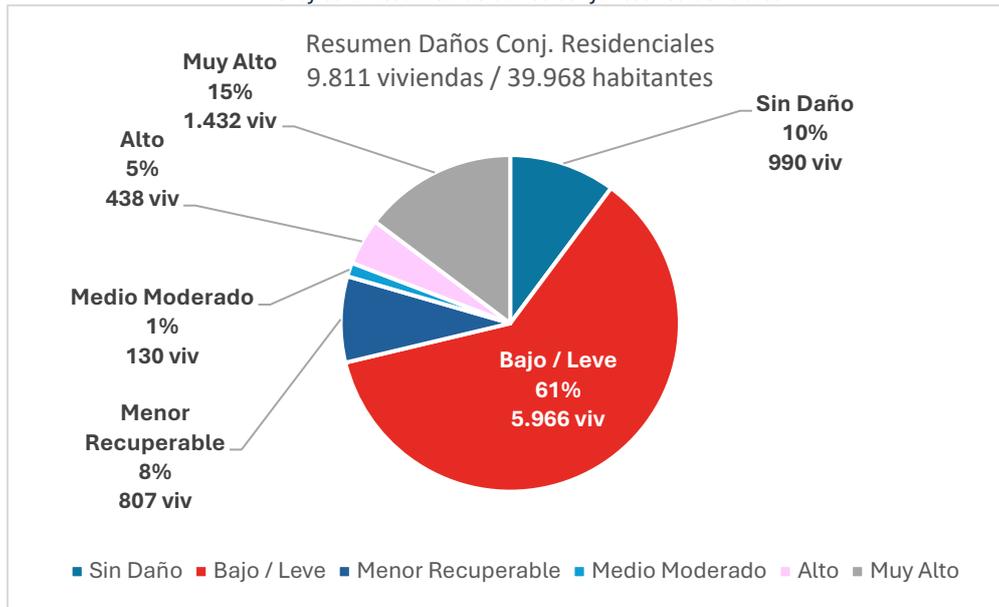


Fuente: Vivienda de calidad recuperable según Censo, INE 2017

7.1.1.4.1 ESTADO POST TERREMOTO 2010.

La vulnerabilidad sísmica de Chile y de Rancagua quedó evidenciada tras el terremoto de 2010, que dejó secuelas en un gran porcentaje de las edificaciones. El informe de la dirección de obras reveló que el 21% de las viviendas presentaron daños considerables, lo que resalta la urgencia de fortalecer las normas de construcción y promover la inspección regular de las estructuras existentes para prevenir futuras catástrofes.

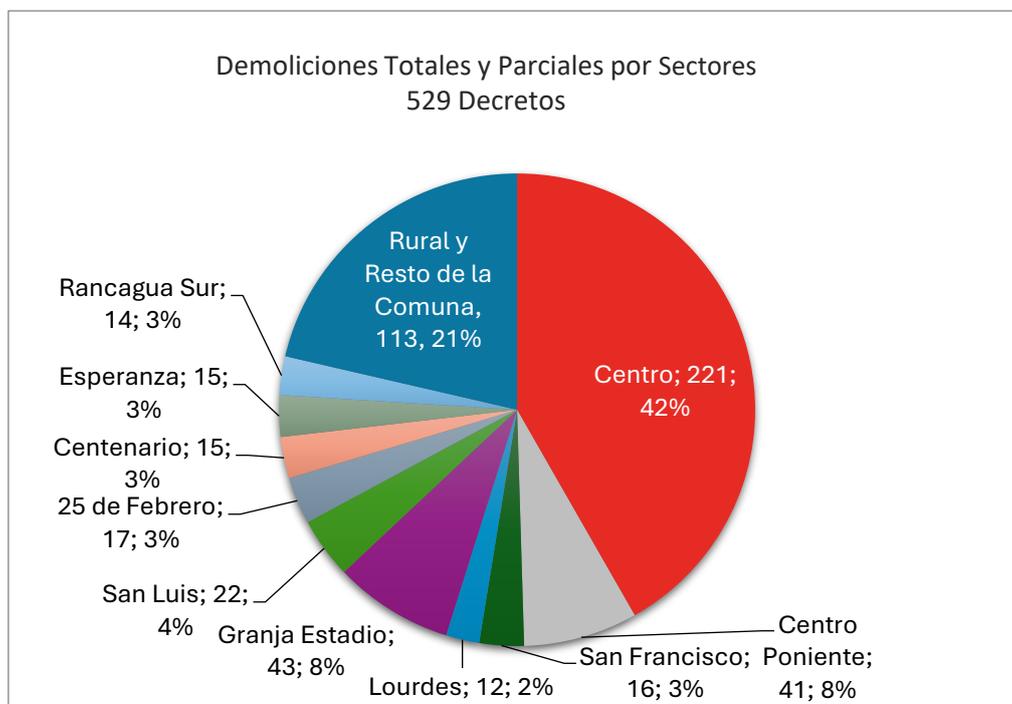
Gráfico 1 Resumen de daños conjuntos residenciales



Fuente: Estadística Terremoto agosto 2010, DOM

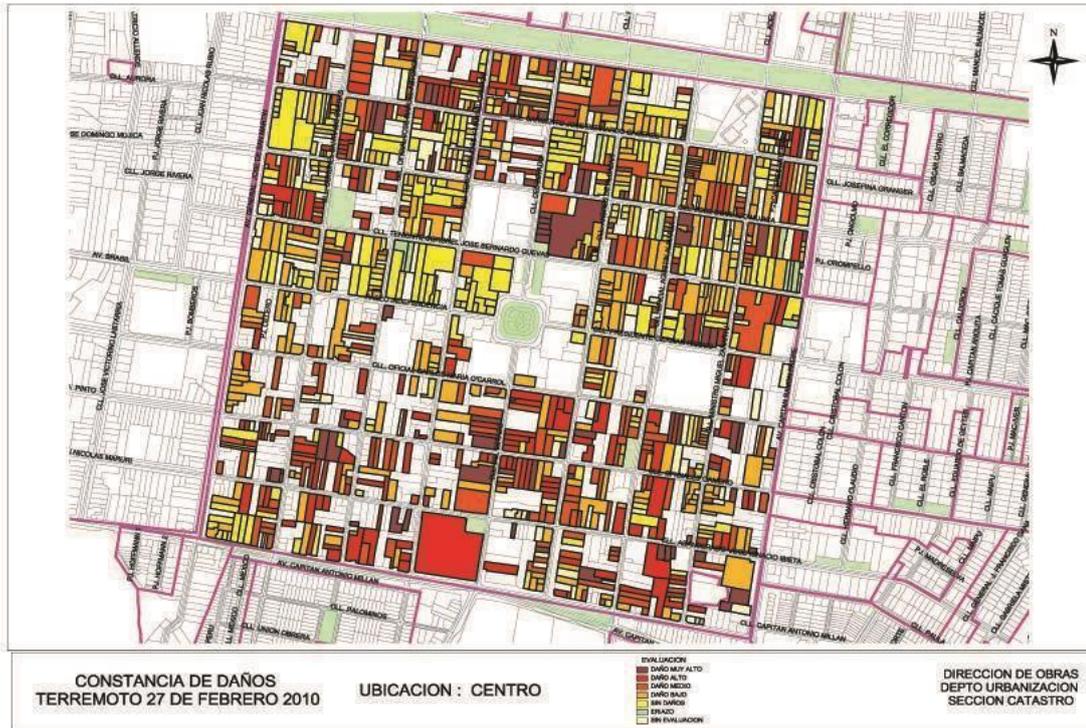
Las demoliciones totales y parciales se concentraron en el centro de la comuna, donde se encuentra la zona fundacional, con un 39,5% porcentaje de vivienda en adobe según indica catastro de materialidad de la edificación en Memoria Explicativa del Plan Seccional de Remodelación Damero Fundacional Rancagua.

Gráfico 2 Demoliciones totales y parciales por sector



Fuente: Estadística Terremoto 2010, DOM

Figura 13 Catastro de daños de terremoto 27 de febrero 2010 en sector centro



Fuente: Estadística Terremoto 2010, DOM

Figura 14 Imágenes constancias de terremoto 2010 sector centro de la comuna

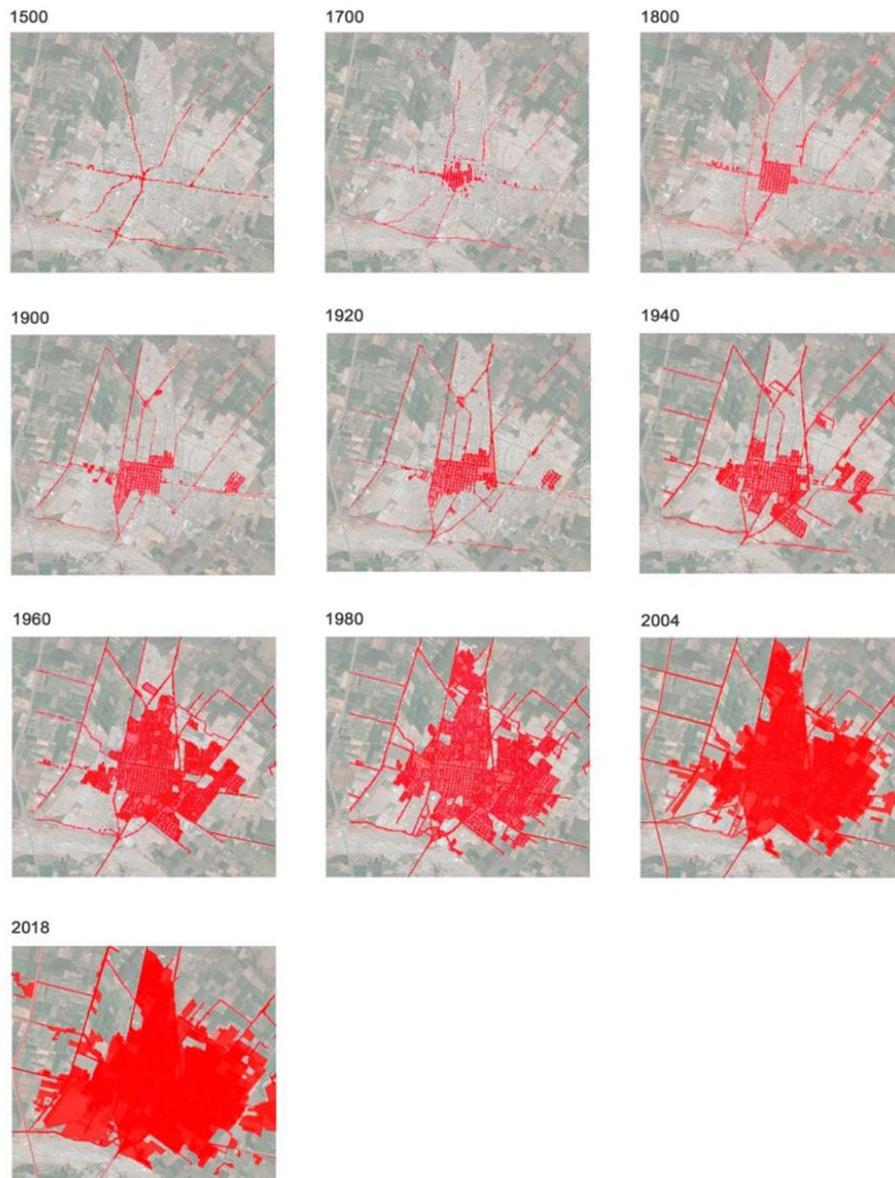


Fuente: Estadística Terremoto 2010, DOM

7.1.1.5 TENDENCIAS DE URBANIZACIÓN

El Plan Regulador Comunal de Rancagua, publicado en el Diario Oficial de la República de Chile el 25 de septiembre de 1990, se elabora para generar un ordenamiento y planificación territorial demandado por los rápidos asentamientos urbanos emplazados en la comuna como consecuencia del exponencial crecimiento demográfico en la década de 1960. Esto se relaciona con los movimientos migratorios de los campamentos mineros que Braden Copper Company ubicados en la cordillera de los Andes hacia el interior de la comuna, generando nuevos asentamientos en la periferia de la ciudad, producto del proceso acelerado y generalizado de la industrialización, y, posteriormente, de la necesidad de un nuevo ordenamiento territorial, por los efectos de las políticas económicas de la segunda mitad del siglo XX, y la Política Habitacional Chilena, y sus modificaciones, con los programas de subsidios para la adquisición de viviendas que el Estado ha impartido, dirigidos principalmente a los grupos de menores recursos, y los beneficios tributarios también orientados a la población de nivel socioeconómico medio.

Figura 15 Expansión territorial de Rancagua (en color rojo), desde el año 1500 al 2018.



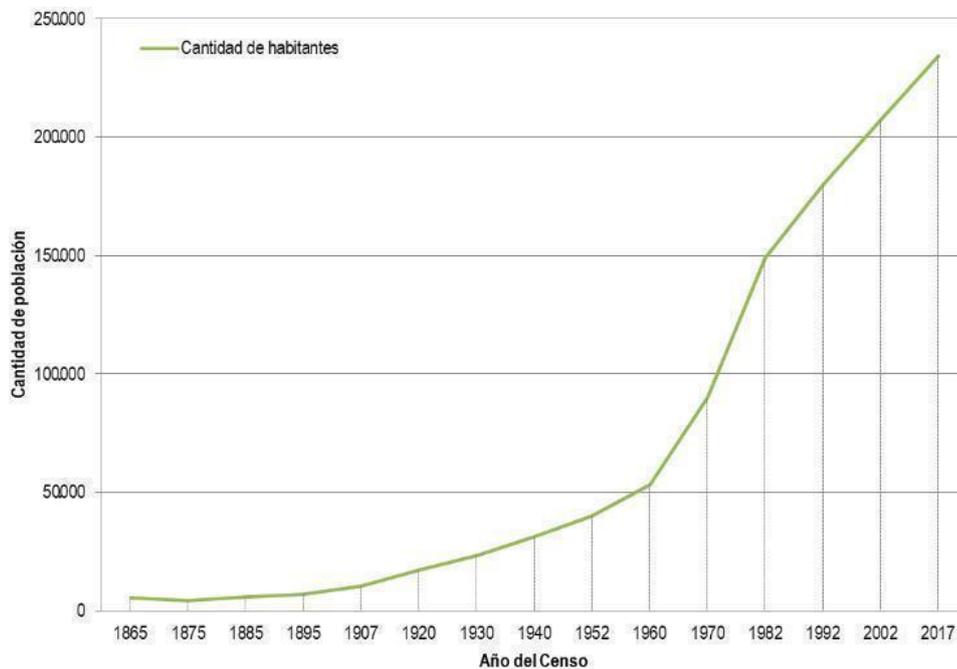
Fuente: Elaboración Propia, Google Earth e Ilustre Municipalidad de Rancagua.

En consecuencia, es posible afirmar que existe una relación inversa, entre el rápido crecimiento urbano en extensión y la calidad de vida, de acuerdo con lo concluido por el Municipio, a raíz de lo informado por la

comunidad, situación que no es ajena a otras ciudades chilenas, y otras ciudades a nivel internacional, en las que se han analizado y establecido las consecuencias negativas en la calidad de vida y ambiental, provocadas por las “ciudades dispersas”.

Debido a lo anterior, y las consecuencias ambientales resultantes de la ocupación urbana innecesaria en territorios con valor agroecológico, que el Instrumento de Planificación pretende ser consecuente a las políticas ambientales y urbanas actuales, responder a las demandas de sus habitantes y adelantarse al desarrollo urbano futuro, al fomentar un equitativo mayor rendimiento de la superficie ya urbanizada, y evitar la ocupación innecesaria del territorio sin urbanizar, mediante un proceso que, desde su concepción, ha sido transparente y consensuado con los actores públicos intervinientes en la Planificación Territorial y la Comunidad.

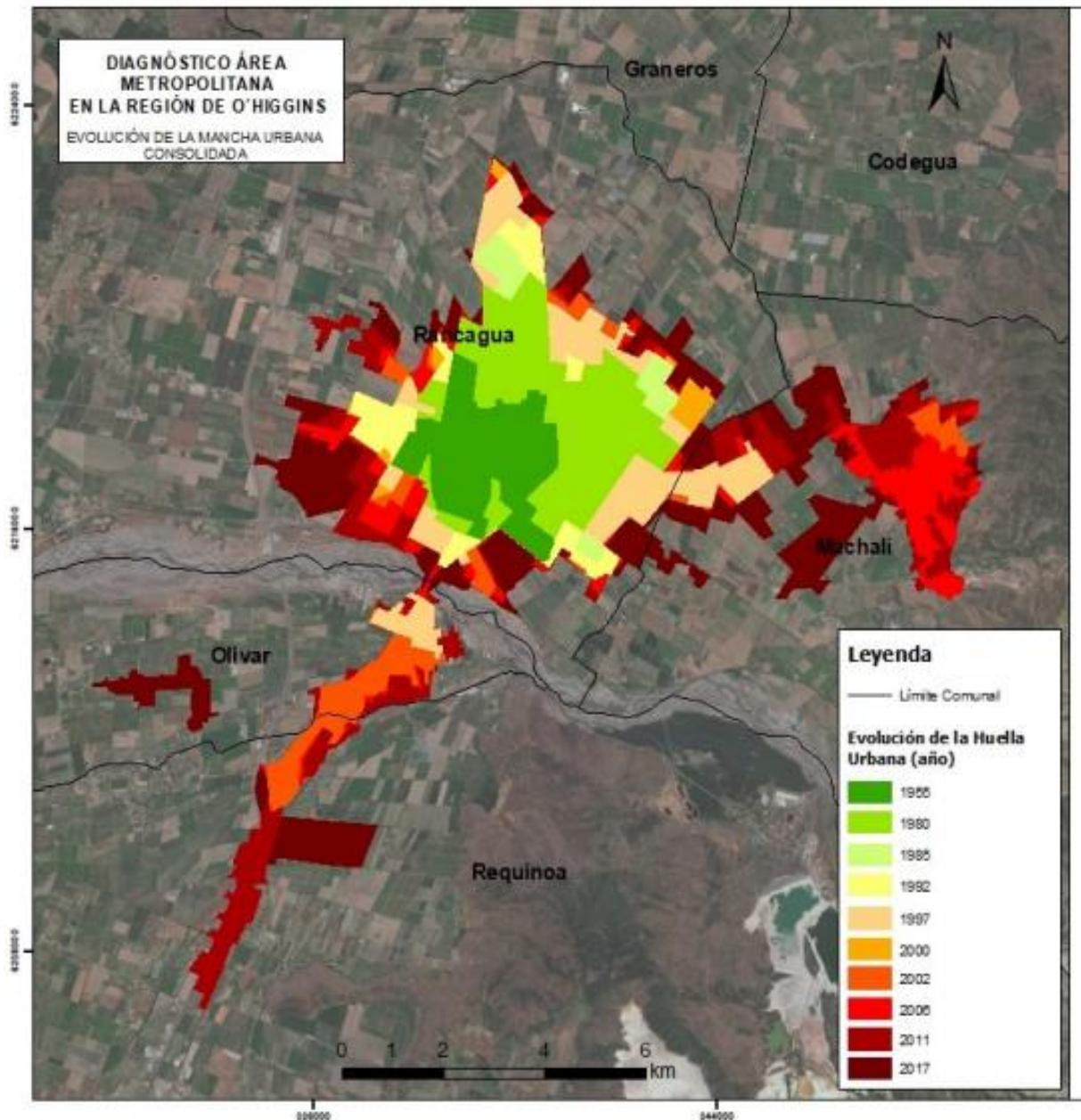
Gráfico 3 Crecimiento de la población urbana de la Comuna de Rancagua, desde el año 1865 hasta el año 2017.



Fuente: Elaboración propia en base a información del Instituto Nacional de Estadísticas.

De acuerdo con las superficies aproximadas del territorio urbanizado de Rancagua, se demuestra su crecimiento acelerado en los últimos 30 años, alrededor de un 69% a partir de 1988, lo que obliga a la planificación urbana a adecuarse y adelantarse, inclusive, a la inminente metropolización.

Figura 16 Área urbana consolidada (AUC) y su evolución temporal

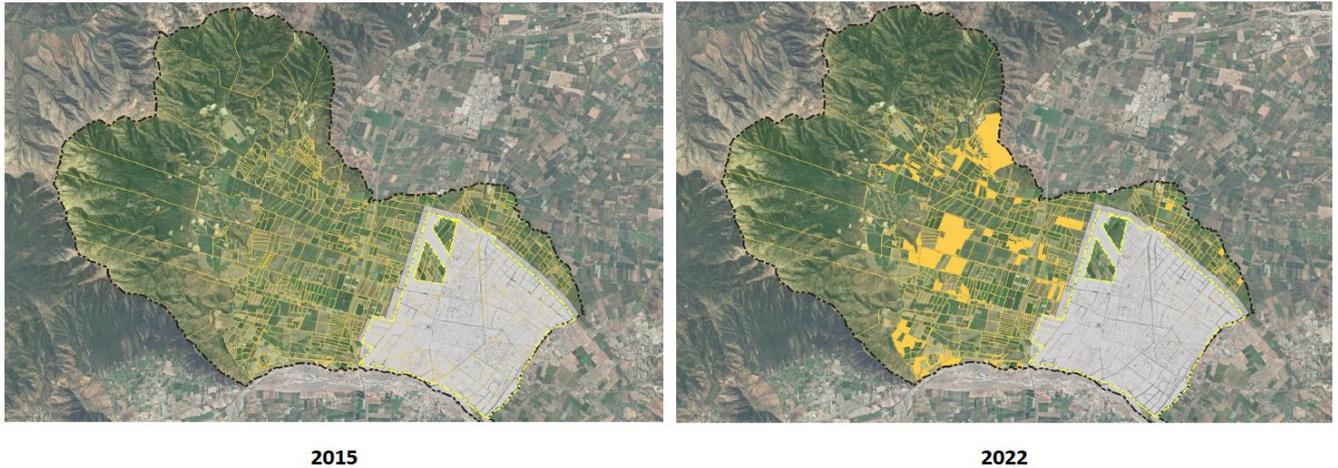


Fuente: Estudio diagnóstico Área metropolitana en la región de O'Higgins

Otro factor no menos importante son las parcelas de agrado, las cuales a nivel país están teniendo un impacto negativo en cuanto al cambio de uso de suelo, tierras fértiles con alto valor agroecológico se transforman en parcelas de agrado, fraccionando los ecosistemas, aumentando el consumo de agua por napas subterráneas, presionando para que el radio urbano aumente.

La partición del suelo rural, parcelaciones de agrado Mayor a 5000 m², en 2022 representaba una superficie aproximada de 1.454,37 Há, correspondiendo a 1.813 lotes aprox., identificándose 3 sectores que concentran este tipo de fraccionamiento del suelo, estos son el sector de Chancón, La Gonzalina y Punta de Cortés.

Figura 17 Aumento de parcela de agrado en sector rural de la comuna de Rancagua (Disminución de terrenos agrícolas)



Fuente: Departamento de Asesoría Urbana - SECPLAC - Ilustre Municipalidad de Rancagua

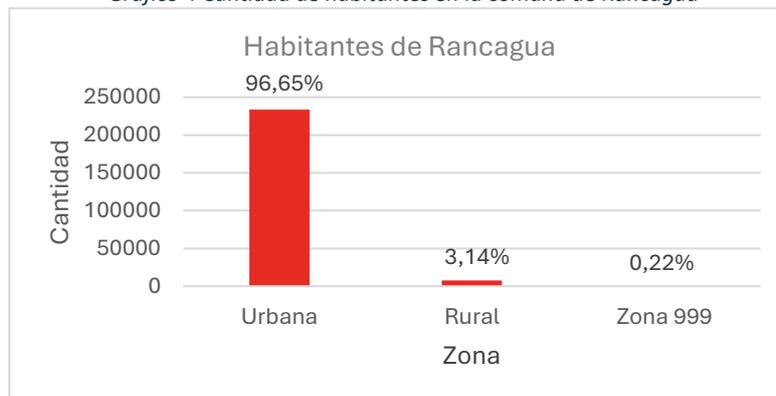
En Rancagua, cerca del 80% del territorio corresponde a zona rural de alto valor agroecológico. Sin embargo, otra de las consecuencias que trajo la pandemia vivida en los años 2021- 2022, junto con otras variables como la cantidad de hectáreas de producción agrícola que se han reducido a causa del ciclo de sequía y los efectos del cambio climático, sumado a la expansión de los núcleos urbanos y su respectiva demanda de suelo, el incremento del valor del suelo urbano, la necesidad de la casa propia o de una segunda casa para pasar la jubilación y el alejamiento de población de grandes centros urbanos, gracias al incremento del acceso y cobertura de las tecnologías de la información, han llevado a la fragmentación del territorio rural en “parcelas de agrado”. Asentamientos cuyo crecimiento inorgánico y desregulado implica la pérdida de suelo rural de calidad y potencialidad agrícola, extendiendo el paisaje urbano al ámbito rural.

7.1.2 Dimensión demográfica:

7.1.2.1 DEMOGRAFÍA

Según el CENSO de Población y Vivienda realizado el año 2017 por el Instituto Nacional de Estadística (INE) la comuna de Rancagua tiene un total de 241.774 habitantes, los cuales, 233.663 habitantes (96,65%) viven en la zona urbana de la comuna mientras que 7.591 (3,14%) viven en la zona rural de Rancagua. Además, existen 520 habitantes (0,22%) que el INE los categorizó dentro de la zona 999³, siendo datos que espacialmente no se sabe de dónde proviene, pero que están dentro de la muestra.

Gráfico 4 Cantidad de habitantes en la comuna de Rancagua

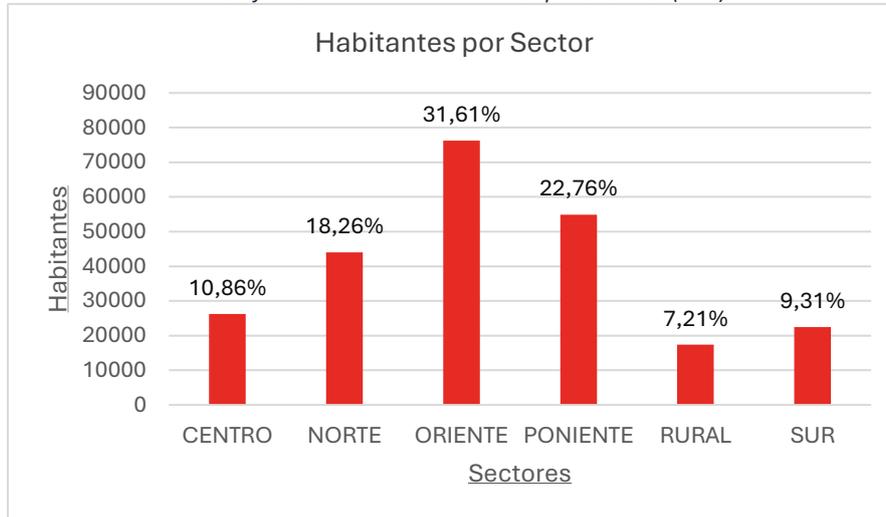


Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

³ Casos que fueron clasificados como texto con información insuficiente, por lo que requiere uso de información auxiliar (INE, 2019).

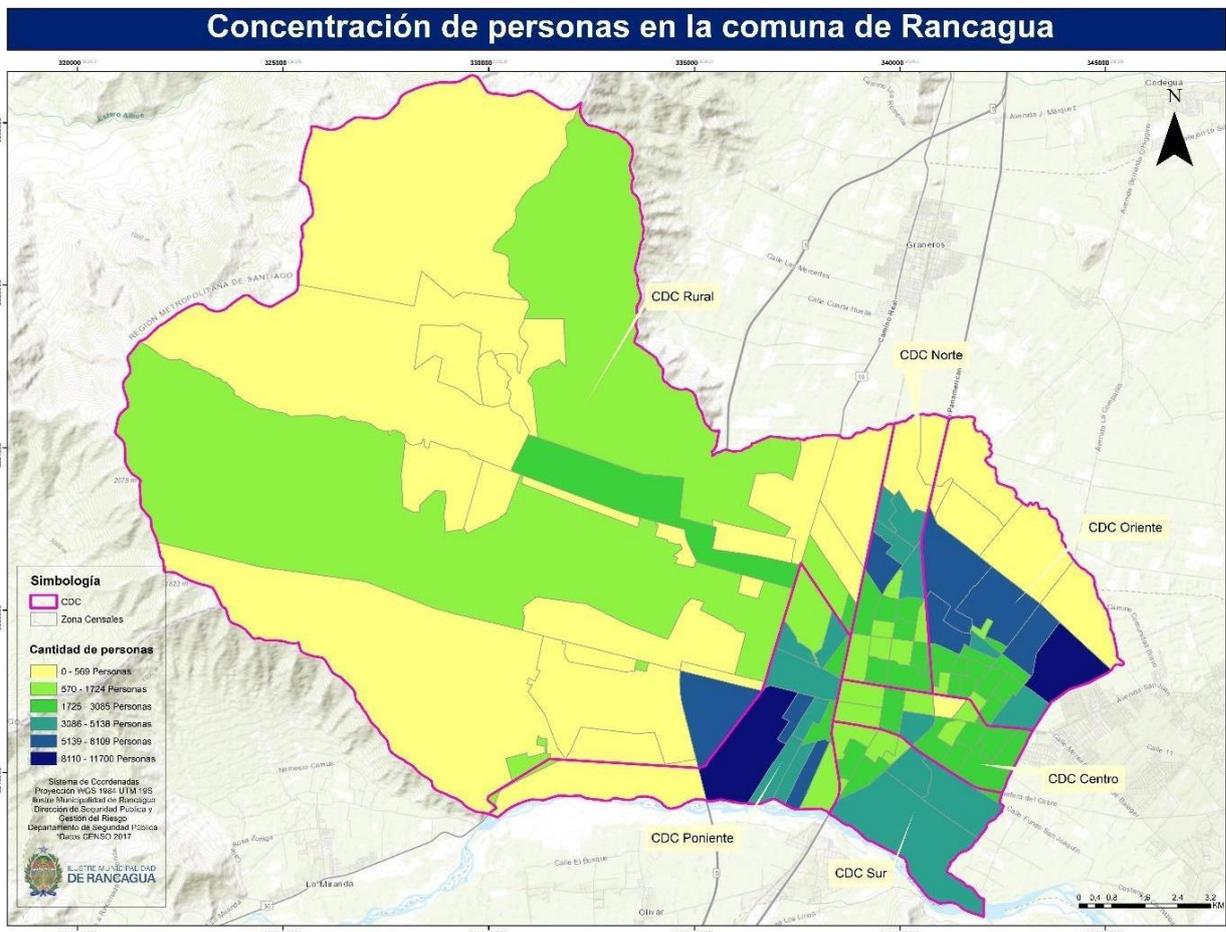
En relación con la cantidad de habitantes por CDC se puede apreciar que existe una concentración de la población en los CDC Oriente y Poniente con el 31,67% y 22,76 % respectivamente. Luego se visualiza el CDC Norte con un 18,26%, seguido por el CDC centro con el 10,86% de los y las habitantes de Rancagua, el CDC Sur con el 9,31% y finalmente el CDC Rural con un 7,21% de los habitantes de la comuna.

Gráfico 5 Cantidad de habitantes por Sectores (CDC)



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Figura 18 Concentración de personas por Sectores (CDC)

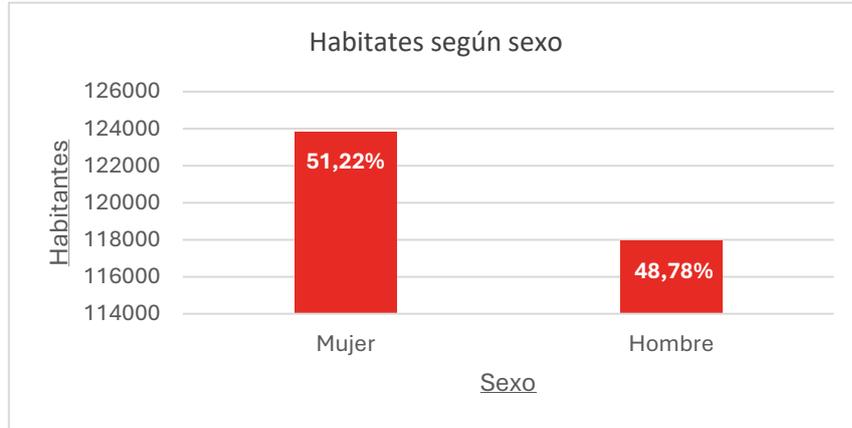


Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

7.1.2.2 SEXO

De la población total que tiene la comuna de Rancagua, 117.942 habitantes son hombres lo que corresponde al 48,78 % y 123.832 habitantes son mujeres lo que significa el 51,22% de la población

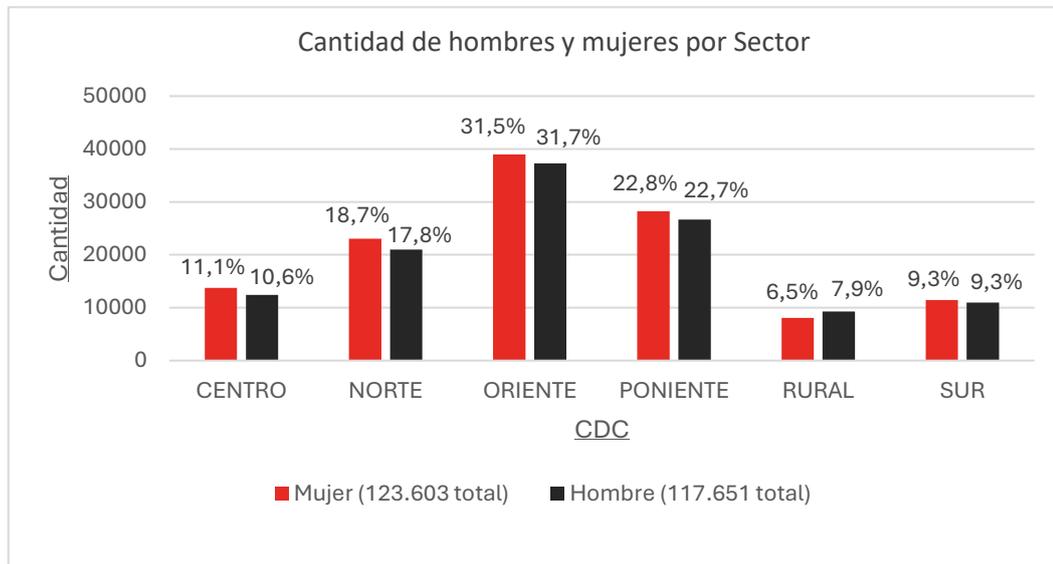
Gráfico 6 Cantidad de personas en la comuna de Rancagua según sexo



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

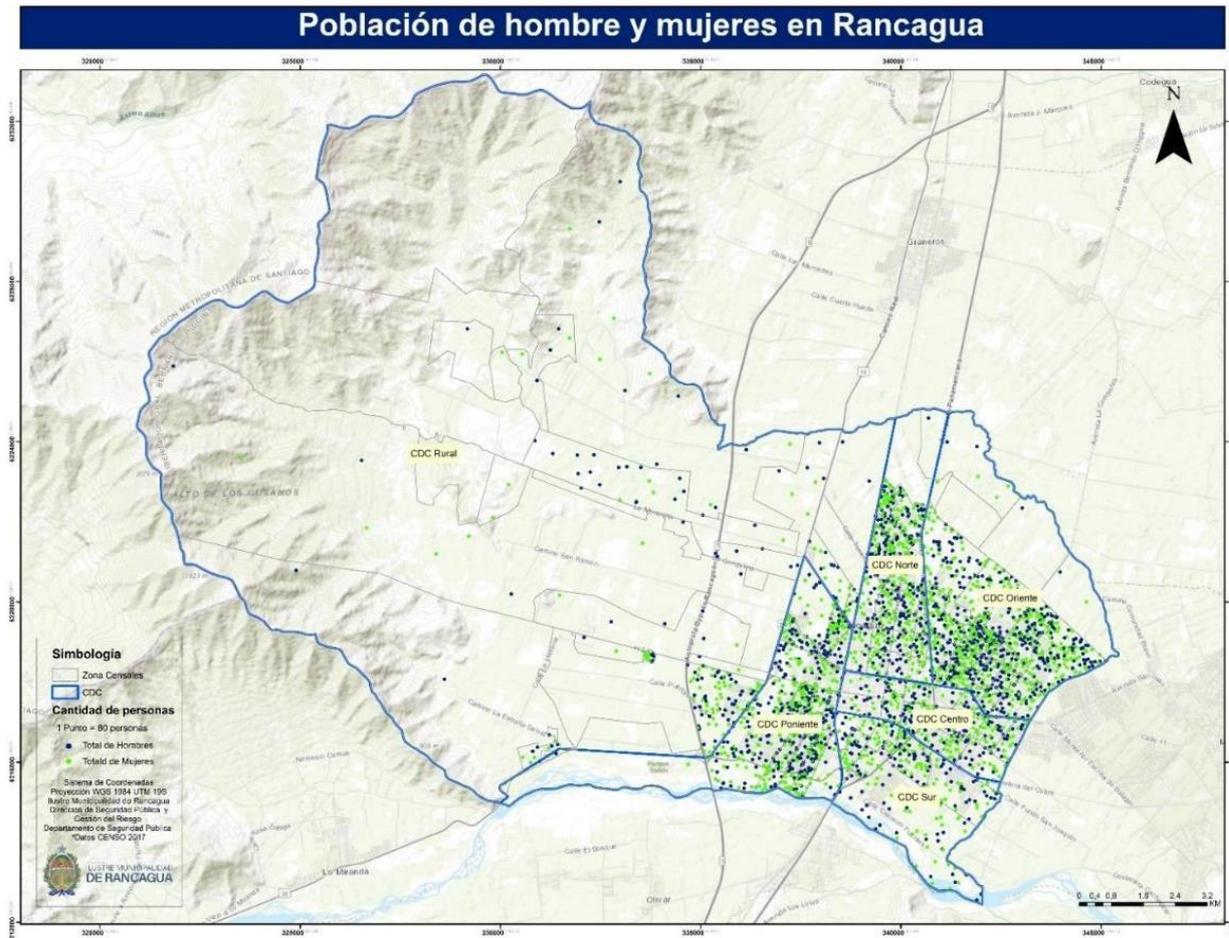
En relación con la cantidad de hombres y mujeres por CDC se puede deducir que, el CDC oriente se posiciona en el primer lugar con el 31,7% de hombres y 31,5% de mujeres, seguido por el CDC poniente con el 22,7% de hombres y 22,8% de mujeres, en tercer lugar se encuentra el CDC norte con el 17,8% de hombres y 18,7% de mujeres, en cuarto lugar el CDC centro con el 10,6% de hombres y el 11,1% de mujeres, en quinto lugar el CDC Sur con el 9,3% de hombres y un 9,3% de mujeres y finalmente el CDC Rural con 7,9% de hombres y 6,5% de mujeres.

Gráfico 7 Distribución de la población por CDC según sexo



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017.

Figura 19 Concentración de hombres y mujeres en la comuna de Rancagua



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

7.1.2.3 RANGO ETARIO

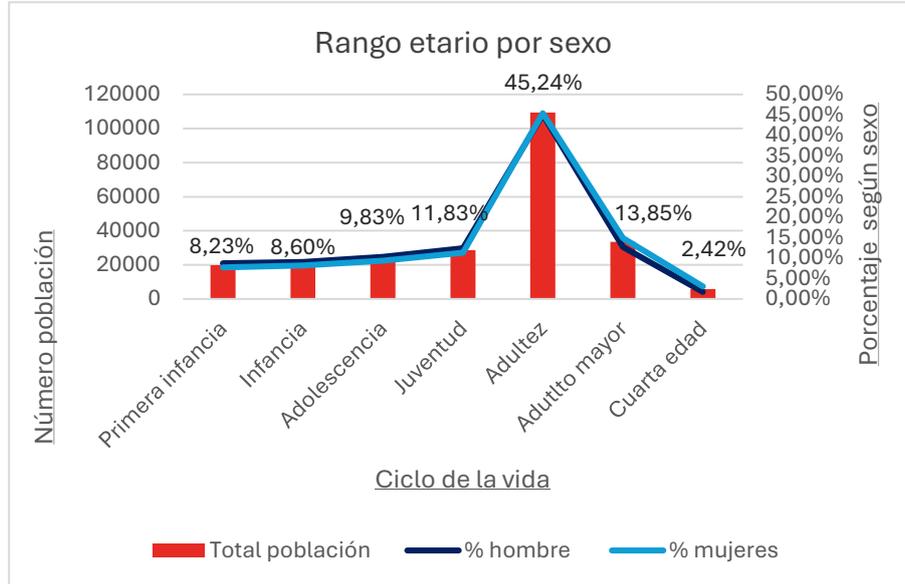
Con los datos otorgado por el CENSO del año 2017, se dividirá el total de la población rancagüina en 7 grupos, según el ciclo de la vida, estos grupos serían:

1. Primera infancia de los 0 a los 5 años
2. Infancia de los 6 a los 11 años
3. Adolescentes de los 12 a los 18 años
4. Juventud de los 19 a los 26 años
5. Adulthood de los 27 a los 59 años
6. Adulto mayor de los 60 a los 79 años
7. Cuarta edad de 80 años y más

Con esta división se puede observar que la concentración demográfica se centra en las edades de 27 a 59 años siendo la etapa de la adultez con el 45,22 % de la población, en segundo se encuentra las edades de 60 a 79 años siendo la etapa de adulto mayor con el 13,87 %, en tercer lugar se observa las edades de 19 a 26 años siendo la etapa de juventud con el 11,83%, en cuarto lugar se visualizan las edades de 12 – 18 años reconocida como la etapa de Adolescencia con el 9,83%, en quinto lugar están las edades de 6 a 11 años nombrada como la etapa de infancia, en sexto lugar están las edades de 0 a 5 años siendo la etapa de primera infancia y finalmente están las edades de 80 años y más conocida como la cuarta edad con el 2,42%. En lo que respecta al sexo de la población se puede apreciar que, en la primera infancia, infancia, adolescencia y juventud los hombres llevan una leve ventaja sobre las mujeres con un promedio porcentual de estas 4 etapas del 0,95%, en la etapa de adultez la cantidad de hombres y mujeres se presenta más homogénea teniendo solo una diferencia del 0,29%

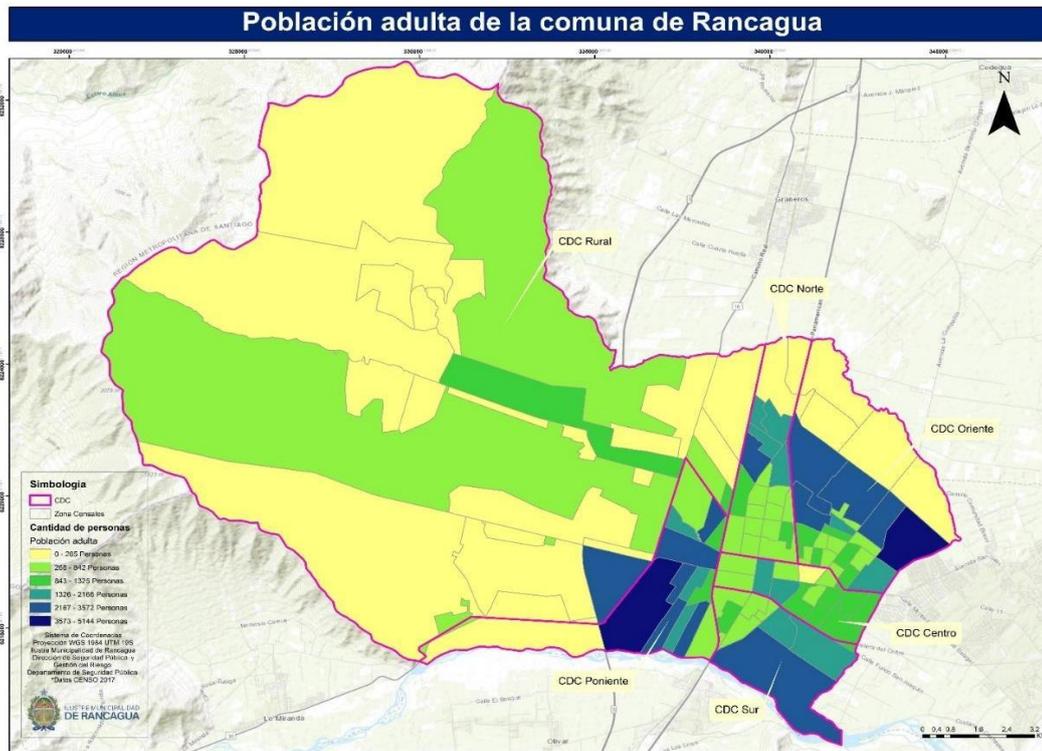
entre ambos sexos, pero esta vez, la cantidad de mujeres sobrepasa a la cantidad de hombres. Donde existe una mayor diferencia entre las cantidades de hombre y mujer son en la etapa de adulto mayor y cuarta edad, en la etapa de adulto mayor las mujeres están sobre los hombres con un 2,18% y en la etapa de cuarta edad las mujeres están sobre los hombres con un 1,33%.

Gráfico 8 Distribución de la población según edades y sexo.



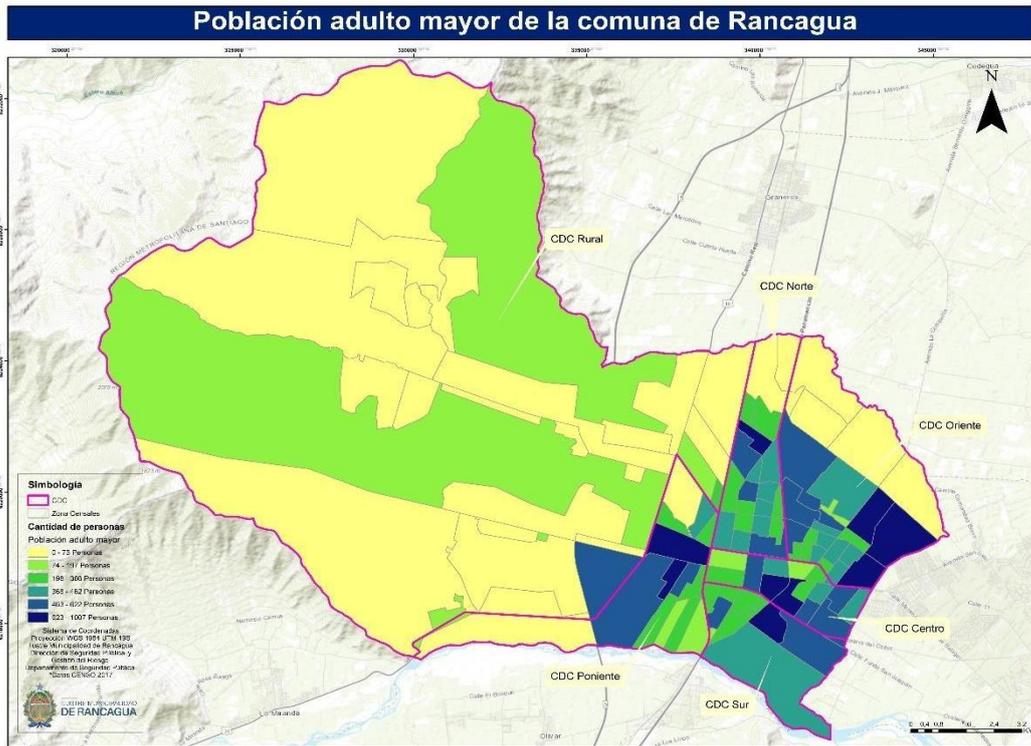
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Figura 20 Concentración de adultos en la comuna de Rancagua



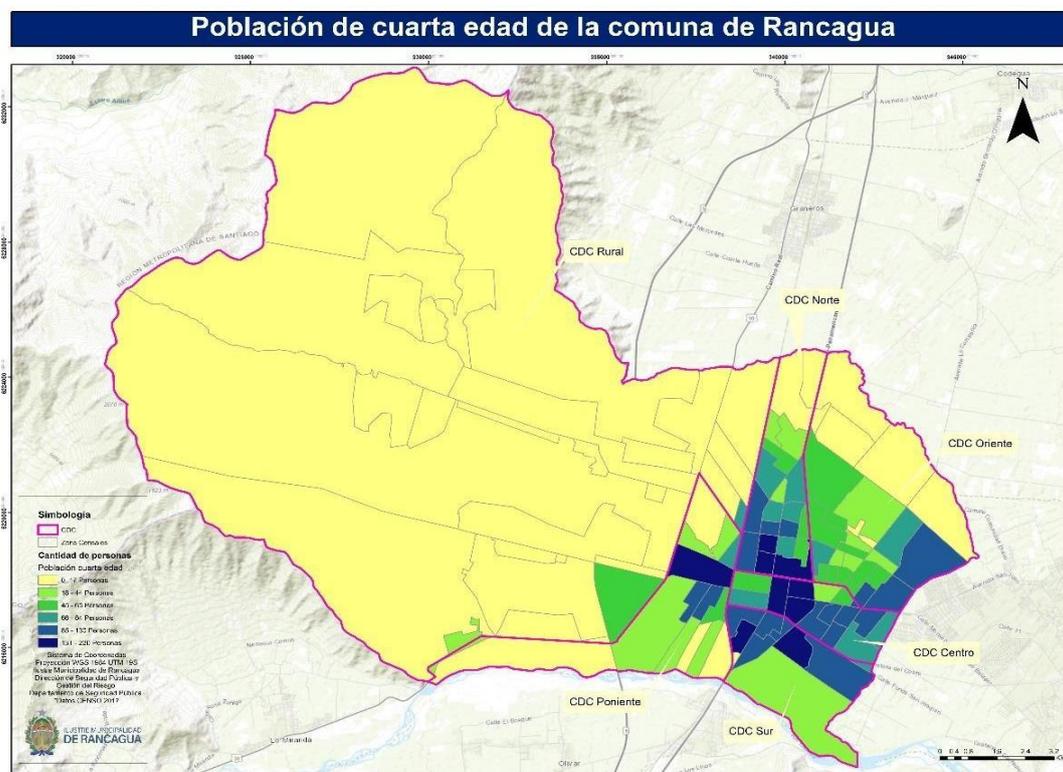
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Figura 21 Concentración de adultos mayores en la comuna de Rancagua



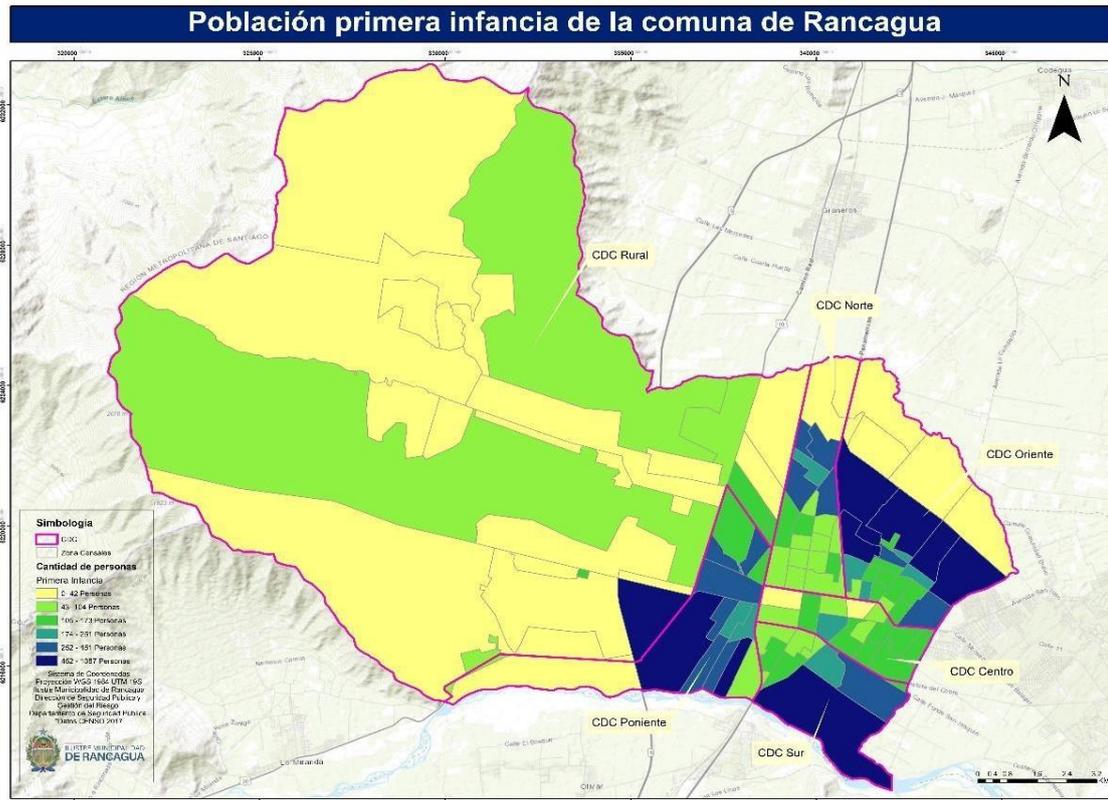
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Figura 22 Concentración de personas categorizados como cuarta edad en la comuna de Rancagua



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Figura 23 Concentración de personas categorizados como primera infancia de la comuna de Rancagua

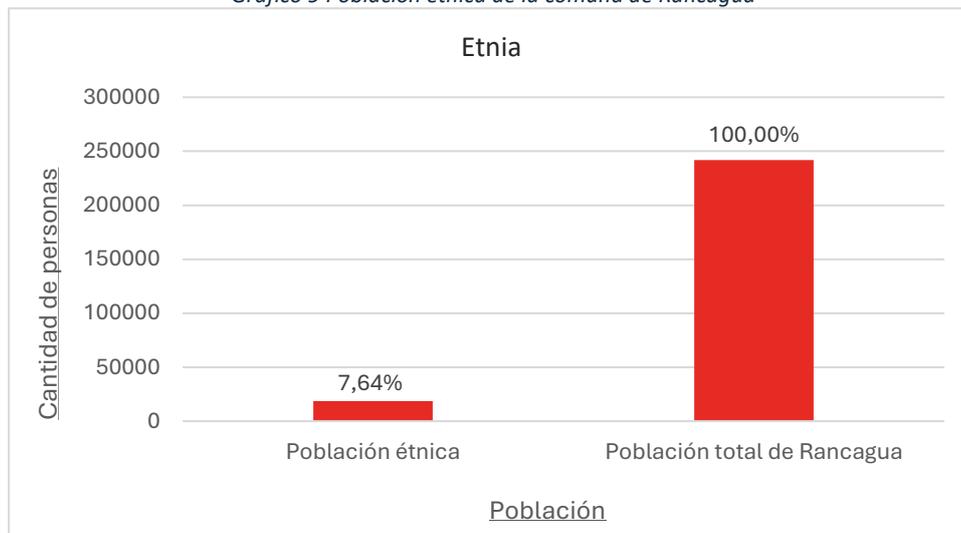


Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

7.1.2.4 ETNIAS

La comuna de Rancagua tiene una población étnica de 18.461 habitantes siendo el 7,64% de la población total de la comuna, de los cuales 9.437 son hombres (51,12%) y 9.024 son mujeres (48,88%). Dentro de los pueblos originarios presentes en el territorio se observan Aymará, Colla, Diaguitas, Kawésqar, Lican Antai, Mapuches, Quechua, Rapa Nui y Yagán o Yamara. (CENSO, 2017).

Gráfico 9 Población étnica de la comuna de Rancagua



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

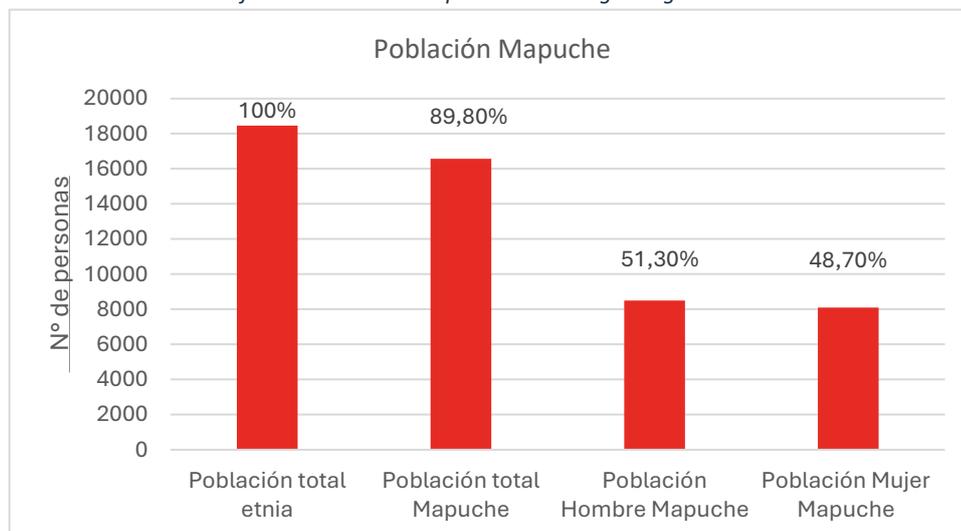
Gráfico 10 Población étnica de Rancagua según sexo



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

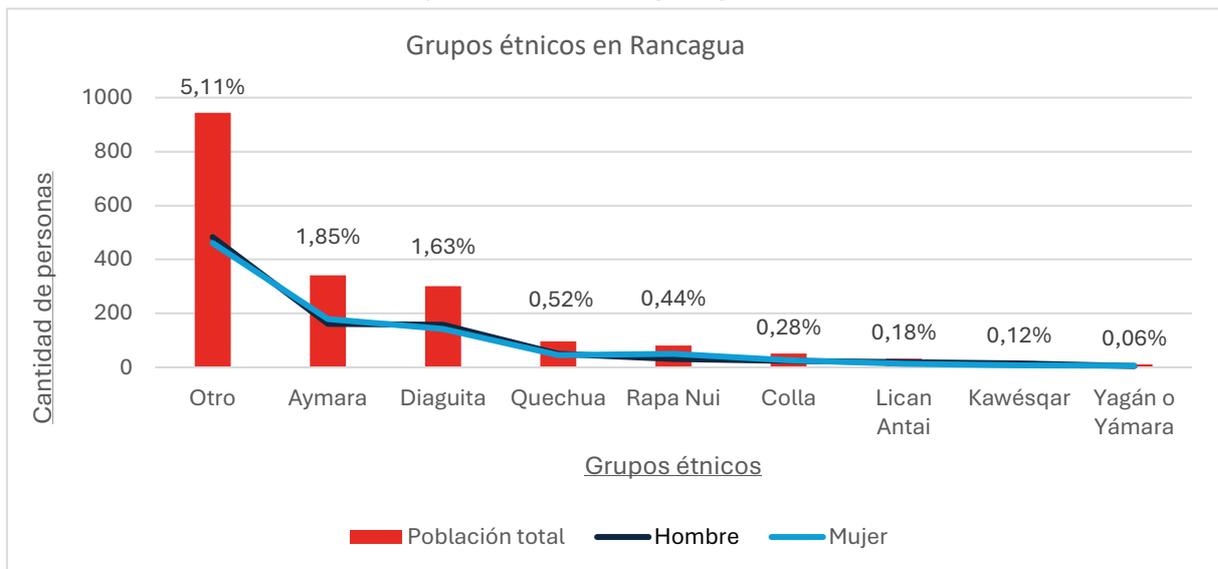
La etnia que predomina en el territorio es la Mapuche existiendo 16.580 personas lo que significa el 89,81% de la población total que se identifica con algún pueblo originario, de esto, 8.489 son hombres (51,20%) y 8.091 mujeres (48,80%). En segundo lugar, está la categoría “otros” con 944 personas lo que corresponde al 5,11%, en el cual, 483 son hombres (51,17%) y 461 son mujeres (48,83%), en tercer lugar, está Aymará con 341 personas siendo el 1,85%, de estos 162 son hombres (47,51%) y 179 son mujeres (52,49%), en cuarto lugar, están los Diaguitas con 301 personas lo que corresponde al 1,63% de aquí, 158 son hombres (46,33%) y 143 son mujeres (47,51%), en quinto lugar está el pueblo Quechua con 96 personas siendo el 0,52%, de estos, 50 son hombres (52,08%) y 46 son mujeres (47,92%), en sexto lugar está la etnia de Rapa Nui con 81 personas correspondiente al 0,44%, en el cual 31 son hombres (38,27%) y 50 mujeres (61,73%), en séptimo lugar se visualizan los Colla con 51 personas lo que corresponde al 0,28%, de estos, 24 son hombres (47,06%) y 27 son mujeres (52,94%), en octavo lugar está el pueblo originario Lican Antai con 33 persona lo que significa el 0,18%, aquí se observan 20 hombres (60,61%) y 13 mujeres (39,39%), en noveno lugar se visualiza a los Kawésqar con 23 personas lo que corresponde al 0,12%, de estos 15 son hombres (65,22%) y 8 mujeres (34,78%) y finalmente están los Yagán o Yamara con 11 personas lo que significa el 0.06% y de estos 5 son hombres (45,45%) y 6 mujeres (54,55%).

Gráfico 11 Población Mapuche de Rancagua según sexo



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Gráfico 12 Etnias de Rancagua según sexo



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Tabla 5 Distribución de grupo étnico por sexo en la comuna de Rancagua

ETNIA	HOMBRE	PORCENTAJE	MUJER	PORCENTAJE	TOTAL	PORCENTAJE
Mapuche	8488	89,70%	8091	89,50%	16579	89,60%
Aymara	162	1,70%	179	2,00%	341	1,80%
Diaguíta	158	1,70%	142	1,60%	300	1,60%
Quechua	50	0,50%	46	0,50%	96	0,50%
Rapa Nui	32	0,30%	50	0,60%	82	0,40%
Colla	24	0,30%	28	0,30%	52	0,30%
Lican Antai	20	0,20%	13	0,10%	33	0,20%
Kawésqar	15	0,20%	8	0,10%	23	0,10%
Yagán o Yamana	5	0,10%	6	0,10%	11	0,10%
Otro	483	5,10%	461	5,10%	944	5,10%
TOTAL	9437	100%	9024	100%	18461	100%

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

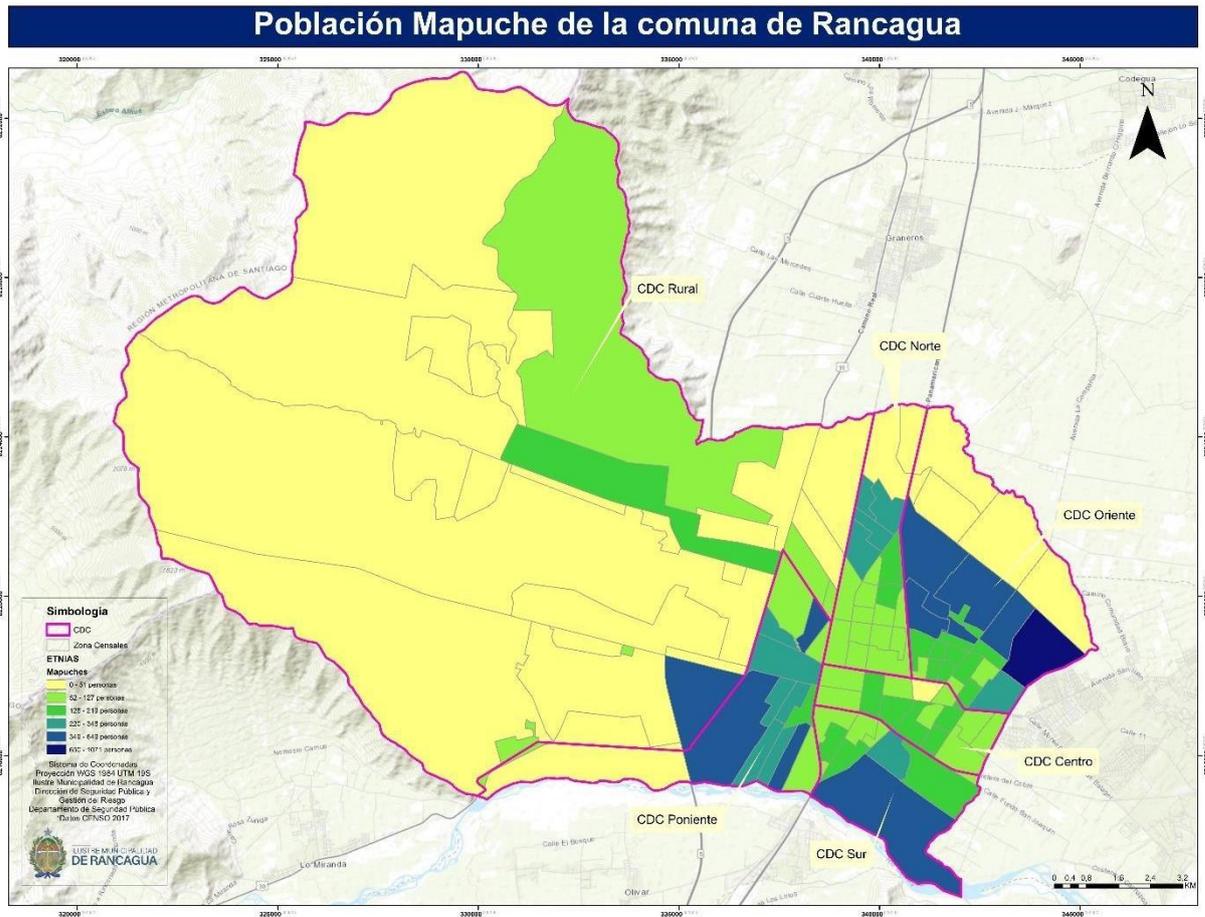
El sector de la comuna donde más personas se identifican con un pueblo originario es el sector Oriente con 6.537 habitantes y el sector que más mujeres se identifican con un pueblo originario también es el sector oriente con 3.192 rancagüinas.

Tabla 6 Concentración de población que se identifica con algún pueblo originario en la comuna de Rancagua según sexo y CDC

SECTOR	HOMBRES	PORCENTAJE	MUJER	PORCENTAJE	TOTAL
Centro	805	8,56%	918	10,19%	1.723
Norte	1.518	16,14%	1.527	16,95%	3.045
Oriente	3.345	35,56%	3.192	35,42%	6.537
Poniente	2.021	21,48%	1.951	21,65%	3.972
Rural	822	8,74%	580	6,44%	1.402
Sur	896	9,52%	843	9,36%	1.739
Total	9.407	100,00%	9.011	100,00%	18.418

Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Figura 24 Concentración de población mapuche comuna de Rancagua



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

7.1.2.5 MIGRACIÓN

Según el Censo 2017, la comuna de Rancagua tiene una población migratoria de 2.409 habitantes lo que significa el 1% del total de la población comunal, de estos, el 43,42% provienen de Venezuela, el 13,91% desde Haití, el 5,37 % vienen desde Brasil, el 4,62% desde España, el 3,58% proviene desde Estados Unidos de América, el 3,54% corresponden a personas procedentes de China, el 3,29% desde Paraguay, el 3,08% vienen desde Cuba, el 2,12% es una población proveniente desde Uruguay, el 2,12% desde República Dominicana, el 1,79% desde México, el 1,33% son personas de origen Italiano, el 1% provienen desde Francia y el 10,58% provienen de diversos países.

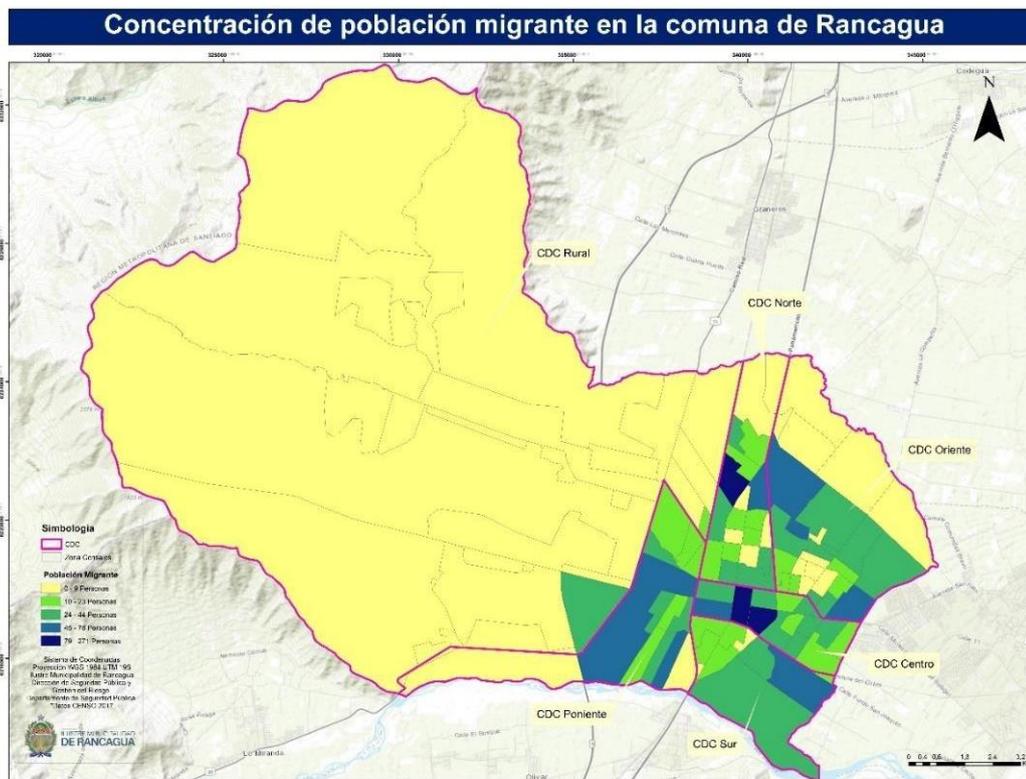
En cuanto a la distribución territorial de la población migratoria, esta se visualiza principalmente en el CDC norte con un 25,82 %, seguido por el CDC centro con un 24,66%, luego el CDC Oriente con un 21,38%, en cuarto lugar, se encuentra el CDC Poniente con un 16,52%, el quinto lugar el CDC sur con 9,46% y el CDC rural con 1,87%.

Tabla 7: Distribución territorial de la población migratoria por CDC.

SECTOR	CANTIDAD DE MIGRANTES
Centro	594
Norte	622
Oriente	515
Poniente	398
Rural	45
Sur	228
<i>Subtotal</i>	<i>2402</i>
999	7
TOTAL	2409

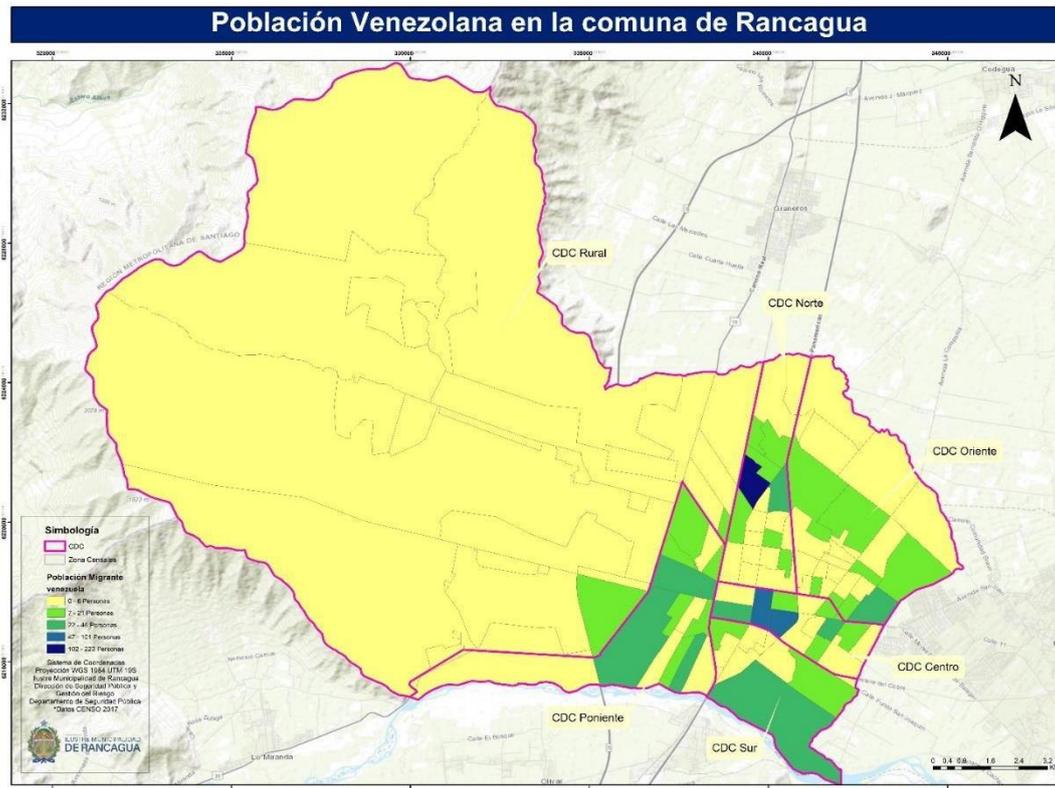
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Figura 25 Concentración de población migrante de la comuna de Rancagua



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Figura 26 Concentración de población venezolana comuna de Rancagua



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

7.1.2.6 EDUCACIÓN

Según el censo de Población y vivienda realizado en el año 2017, el 93,9% de la población rancagüina ha cursado algún nivel educativo, es decir, 226.987 personas han asistido a algún establecimiento de educación en cualquiera de sus niveles. Dentro de este 93,9%, existe un 6,9% equivalente a 15.651 hombres y mujeres que fueron educadas por el sistema antiguo de educación, previo al gobierno del presidente Eduardo Frei Montalva, en donde la estructura educativa estaba dividida en 2 niveles; primaria, secundaria y luego la especialización en diversas ramas del conocimiento y formación profesional. En cuanto a la territorialidad de los datos, el CDC oriente es el sector con mayor cantidad de personas con una educación primaria o preparatoria y el CDC norte es el territorio con una mayor concentración de personas con nivel de estudios de humanidades y estudios de nivel técnica comercial, industrial/normalista. Mientras que el 87% restante (211.336 personas) son educadas en el sistema actual de educación (Ley N° 15.032, 1965) el cual consiste principalmente en la educación básica obligatoria y la división de la educación primaria y secundaria dejándola en básica y media.

Para poder cuantificar la población según sistema educacional, para el presente plan se dividirá en sistema educacional antiguo y el sistema educacional actual donde a este último se agregarán otros niveles de educación quedando de la siguiente manera:

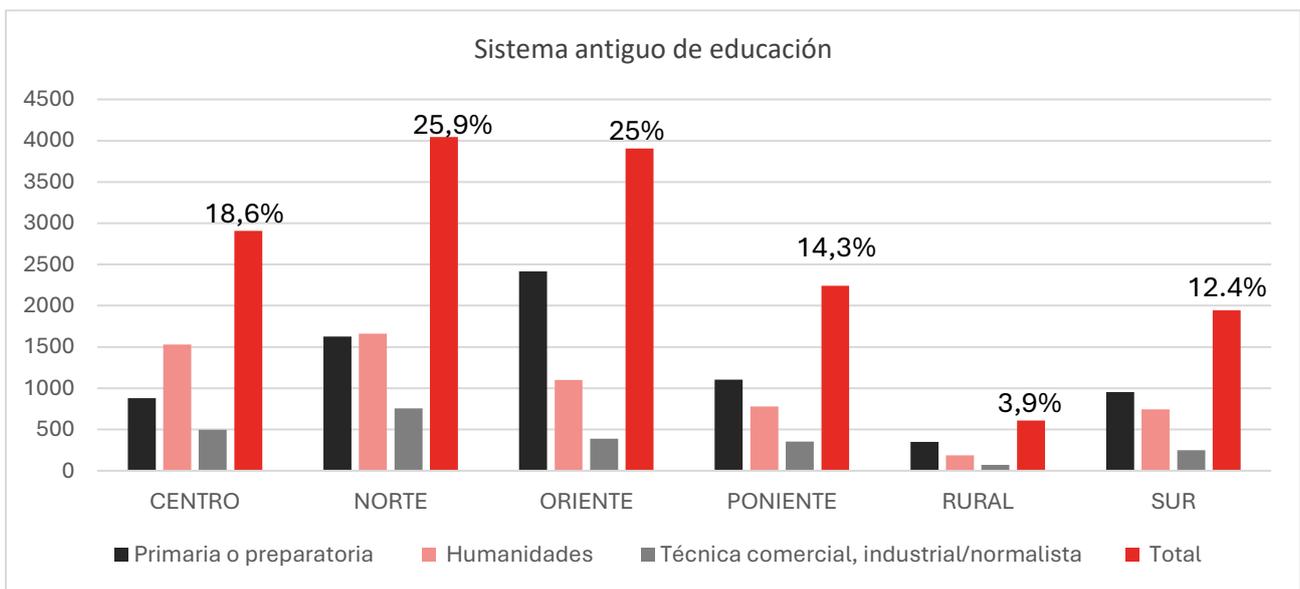
1. Sistema de educación antiguo
 - A. Primaria o preparatoria
 - B. Humanidades
 - C. Técnica comercial, industrial/normalista

2. Sistema educacional actual
 - A. Sala cuna o jardín infantil
 - B. Prekínder
 - C. Kínder
 - D. Especial o diferencial
 - E. Educación básica

- F. Científico-humanista
- G. Técnica profesional
- H. Técnico superior (1-3 años)
- I. Profesional (4 o más años)
- J. Magister
- K. Doctorado

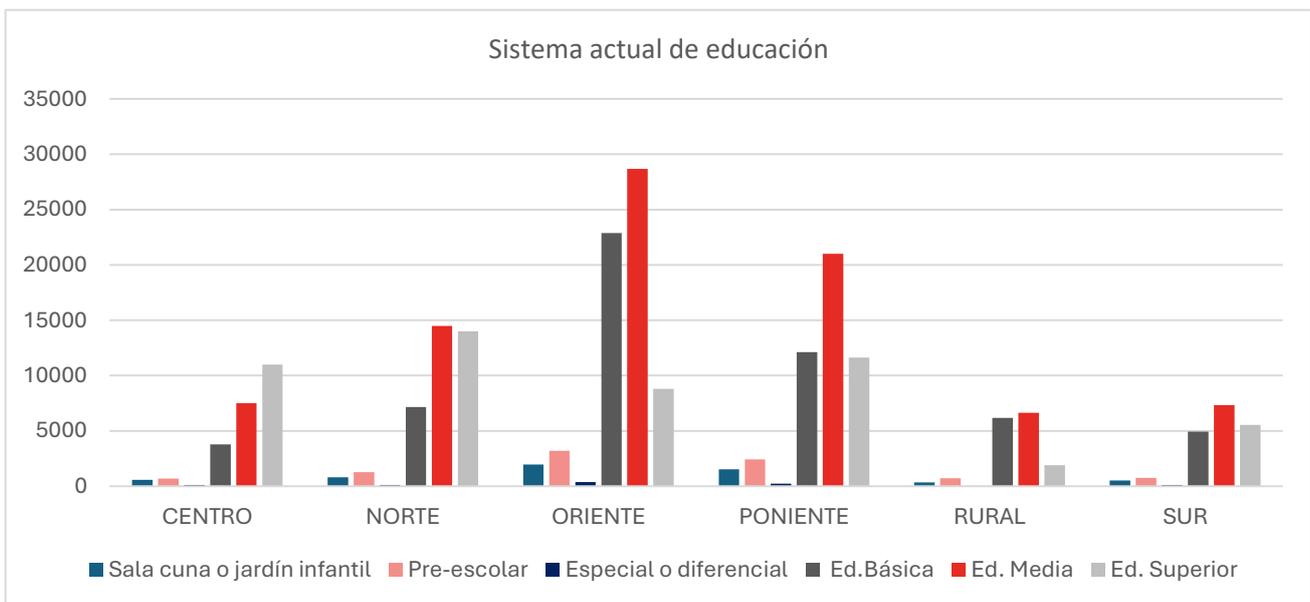
En cuanto a la espacialidad de los datos otorgados por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en cuanto al sistema de educación antiguo se concluye que la concentración de personas está en el CDC norte, mientras que el sistema de educación actual el CDC oriente concentra la población que asiste a salas cunas, pre escolar (prekínder y kínder) Educación Diferencial, educación básica y educación media (científico – humanista y Técnica profesional) y el CDC norte concentra la población de educación superior (técnico superior, profesional, magister y Doctorado).

Gráfico 13 Sistema antiguo de educación según CDC



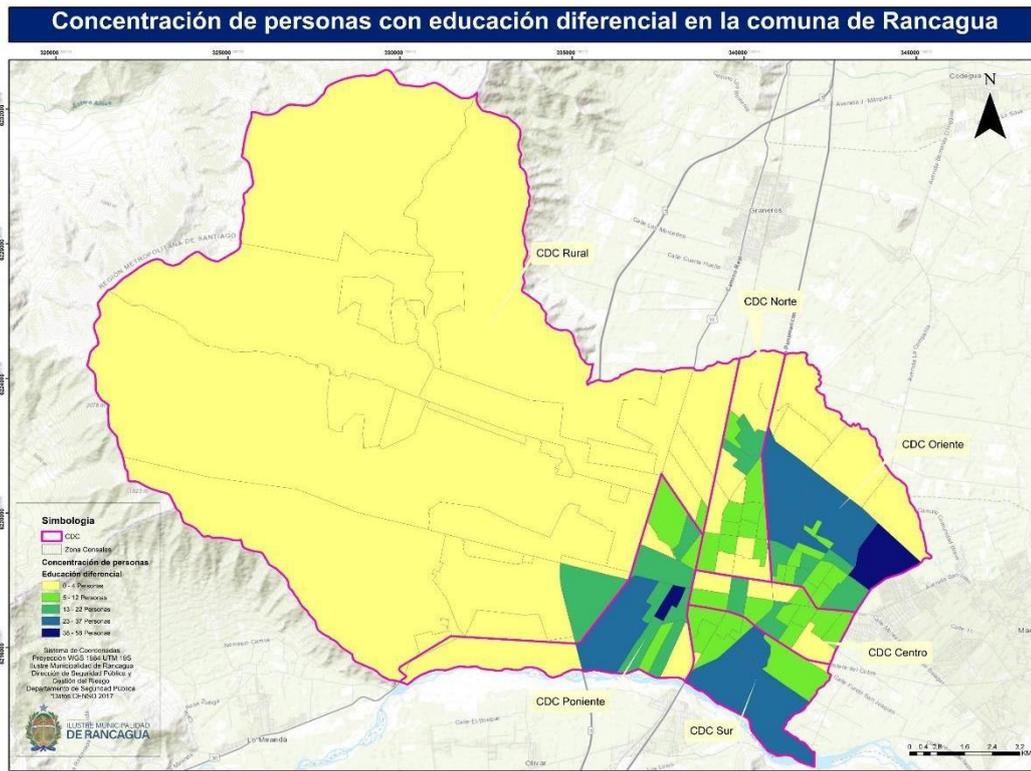
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Gráfico 14 Sistema actual de educación según CDC



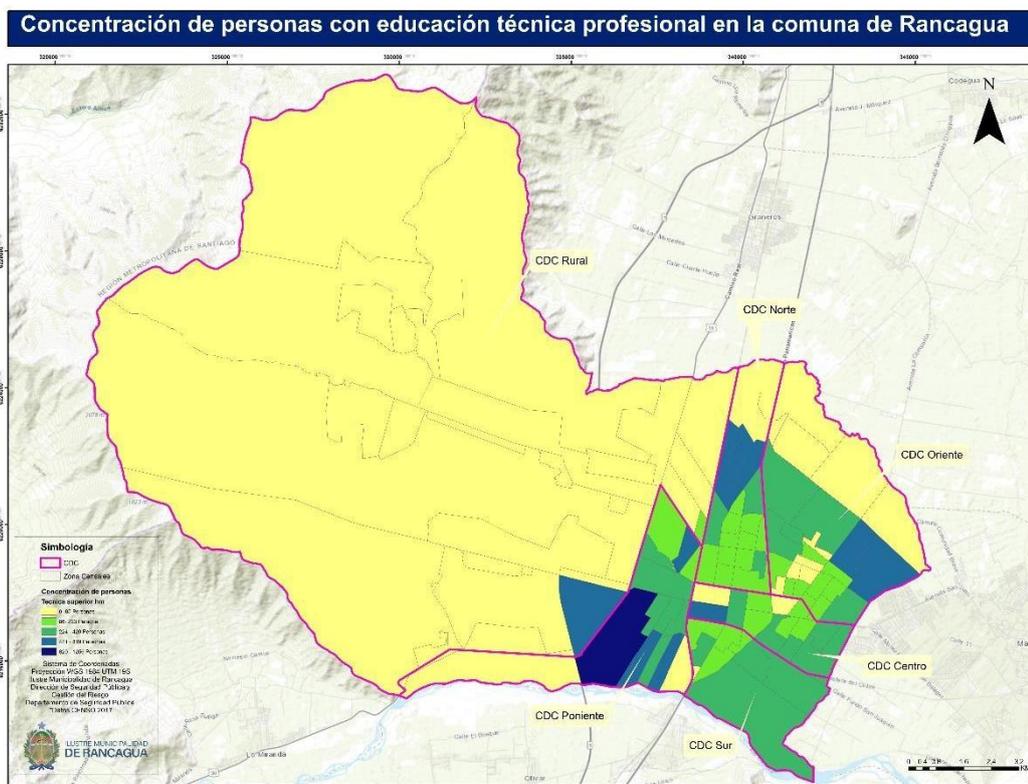
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Figura 27 Concentración de personas con educación diferencial en la comuna de Rancagua



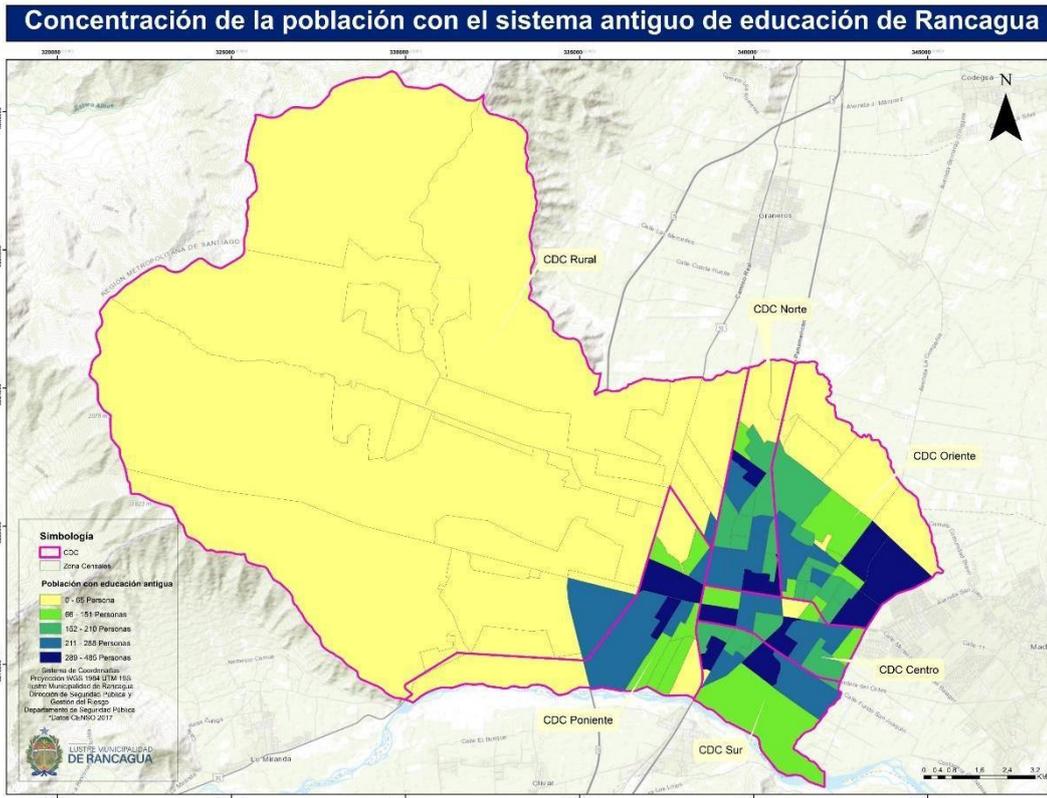
Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Figura 28 Concentración de personas con educación técnica superior en la comuna de Rancagua



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

Figura 29 Concentración de personas con sistema de educación antiguo en la comuna de Rancagua



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

7.1.2.7 VULNERABILIDAD

Respecto a la vulnerabilidad, Vega-Cuza (2012) señala que existe una estrecha relación entre la ocurrencia de desastres y el aumento de las condiciones vulnerabilidad propiciado en parte por el crecimiento exponencial de la población, el desarrollo económico de las grandes ciudades y por los asentamientos emergentes no regulados que se desarrollan sin ninguna estrategia de planificación territorial y generan consecuencias negativas en el entorno. A su vez, dicha vulnerabilidad se acrecienta al considerar la exposición a las múltiples amenazas ya conocidas, de carácter natural y antrópico, sumado a otras nuevas que surgen de la sociedad moderna y sus avances tecnológicos, contemplando la exacerbación de los efectos del cambio climático, consecuencia directa de la acción irresponsable del hombre sobre los elementos de la naturaleza. En este sentido, se vuelve necesario describir de manera exhaustiva los componentes de la vulnerabilidad territorial para identificar y caracterizar el territorio comunal en virtud a las amenazas, para lo cual se adoptará parte de la metodología descrita en el documento “Bases conceptuales de una metodología para el diagnóstico situacional con fines de gestión de riesgo de desastres” (Ibía Vega-Cuza, 2012), detallado en el apartado de “Estudio de las vulnerabilidades e identificación de sus tipos y de los factores que conducen a estas” en donde se pueden reconocer cuatro componentes, y por ende, cuatro tipos fundamentales de vulnerabilidad que se detallan a continuación:

1.- Vulnerabilidad Medioambiental o Natural: refiere a la utilización de los recursos naturales de forma indiscriminada generando no solo un debilitamiento y/o modificación de los diversos componentes de los ecosistemas, sino que también una afectación a la capacidad para responder a los impactos de los fenómenos naturales. En este sentido, es importante mencionar que, en el año 2022, se publica en el Diario Oficial el Decreto N°27 del Ministerio de Obras Públicas en el que se declara zona de escasez a la Región del Libertador Bernardo O’Higgins. Este decreto se sustenta en el “Informe Condiciones Hidrometeorológicas, Región del Libertador General Bernardo O’Higgins” entregado por la Dirección General de Aguas (2022) a través de su Dirección De Hidrología, cuyos resultados señalan que tanto el Índice de Precipitaciones Estandarizados (IPE) como el Índice de Caudales Estandarizados (ICE) son menores a los índices límite definidos de es menor al índice límite definidos

de -0,84. En este sentido, la declaración de zona de escasez hídrica para la comuna de Rancagua derivó en la gestión para la entrega de agua potable a los habitantes de la zona rural y en la aplicación la Ficha Básica de Emergencia Hídrica (FIBEH) mediante la apertura de la emergencia denominada “Inaccesibilidad del agua potable”, dando cuenta de sectores de la comuna con una elevada vulnerabilidad medioambiental derivada de la escasez de agua.

Gráfico 15 Medios de obtención de agua en zonas de escasez hídrica

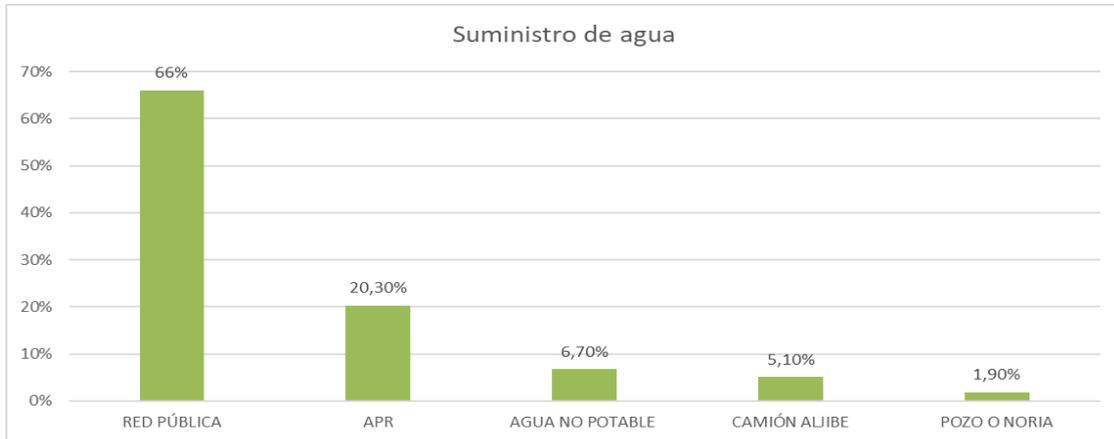
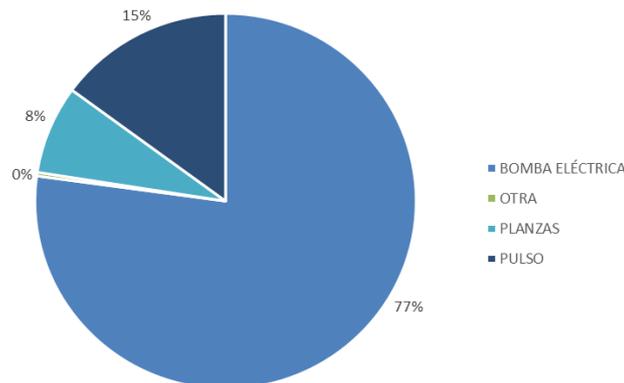
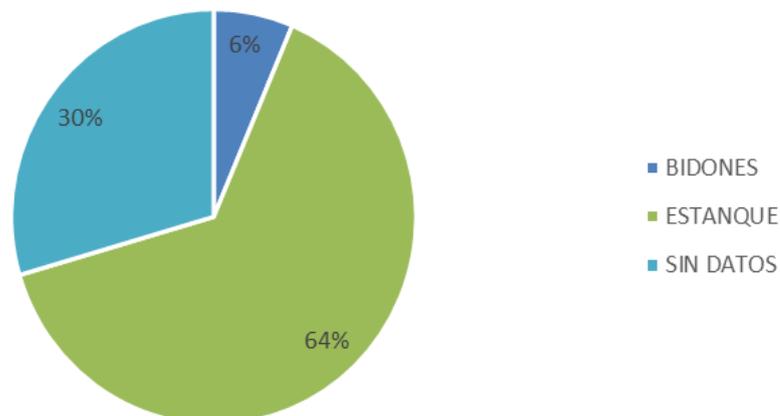


Gráfico 16 Formas de extracción de agua en zonas de escasez hídrica



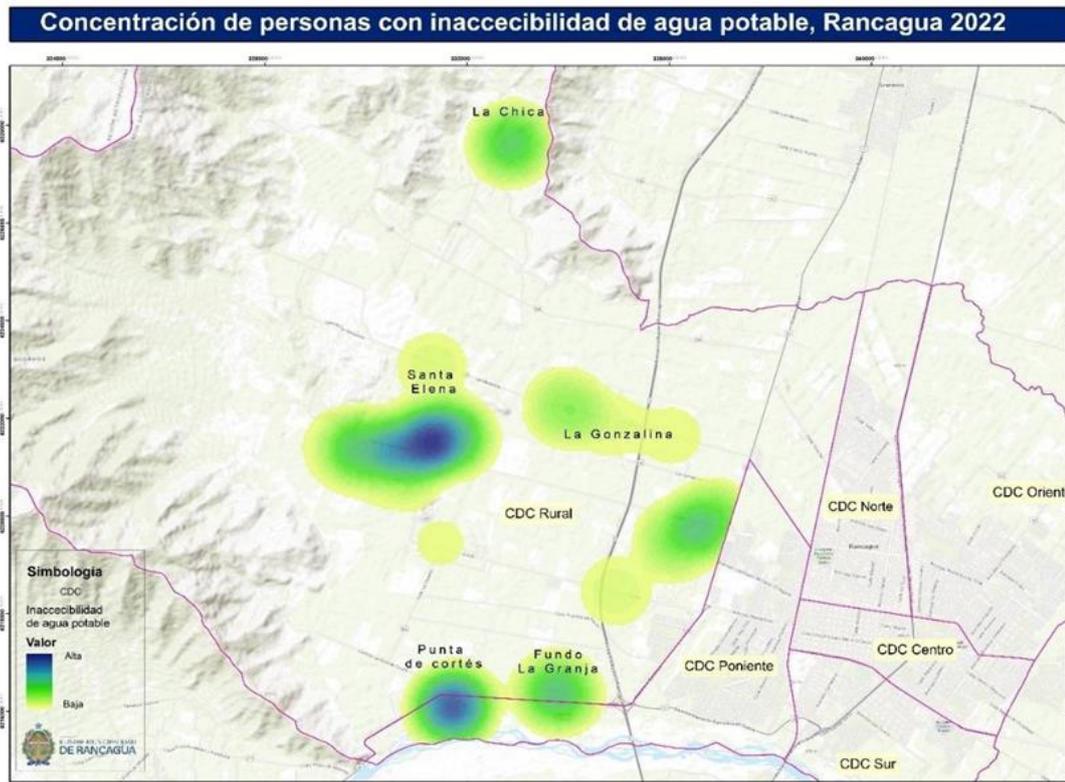
Fuente: Elaboración Propia con datos de FIBEH

Gráfico 17 Formas de almacenamiento de agua en zonas de escasez hídrica



Fuente: Elaboración Propia con datos de FIBEH.

Figura 30 Concentración de personas con inaccesibilidad de agua potable



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017.

2.- Vulnerabilidad física: refiere fundamentalmente al fondo habitacional, pues considera las diferentes divisiones urbanísticas del escenario expuesto a las amenazas. Esto contempla los sistemas básicos, los cuales, por su importancia social y el papel que realizan en la respuesta y recuperación de emergencias y desastres, se consideran como prioritarios; entre ellos, el sistema de salud, de educación, los servicios y las estructuras sociales y las líneas vitales como los sistemas de abasto de agua potable, el sistema de electricidad, transporte y comunicación.

En este ámbito la comuna de Rancagua según su distribución política administrativa ejemplificados en los CDC, el CDC norte tiene una población aproximada de 44.047 habitantes y en este territorio se observan 17.784 viviendas (CENSO,2017), existen 4 centros de salud de atención primaria siendo 2 CESFAM, 1CECOSF y 1SAR, existen 7 establecimientos educacionales públicos siendo 1 sala cuna, 2 sala cuna y jardines 3 colegios y 1 Liceo, 2 Cuerpos de Bomberos y la Policía de investigaciones. El CDC Oriente tiene una población de 76.249 personas aproximadamente y un total de 27.417 viviendas (CENSO 2017), existen 7 centros de salud los cuales serían 1 centro comunitario de rehabilitación, 3 CESFAM, 2 SAPU y 1 unidad técnica transversal, hay 19 centros educacionales los cuales se desglosan en 1 Sala cuna, 6 sala cunas y jardines infantiles, 4 jardines infantiles, 7 colegios y un liceo, 1 almacenamiento de combustible, 1 subestación eléctrica, 1 comisaría de carabineros, 1 subcomisaría de carabineros y 2 compañías de bomberos. En el CDC centro según la información otorgada por el INE por medio del CENSO del año 2017, existen 26.197 personas y 11.701 viviendas. Además, se puede apreciar 6 centros de salud siendo 2 COSAM, 1 Droguería, 1 farmacia comunal, 1 laboratorio comunal y 1 centro de rehabilitación, hay 13 centros educacionales de ellos 1 es sala cuna, 2 son sala cunas y jardines infantiles, 6 son colegios y 4 son liceos, 1 electrolinea, 1 subestación eléctrica, 4 estaciones de locomoción colectiva; 3 de buses y 1 estación de trenes, 1 comisaría de carabineros, 1 prefectura y 3 compañía de bomberos. En el CDC sur existen 22.469 personas aproximadamente y 8.741 viviendas (CENSO,2017) hay 3 centros de salud; 1 CECOSF, 1 CESFAM y 1 SAPU, hay 11 centros de educación siendo 2 sala cunas y jardines infantiles, 1 jardín infantil, 6 colegios y 1 liceo y 2 Subestaciones de electricidad. En el CDC Poniente según el último censo realizado

durante el año 2017 existen 54.908 personas y 18.943 viviendas. Asimismo, se puede observar en el territorio la presencia 3 centros de salud; 1CESFAM, 1SAR y 1 CECOSF además del hospital regional, existen 15 establecimientos educacionales los cuales se desglosan en 5 sala cunas, 6 salas cunas y jardines infantiles, 1 jardín infantil, 2 colegios y 1 liceo. Se aprecia la brigada de aviación del ejército y 1 compañía de bomberos y finalmente en el CDC rural se observan 17.384 personas y 5.253 viviendas (CENSO, 2017) Se observan 5 centros de educación siendo 1 sala cuna y jardín infantil, 1 jardín infantil y 3 colegios, y 3 subestaciones eléctricas.

Tabla 8 Cantidad de personas y servicios según CDC

SECTOR	NORTE	ORIENTE	CENTRO	SUR	PONIENTE	RURAL
Cantidad de personas	44.047	76.249	26.197	22.469	54.908	17.384
Viviendas	17.784	27.417	11.701	8.741	18.943	5.253
Centros de Salud	4	7	6	3	3	0
CECOSF	1	0	0	1	1	0
Centros de rehabilitación	0	1	1	0	0	0
CESFAM	2	3	0	1	1	0
COSAM	0	0	2	0	0	0
Droguería	0	0	1	0	0	0
Farmacia comunal	0	0	1	0	0	0
Laboratorio comunal	0	0	1	0	0	0
SAPU	0	2	0	1	0	0
SAR	1	0	0	0	1	0
Unidad técnica transversal	0	1	0	0	0	0
Bomberos	2	2	3	0	1	0
Establecimientos educacionales	7	19	13	11	15	5
Sala Cuna	1	1	1	2	5	0
Sala cuna y Jardín infantil	2	6	2	0	6	1
Jardín infantil	0	4	0	1	1	1
Colegio	3	7	6	6	2	3
Liceo	1	1	4	1	1	0
Carabineros	0	2	2	0	0	0
PDI	1	0	0	0	0	0
Terminales de locomoción colectiva	0	0	4	0	0	0
Brigada de aviación del ejército	0	0	0	0	1	0
Electrolíneas	0	0	1	0	0	0
Almacenamiento de combustible	0	1	0	0	0	0
Subestación eléctrica	0	1	1	2	0	3

Fuente: Elaboración Propia

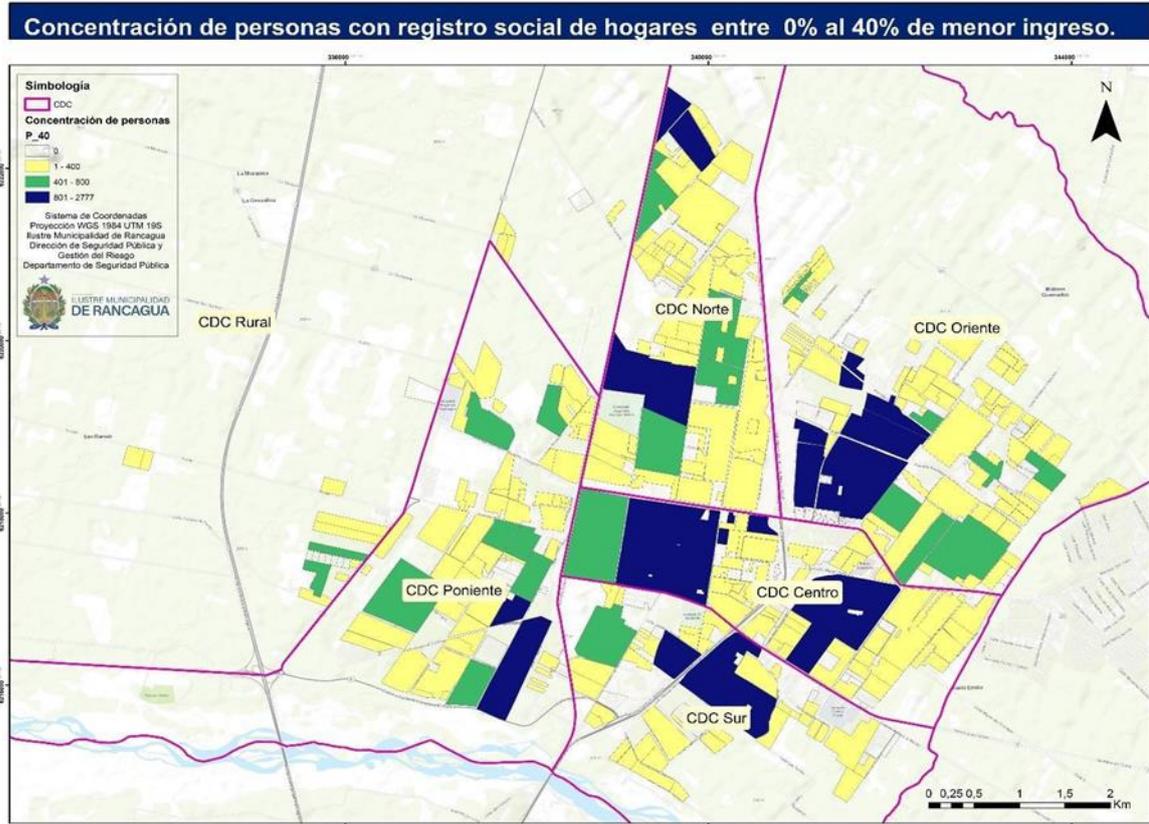
3.- Vulnerabilidad social: Refiere a las relaciones sociales que se dan en un contexto y espacio determinado; formas de organización, creencias, comportamientos y formas de actuar de las personas y las comunidades, de manera que les permita captar de forma más rápida y segura los efectos de una situación adversa. En este caso se evalúan factores como la vulnerabilidad educativa, política o cultural, siendo estas aristas de la vulnerabilidad social que se obtienen a través de la caracterización de la población comunal.

4.- Vulnerabilidad Económica: relacionada con el desarrollo económico de un territorio, contempla las relaciones de producción, económicas y comerciales que se establecen en el escenario y su entorno, así como con el acceso y uso de los recursos disponibles para una correcta gestión del riesgo de desastres.

Para el caso de Rancagua, la vulnerabilidad social y económica se ejemplificará con el Registro Social de Hogares, siendo un sistema que recopila información, con datos que entregan los mismos hogares y también las instituciones del Estado, permitiendo identificar a las y los beneficiarios de los distintos tipos de ayuda económica y programas sociales. Con la información que se ingresa, se establece una calificación socioeconómica que asigna cada hogar a un tramo. Para determinar los tramos se consideran los ingresos, composición familiar, vivienda, educación y salud, entre otros aspectos. (Ministerio de Desarrollo Social, 2024)

En febrero del año 2022 la comuna de Rancagua presentaba un total de 129.668 hogares registrados en el registro social de hogares, de estos el 46,5% pertenece al tramo 1 del 0% al 40% de menor ingreso. Municipalidad de Rancagua, 2024, Rancagua en cifras).

Figura 31 Concentración de personas con registro social de hogares entre 0% a 40%.



Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

- **Campamentos**

Los campamentos se configuran como espacios fuertemente expuestos a amenazas naturales, ya que concentran población vulnerable y las políticas públicas tienen un margen de acción limitado (Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres. (s.f.). Vulnerabilidad de campamentos y riesgo de desastres. CIGIDEN). La comuna de Rancagua no es ajena a esta realidad, a la fecha de diciembre 2019 existen 465 familias viviendo en campamentos y para enero del 2022 existen 11 asentamientos irregulares reconocidos como campamentos, información otorgada por el Departamento de Protección Social dependiente de la Dirección de Desarrollo Social. En cuanto a la espacialidad de los

1. Sector Norte: Los Arcángeles
2. Sector Sur: El rabanal, Los Paltos, Ribera del Río
3. Sector Oriente: Molinos quemados, Las Pesebreras (Ex Vicuña Mackenna)
4. Sector Poniente: Río Loco, Trapiche Molino Viejo
5. Rural: Puente alta

Figura 32 Cantidad de campamentos en la comuna de Rancagua

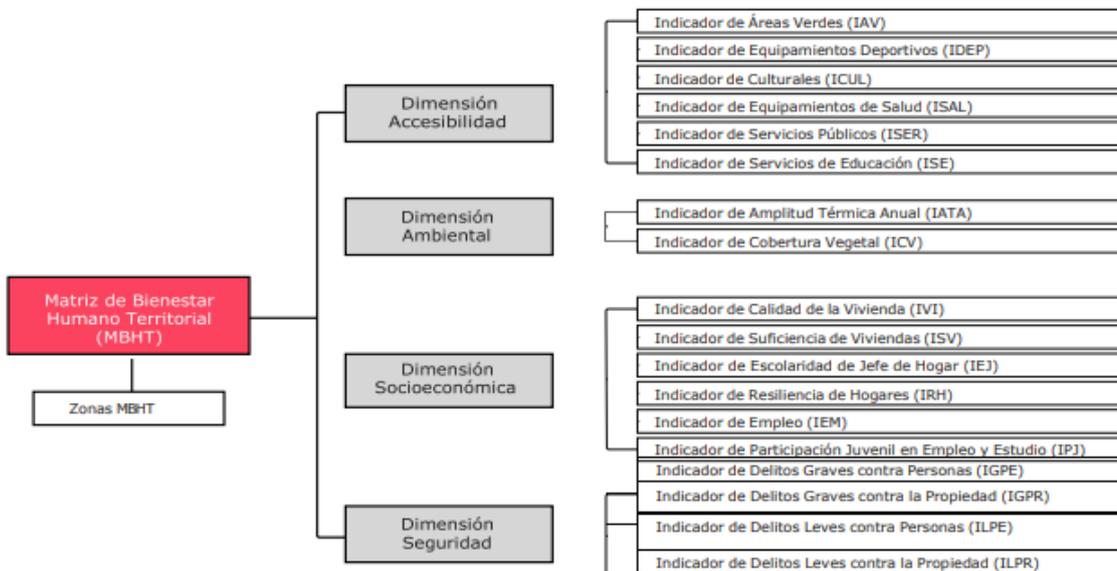


Fuente: Elaboración propia con datos del Censo 2017

- Matriz de bienestar humano territorial

La Matriz de Bienestar Humano Territorial es una herramienta elaborada por la Universidad Adolfo Ibáñez, que se utiliza para analizar y visualizar los factores que influyen en el bienestar de las personas dentro de un territorio determinado, considerando 4 dimensiones y 18 indicadores. Su principal propósito es identificar y medir diversas dimensiones del bienestar humano, teniendo en cuenta aspectos sociales, económicos, ambientales y culturales que afectan la calidad de vida del área en cuestión, aportando en la planificación y políticas públicas, en la evaluación de proyectos, investigación académica o para la participación ciudadana.

Figura 33 Dimensiones e indicadores de MBHT

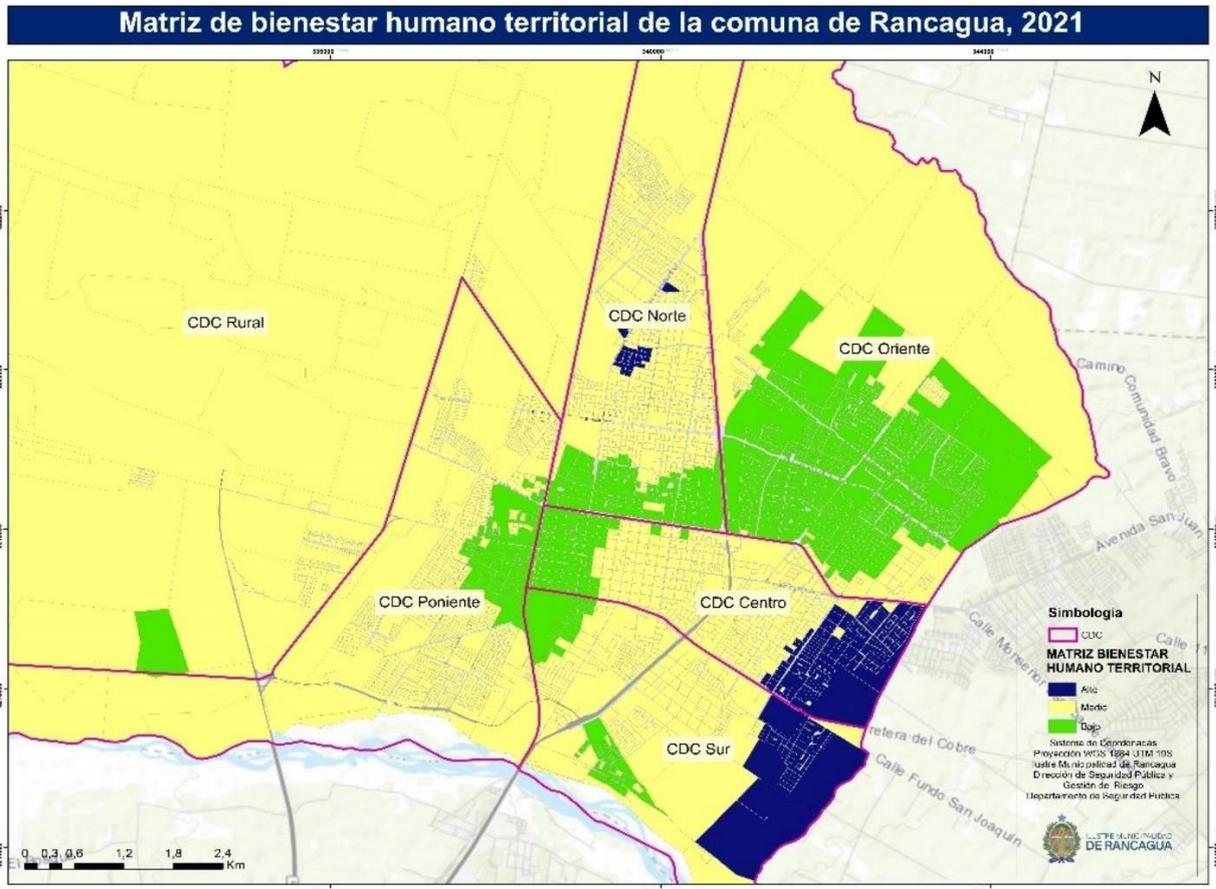


Fuente: Universidad Adolfo Ibáñez, Matriz de Bienestar Humano Territorial

Esta matriz es multiescalar, decir, aplicable a nivel nacional, regional o local incluso en barrios específicos, es importante mencionar que la información se organizará de acuerdo con las características propias del territorio existente.

Para la comuna de Rancagua el ejercicio mencionado anteriormente da como resultado una notable tendencia de un bajo bienestar humano territorial en el sector oriente y parte del sector norte, centro, poniente y sur mientras que un alto bienestar humano territorial se visualiza en los CDC centro y sur de la comuna limite comunal con Machalí, en los cuales se puede notar las poblaciones de Villa Triana, Don rodrigo, San Damián entre otras.

Figura 34 matriz de bienestar humano territorial de la comuna de Rancagua



Fuente: Elaboracion propia con datos IDE

7.1.3 Dimensión sociocultural

7.1.3.1 ORGANIZACIONES FUNCIONALES Y TERRITORIALES REGISTRADAS

Tabla 9: Distribución de organizaciones funcionales

CATEGORÍA	CANTIDAD
Centros Culturales	17
Centros de Madres	159
Centros de Padres y Apoderados	0
Organizaciones de Adulto Mayor	206
Compañías de Bomberos	8
Juntas de Vecinos	286
Otras Organizaciones Comunitarias Funcionales	47
Uniones Comunales	2
COSOC	1
Consejo Comunal de Seguridad Pública	1

Fuente: Dirección de Seguridad Pública y Gestión del Riesgo. Sistema Nacional de Información Municipal – SUBDERE

7.1.3.2 PARTICIPACIÓN DE LA SOCIEDAD CIVIL EN LAS DECISIONES DE DESARROLLO

Tabla 10 Mayor y menor participación de la sociedad civil en las decisiones de desarrollo

TEMA	MEDIDA	RANKING	EN RANCAGUA	PROMEDIO NACIONAL
N° de organizaciones de la sociedad civil por cada 1.000 hab.	Relación	RGUA MACHALI	17,07	14,08%
N° de organizaciones comunitarias por c/1.000	Relación	RGUA MACHALI	14,28	11,73%
Porcentaje de proyectos urbanos de alto impacto con participación Ciudadana Anticipada (PACA)	%	RGUA MACHALI	50,00%	64,40%
Municipio cuenta con mecanismos de Presupuestos participativos	SI/NO	-	NO	36% SI
				64% NO
Monto total per cápita de fondos entregados por el municipio a la comunidad vía proyectos concursables para mejoramiento urbano	\$ por habitante	-	-	\$1.149,11
Porcentaje de participación en las elecciones municipales 2016	%	90°	28,09%	36,03%

Fuente: Sistema de Indicadores y Estándares de Desarrollo Urbano (SIEDU) 2020 www.siedu.ine.cl

Tabla 11 Participación en Elecciones Municipales 2021

NACIONAL	REGIONAL	RANCAGUA
43,35%	47,37%	39,64%

Fuente: Servel

En 2021, de las 33 comunas de la región, Rancagua tuvo la participación más baja. De 194.487, sólo votaron 77.098 (39,64%). En el Plebiscito 2020, votaron 106.680, equivalente al 54,85%.

Las respuestas a SOLICITUDES DE INFORMACIÓN, es decir, porcentaje de solicitudes de transparencia respondidas a nivel comunal, es de 87% ubicando a Rancagua/Machalí en la 5ª capital regional. Fuente CEDEUS 2020 basado en Portal de Transparencia, 2019.

7.1.3.3 MONUMENTOS HISTÓRICOS Y ZONAS TÍPICAS DE RANCAGUA

MONUMENTOS HISTÓRICOS⁴ :Son lugares, ruinas, construcciones y objetos de propiedad fiscal, municipal o particular que por su calidad e interés histórico o artístico o por su antigüedad, se han declarados como tales por decreto supremo, dictado a solicitud y previo acuerdo del Consejo.

- Iglesia de La Merced
- Casa Museo Regional
- Casa Museo Pilar Esquina
- Casa de la Cultura
- Colección del Museo Regional
- Edificio Gobernación Cachapoal

ZONA TÍPICA⁵ : Son agrupaciones de bienes inmuebles urbanos o rurales, que constituyen una unidad de asentamiento representativo de la evolución de la comunidad humana, y que destacan por su unidad estilística, su materialidad o técnicas constructivas.

- Entorno Iglesia La Merced
- Plazuela Santa Cruz de Triana (Instituto O'Higgins)
- Plaza Los Héroes y entorno
- Pasaje Trénova

⁴ Consejo de Monumentos Nacionales de Chile: www.monumentos.gob.cl

⁵ Ib Id

- EN PROCESO DE SER DECLARADA ZONA TÍPICA
 - a. Población Las Viudas
- EN PROCESO DE SER DECLARADA ZONA DE CONSERVACIÓN HISTÓRICA
 - a. Eje Estado

7.1.4 Dimensión económica

En Rancagua hay 106.481 personas trabajando en alguna actividad económica, lo que se traduce en un 44% de la población según el último Censo realizado (2017).

Tabla 12 Cantidad de personas y distribución porcentual según actividad económica

RAMA DE ACTIVIDAD ECONÓMICA	CONTEO	PORCENTAJE
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas	20 320	19,08%
Rama no declarada	11 864	11,14%
Construcción	8 412	7,90%
Enseñanza	7 009	6,58%
Transporte y almacenamiento	6 738	6,33%
Industrias manufactureras	6 595	6,19%
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	6 197	5,82%
Actividades de servicios administrativos y de apoyo	6 157	5,78%
Explotación de minas y canteras	6 029	5,66%
Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria	5 249	4,93%
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	4 798	4,51%
Actividades de alojamiento y de servicio de comidas	4 373	4,11%
Actividades de los hogares como empleadores; actividades no diferenciadas como productores de bienes y servicios para uso propio	3 003	2,82%
Actividades profesionales, científicas y técnicas	2 760	2,59%
Otras actividades de servicios	1 917	1,80%
Información y comunicaciones	1 335	1,25%
Actividades financieras y de seguros	1 233	1,16%
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreativas	1 193	1,12%
Suministro de agua; evacuación de aguas residuales, gestión de desechos y descontaminación	495	0,46%
Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado	427	0,40%
Actividades inmobiliarias	374	0,35%
Actividades de organizaciones y órganos extraterritoriales	3	0,00%
TOTAL	159 148	100,00%

Fuente: Dirección de Seguridad Pública y Gestión del Riesgo – Ilustre Municipalidad de Rancagua con datos del CENSO 2017.

Tabla 13 Empresas y Trabajadores en Rancagua (octubre 2023 – SII)

TRAMO según ventas (5 tramos)	Número de EMPRESAS	N° de TRABAJADORES dependientes informados	N° de trabajadores dependientes de género FEMENINO informados	N° de trabajadores dependientes de género MASCULINO informados
Micro	10.655	11.646	5.679	5.873
Pequeña	3.007	47.263	20.564	26.518
Mediana	348	30.147	10.717	18.435
Grande	139	31.082	11.959	19.019
Sin ventas /Sin Info	3.644	11.825	5.758	6.025
TOTAL	17.793	131.963	54.677	75.870

Fuente: Servio de Impuestos Internos https://www.sii.cl/sobre_el_sii/estadisticas_de_empresas.html

Tabla 14 Porcentaje de Trabajadores por Género y Tipo de Empresa (Rancagua 2023)

TRAMO	FEMENINO	MASCULINO
Micro	49%	51%
Pequeña	44%	56%
Mediana	37%	63%
Grande	39%	61%
Sin ventas /Sin Info	49%	51%
TOTAL	42%	58%

En las Microempresas es donde hay mayor igualdad de personas trabajadoras por género.

Mientras que donde hay mayor diferencia es en las Medianas con un 63% de género masculino.

Fuente: Elaboración propia con información del Servicio de Impuestos Internos.

7.1.5 Dimensión ambiental

7.1.5.1 GEOMORFOLOGÍA

En relación con la geomorfología, Rancagua participa de dos unidades geomorfológicas principales; la cordillera de la costa hacia el sector norponiente y la cuenca de Rancagua que ocupa la mayoría del territorio comunal, inserta en la depresión intermedia. Según el Ministerio de Obras Públicas (citado en CIREN, 2022) las mayores cumbres de la comuna se ubican en la cordillera de la costa y corresponden a los cerros Quillauquén (1.640 msnm), Butalco (1.240 msnm), Centinela (700 msnm) y Cañete (920 msnm).

En la comuna de Rancagua se visualizan tres unidades geomorfológicas: los faldeos occidentales de la cordillera de los Andes, los faldeos occidentales de la cordillera de la Costa, y la depresión intermedia en la que se encuentra la cuenca de Rancagua. La Cordillera de la Costa se localiza en el sector norponiente de la comuna y al ser más antigua que la Cordillera de los Andes, es posible notar la meteorización que se encuentran las formaciones rocosas, compuesta principalmente por rocas graníticas de la era paleozoicas y mesozoicas. Estas constituyen una cubierta de roca descompuesta, conocida comúnmente como Maicillo, lo que permite la filtración y acumulación de pequeñas cantidades de agua subterráneas, beneficiada por una topografía de lomaje suave. (CIREN, 2022) Esta unidad geomorfológica es de menor altura que la Cordillera de los Andes. La cuenca de Rancagua situada en la depresión intermedia entre las cordilleras ya mencionadas se ubica entre la angostura de Paine y la angostura de Pelequén, siendo una llanura principalmente de relleno aluvial, donde los ríos han actuado como agentes aportantes de material a la cuenca. Esta situación ha predeterminado el comportamiento hidrogeológico y sísmico de la zona.

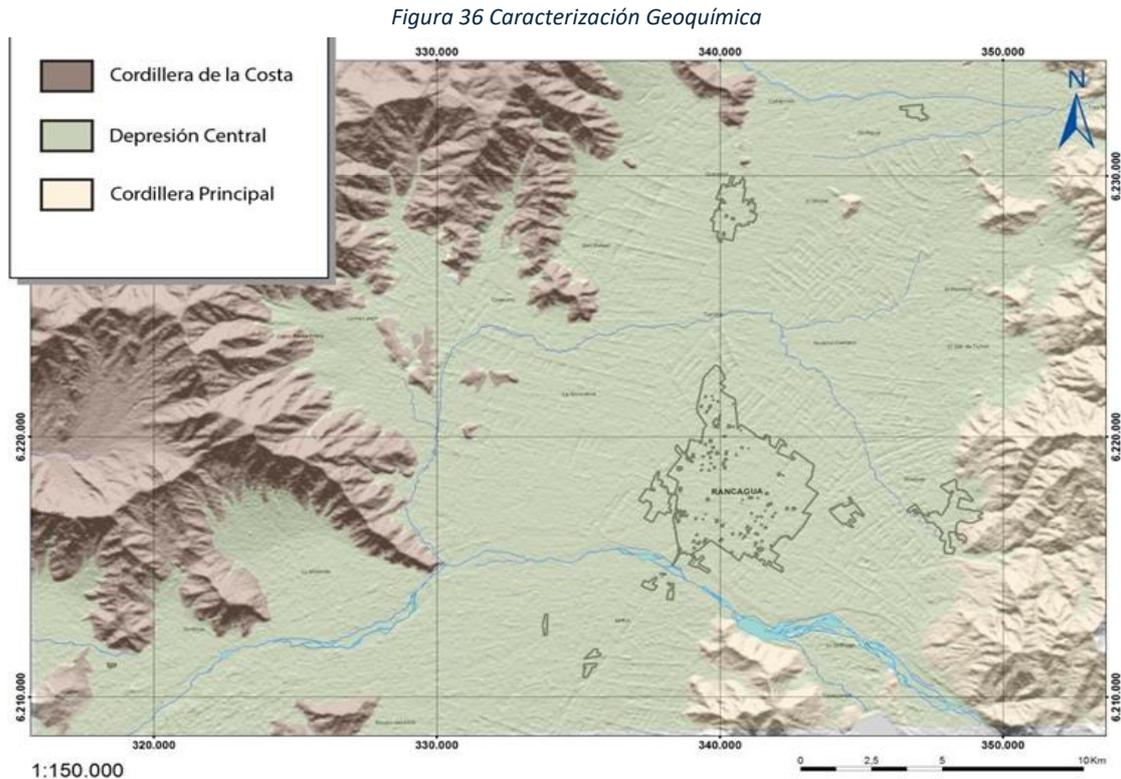
Figura 35 Geomorfología de la Comuna de Rancagua



Fuente: CIREN, 2016

Geomorfológicamente el área de estudio se centra en la Depresión Central, unidad morfo estructural rellena con depósitos sedimentarios del Pleistoceno-Holoceno, que separa las rocas del Mesozoico que afloran al oeste (cordillera de la Costa), de las rocas del Cenozoico que afloran al este (cordillera de los Andes) (Godoy et al., 2009). Acorde a la geología base del área de estudio (ver figura).

El registro geológico del área de estudio se completa con los depósitos sedimentarios no consolidados, los cuales cubren gran parte de la Depresión Central e incluyen al conjunto de depósitos aluviales (PIHa), depósitos aluviales de piedemonte y quebradas (PIHac), los depósitos de remoción en masa (PIHrm), los depósitos fluviales modernos que se depositan a lo largo de los cauces actuales (Hf) y los depósitos de origen antrópico (Hra).



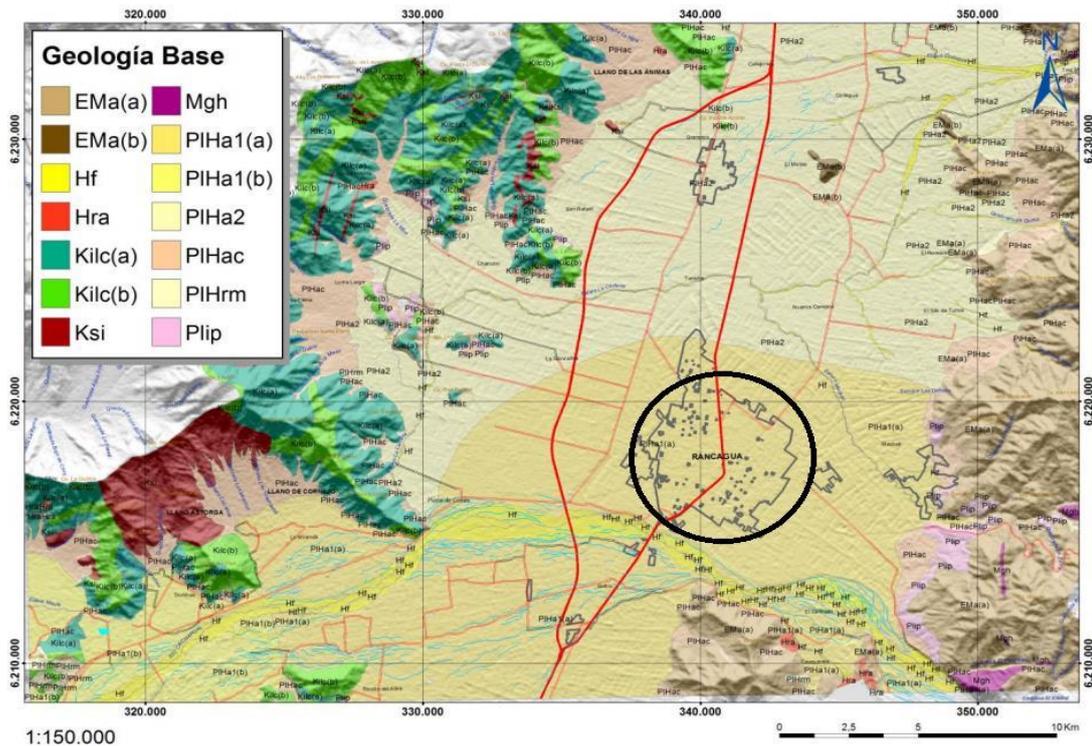
Fuente: Caracterización Geoquímica de los suelos en la cuenca de Rancagua (34°S-34°15'S y 70° 30'O-71°O). Guillermo Enrique Aliaga Aliaga. Santiago 2016.

Como se muestra en la figura la geología base del área de estudio muestra que la ciudad de Rancagua predomina los depósitos Aluviales del periodo del Pleistoceno – Holoceno. Este tipo de suelo corresponde a sedimentos acumulados en las partes topográficamente más bajas de la depresión central, se presentan poco consolidados, estratificados, compuestos por bolones, gravas, arenas, limos y arcillas. Confirman amplios abanicos en la depresión central, y terrazas ubicadas en ambas riberas del río Cachapoal y el estero Codegua. Son depósitos aluviales, coluviales y de remoción en masa.

Se reconocen litológicamente distintos depósitos aluviales, los PLHa1 se encuentran asociados al río Cachapoal, son sedimentos estratificados compuestos principalmente por bolones, gravas y arenas estratificadas y, en menor cantidad, intercalaciones métricas de limos y arcillas. Se distribuyen en las partes medias y altas del abanico asociado a antiguos cursos del río Cachapoal.

El perfil litológico descrito se condice con el mapa geológico del SERNAGEOMÍN.

Figura 37 Mapa Sernageomin



Fuente: Sernageomin Geología base área de estudio.

7.1.5.2 GEOLOGÍA Y MINERÍA:

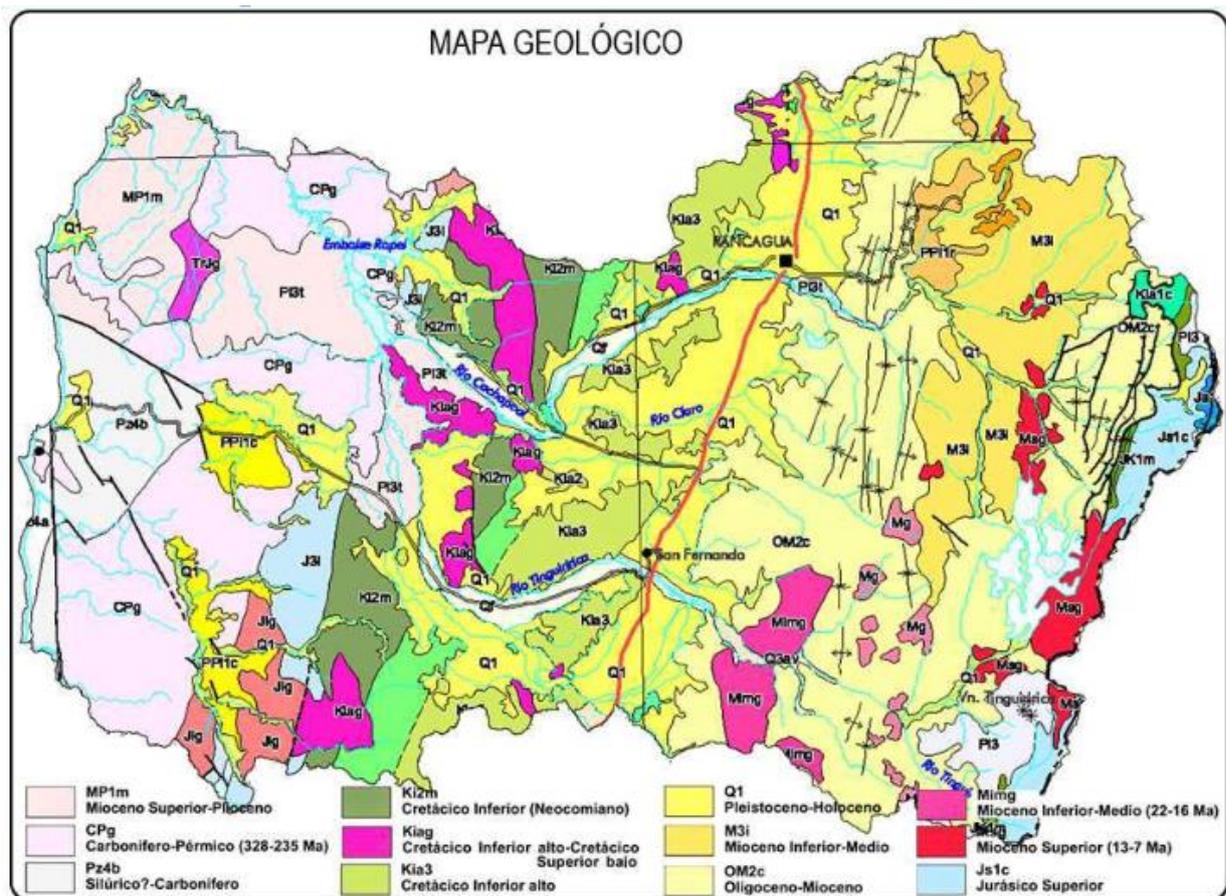
La Data de la formación geológica de la comuna de Rancagua se encuentra entre la era Mesozoica y Cenozoica. En relación con los eventos volcánicos registrados se encuentra la formación Abanico (EMa) la cual cubre gran parte del sector oriente de la comuna y corresponde a una secuela de lavas de composiciones andesíticas a basálticas, con intercalaciones de rocas piroclásticas y sedimentarias, su formación se sitúa en la época del eoceno, perteneciente al periodo paleógeno de la era Cenozoica y la Ignimbrita Pudahuel (Plip) esto ocurre en la época del pleistoceno, perteneciente al periodo del cuaternario de la era Cenozoica y corresponde a una explosión de carácter riolítico, definidas como rocas volcánicas ricas en Sílice, quedando evidenciado por los extensos depósitos que se encuentran ampliamente disperso en la Cordillera de la Costa (Servicio Nacional de geología y minería, 2013).

A partir de este momento, el registro geológico es de carácter sedimentario continental incluyendo depósitos aluviales, depósitos fluviales lacustres, depósitos aluviales de piedemonte y depósitos de origen antrópico. Los depósitos aluviales se caracterizan por ser capas de sedimento estratificados de formación desordenada, modernamente consolidados, constituyendo abanicos aluviales de 2 a 10 kilómetros de radio, estos depósitos están presente en la mayor parte de la cuenca de Rancagua, mientras que los depósitos fluviales lacustres corresponden a un sector marginal de los cauces fluviales y finalmente los depósitos aluviales de piedemonte, se ubican en las quebradas y los pies de las serranías que conforman la cordillera de la costa, los cuales presentan grandes diferencias granulométricas que inciden en las variaciones de permeabilidad.

De acuerdo con lo descrito en el Mapa Geológico de Chile realizado por el Servicio Nacional de Geología y Minería en el año 2003, Rancagua se compone geológicamente de las siguientes composiciones:

- Kia2: Compuesta por rocas epiclásticas, piroclásticas y lavas andesíticas y basálticas con intercalaciones lacustre, localmente marina.
- Kia3: Compuesta de lavas y brechas basálticas a andesíticas, rocas piroclásticas andesíticas a riolíticas, escasas intercalaciones sedimentarias.
- PL3t: Compuesta por depósitos piroclásticos principalmente riolíticos, asociados a calderas de colapso.
- Q1: Corresponde a depósitos aluviales coluviales y de remoción en masa, en menor proporción fluvio-glaciales, deltaicos, Litorales o indiferenciados
- Qf: Compuesta por depósitos fluviales, gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación.

Figura 38: Formación geológica de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins



Fuente: CIREN, 2016

Rancagua, destaca sobre las otras comunas de la región por su extracción de recursos mineros, según el servicio Nacional de Geología y Minería (2012) concentra las faenas mineras de cobre y oro, con un total de 183 faenas, Sin embargo, un gran porcentaje de ellas se encuentran funcionando de manera irregular o en estado de abandono y solo un 3.8% de las faenas se encuentran activas (CIREN, 2016).

Figura 39 Faenas Mineras de la comuna de Rancagua

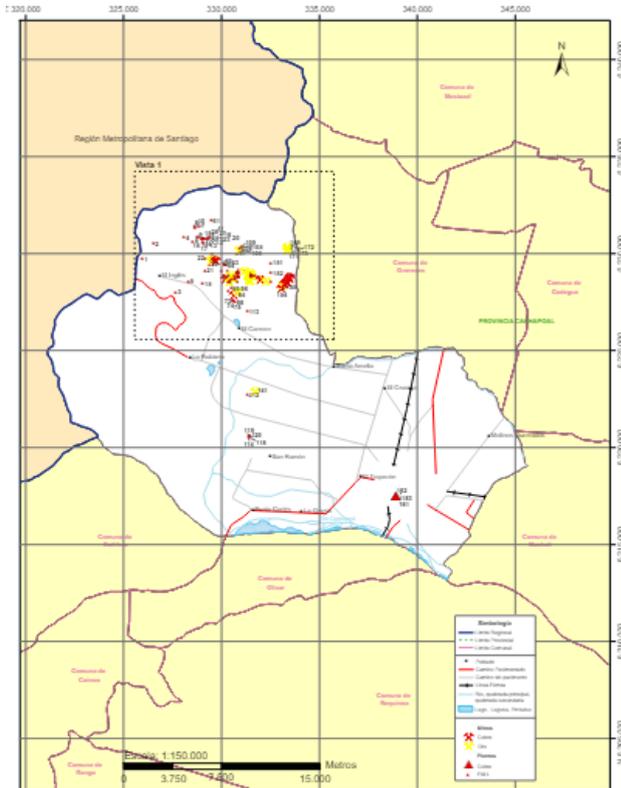
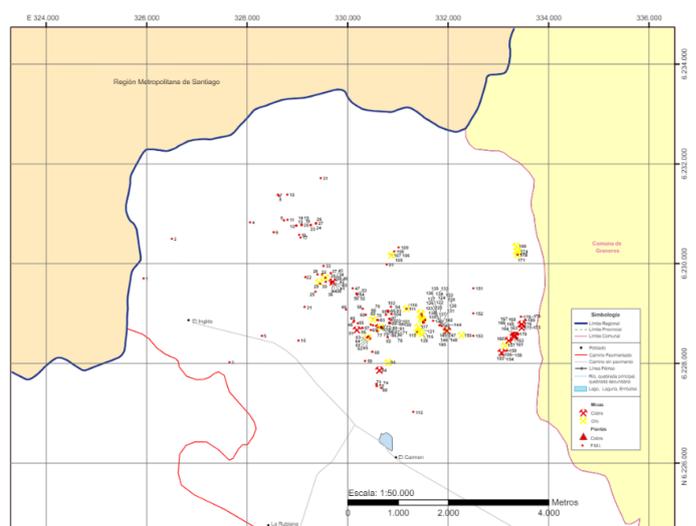


Figura 40 Faenas mineras de la comuna de Rancagua (Detalle)



Fuente: Atlas de faenas mineras. Regiones de Valparaíso, de O'Higgins y Metropolitana (Versión actualizada), 2012

La comuna de Rancagua presenta distintos tipos de uso de suelo, siendo la agricultura la actividad predominante, ocupando una superficie superior a las 9.000 hectáreas, las cuales se encuentran bordeando la ciudad de Rancagua. En segundo lugar, se encuentran los matorrales con una superficie de 6.500 hectáreas y se encuentran ubicados en su gran mayoría hacia la zona poniente de la comuna donde inicia la Cordillera de la Costa al igual que las zonas boscosas. En tercer lugar, se encuentra la zona urbana con 5.600 hectáreas aproximadamente. Mayor detalle se puede ver en la siguiente tabla y figura, elaborada en base a la información del proyecto Map Biomás Chile (2024).

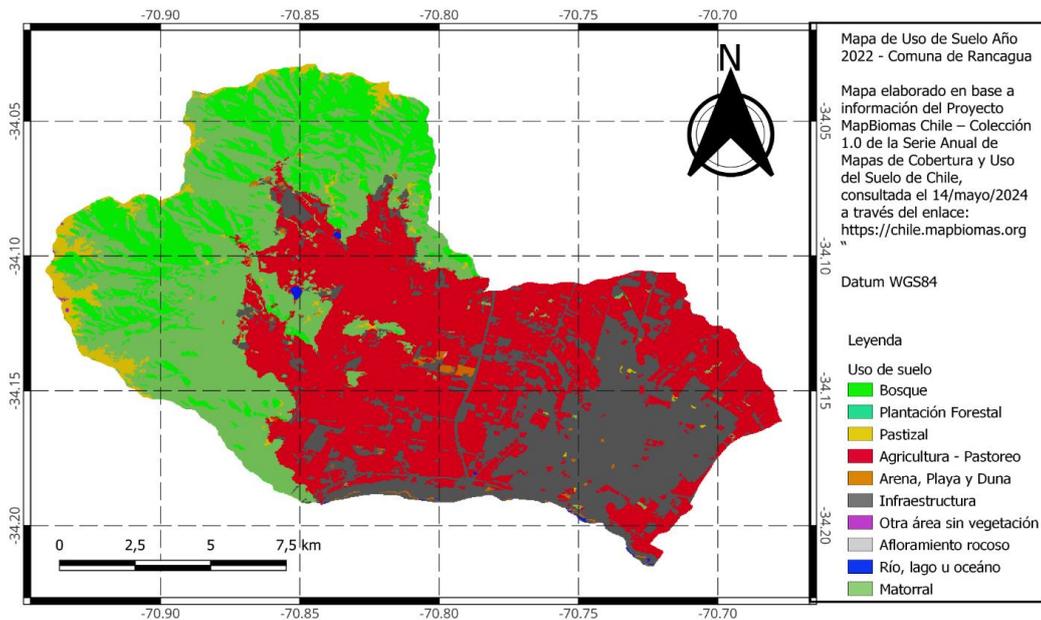
Tabla 15 Clasificación de suelos.

BIOMAS	SUPERFICIE (ha)
Formación boscosa	3.421,92
Bosque	3.421,92
Formación natural no boscosa	7.279,99
2.2. Pastizal	737,19
2.3. Matorral	6.540,87
2.4. Afloramiento Rocoso	1,93
Agropecuaria y Silvicultura	9.604,07
Plantación forestal	9,44
Mosaico de agricultura y pastura	9.594,63
Área sin vegetación	5.747,20
Infraestructura	5.608,26
Arena, Playa y Duna	131,22
Otra área sin vegetación	7,73
Cuerpo de agua	40,24
5.1 Río, lago u océano	40,24
TOTAL GENERAL	26.093,43

Fuente: Dirección de Seguridad Pública y Gestión del Riesgo - Municipalidad de Rancagua⁶.

⁶ En base a información obtenida del Proyecto MapBiomás Chile - Colección 1.0 de la Serie Anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de Chile (2024). <https://chile.mapbiomas.org>.

Figura 41 Mapa de uso de suelos de Rancagua

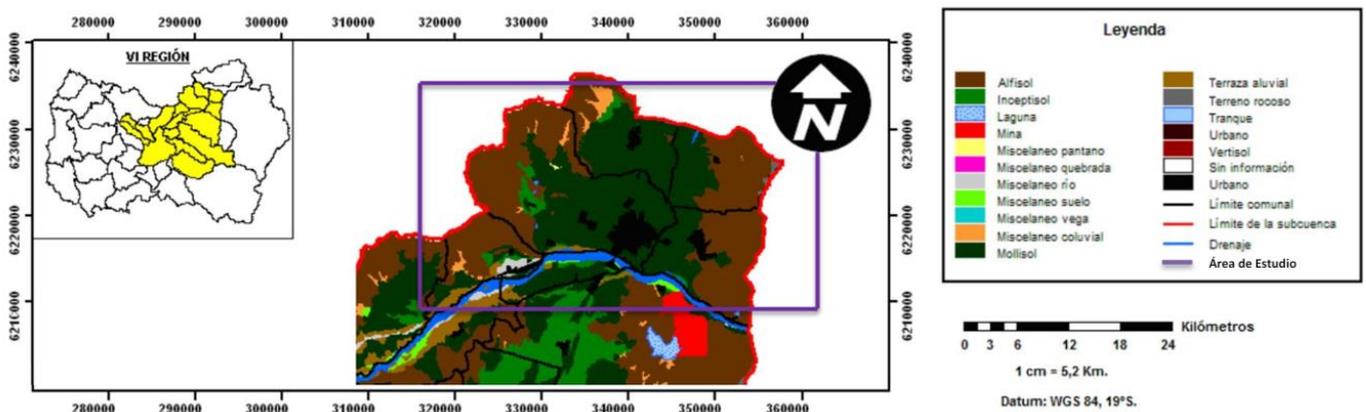


Fuente: Dirección de Seguridad Pública y Gestión del Riesgo - Municipalidad de Rancagua.⁷

Los suelos presentes en el área de estudio son predominantemente de origen aluvial y pertenecen a los órdenes Molisol, Inceptisol y Alfisol.

El término Molisol corresponde a suelos altamente permeables, capaces de absorber una gran cantidad de agua. Se pueden encontrar en la cercanía de los cursos de los ríos, donde existen suelos superficiales a moderadamente profundos. En la zona que corresponde a Rancagua predomina los suelos del tipo Molisol y urbano.

Figura 42 Distribución de uso de suelo



Fuente: Caracterización Geoquímica de los suelos en la cuenca de Rancagua (34°S-34°15'S y 70° 30'O-71°O).
Guillermo Enrique Aliaga Aliaga. Santiago 2016.

El término Inceptisol corresponde a suelos moderadamente permeables, ubicados en la depresión central, donde se ubica una gran cuenca de sedimentación, con suelos jóvenes y poco desarrollados. Estos suelos son derivados de sedimentos fluviales recientes, de texturas medias a pesadas, que los hace moderadamente permeables; utilizados con fines agrícolas.

⁷ En base a información obtenida del Proyecto MapBiomias Chile - Colección 1.0 de la Serie Anual de Mapas de Cobertura y Uso del Suelo de Chile (2024). <https://chile.mapbiomas.org>.

El término Alfisol corresponde a suelos impermeables, formados a partir de materiales graníticos, los cuales se encuentran concentrados principalmente en la cordillera de la costa, poseen texturas livianas a medias en el horizonte superficial, mientras que en el horizonte que subyace registra abundante contenido de arcillas; esta ordenación de texturas favorece la impermeabilidad de los suelos.

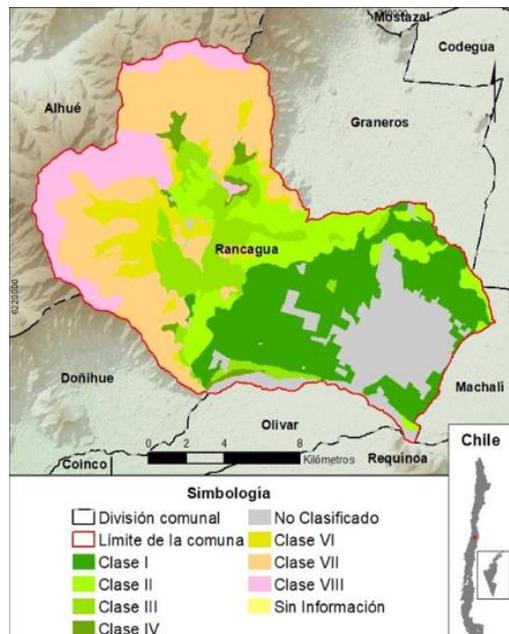
Es indiscutible afirmar que es en esta zona donde se encuentran los suelos más aptos para el desarrollo de la agricultura. (Luzio y Alcajaga, 1992).

7.1.5.3 USOS DE SUELOS:

Los suelos del valle central, en donde se emplaza la cuenca de Rancagua, son suelos aluviales, originados por sedimentos derivados de rellenos de materiales transportados o depositados en las planicies costeras y valles interiores. Debido a la intensa meteorización que ha sufrido una de las macrounidades fisiológicas presentes en la comuna (Cordillera de los Costa) ha generado suelos rojos – arcillosos, taxonómicamente denominados como suelos de orden Alfisoles, siendo altos en base de intercambio teniendo un elevado contenido de aluminio (Al) y Hierro (FE). Son suelos cuyo régimen de humedad es alto, capaces de suministrar agua a las plantas mesófilas durante más de la mitad del año o por lo menos durante más de tres meses consecutivos a lo largo de la estación de crecimiento de las plantas conocido como suelos mullidos. En la depresión intermedia entre las comunas de San Felipe y Rancagua existe un desarrollado moderado de suelos de orden Molisoles (según clasificación taxonómica), siendo suelos superficiales a moderadamente profundos con epipedón mólico, desarrollados con materiales volcánicos y sedimentarios; tienen horizontes superficiales oscurecidos ricos en materia orgánica, estructurados en gránulos bien desarrollados de consistencia friable y dotados suficientemente de bases, principalmente calcio (CA) y magnesio (MG).

En cuanto a la Capacidad de Uso de los suelos (CUS) siendo una clasificación técnica interpretativa del suelo, basada en los efectos combinados del clima y las características permanentes del suelo. Su objetivo es clasificar los suelos para determinar su uso y señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos propios de una zona, como también indicar las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos (CONAF 2019) La distribución espacial de la CUS para la comuna de Rancagua sería de la siguiente manera; el 22,51% (5.872,91 ha) corresponde a la Clase I, el 11,57% (3.020,12 ha) corresponde a la Clase II, el 9,14% (2.384,68 ha) a la Clase III, el 1,60% (416,57 ha) a la Clase IV, el 6,32% (1.647,84 ha) corresponde a la Clase VI, el 24,63% (6.426,70 ha) a la Clase VII, el 10,26% (2.676,98 ha) a la Clase VIII y el 13,98% (3.647,98 ha) es no clasificado (NC), correspondiente a superficies de cursos de agua, zona urbana, etc.

Figura 43 Distribución espacial de calidad de uso del suelo en la comuna de Rancagua



Fuente: Sistema de monitoreo de ecosistemas forestales 2019, CONAF

Tabla 16 Caracterización de los tipos de uso de suelo.

SUELOS ADAPTADOS PARA EL CULTIVO	
Clase I	Tiene pocas limitaciones, son suelos casi planos, profundos, bien drenados, fértiles y fáciles de trabajar
Clase II	Presentan algunas limitaciones. Corresponden a suelos planos con ligeras pendientes y presentan suelos profundos o moderadamente profundos, de buena permeabilidad y drenaje.
Clase III	Presentan moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de cultivos, requiriendo en algunos casos, prácticas especiales de conservación.
Clase IV	Presentan severas limitaciones de uso que restringen la elección de cultivos. Estos suelos pueden usarse para cultivos, praderas, frutales, praderas de secano, etc.
Clase V	Tienen escaso o ningún riesgo de erosión, pero presentan otras limitaciones que no pueden removerse en forma fácil y que limitan su uso a empastadas, praderas naturales de secano (range) o forestales.
SUELOS DE USO LIMITADOS	
Clase VI	Suelos inadecuados para cultivos y su uso está limitado a pastos y explotaciones forestales.
Clase VII	Son suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos, siendo el pastoreo y la explotación forestal su uso fundamental.
Clase VIII	Sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas
NC	Corresponde a usos de suelos no clasificados para cultivos

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAF

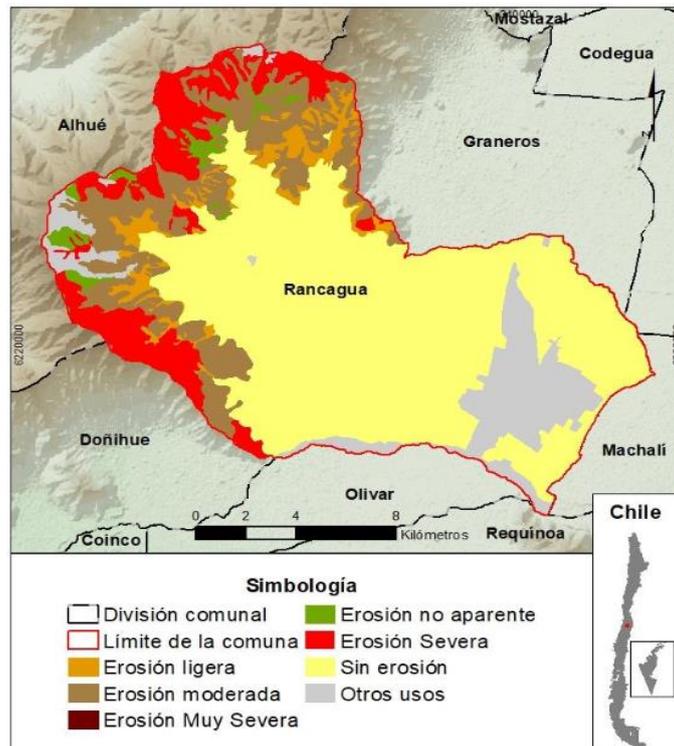
En el año 2010 CIREN realiza un estudio relacionado con la erosión del territorio nacional, dicho estudio fue denominado como “Estudio nacional de erosión” en el cual se establece una categorización con respecto al impacto de erosión en los suelos, de esta manera permite orientar de mejor forma los incentivos y optimizar la gestión del suelo a nivel comunal. Según el estudio ya mencionado Rancagua presenta el 0,01% se encuentra con erosión muy severa (2,65 ha) y el 11,13% se encuentra con erosión severa (2.904,03 ha). El 14,72% con erosión moderada (3.841,20 ha), el 5,21% con erosión ligera (1.359,63 ha), el 55,24% sin erosión (14.413,85 ha) y el 1,97% con erosión no aparente (514,70 ha). Existe un 11,72% (3.057,72 ha) de la superficie que es clasificada como otros usos, en los cuales se encuentran las ciudades, los pueblos y las cajas de ríos.

Tabla 17 Caracterización de los tipos de Erosión

TIPO DE EROSIÓN	CARACTERÍSTICAS
Erosión muy severa	Unidad de suelo no aprobadas para cultivo en cuanto se ha destruido en suelo en más de un 60% de su superficie.
Erosión severa	Unidad de suelo con surcos y cárcavas y presenta entre un 30% y 60% de suelo visible.
Erosión moderada	Unidad de suelo que tiene clara presencia del subsuelo en al menos 30% de su superficie.
Erosión ligera	Ligeramente inclinado, con cobertura vegetal semi-densa menor de 75% y mayor de 50%
Erosión no aparente	Unidad de suelo que se encuentra protegido con alguna cubierta vegetal de densidad superior al 75% o su uso está sujeto a buenas prácticas de manejo.
Sin Erosión	Unidad de suelo que corresponde a sitio plano que no presenta alteraciones o signos de pérdida de suelo y protegido de las fuerzas erosivas por una cubierta vegetal.

Fuente: Elaboración propia con datos CONAF

Figura 44 Distribución espacial de la erosión del suelo en la comuna de Rancagua



Fuente: Sistema de monitoreo de ecosistemas forestales 2019, CONAF

7.1.5.4 HIDROGRAFÍA E HIDROLOGÍA

La cuenca hidrográfica del río Rapel forma parte de la VI Región del General Libertador Bernardo O'Higgins, se sitúa entre los paralelos 33°53' y 35°01' de latitud sur, drenando una superficie total de 13.695 km².

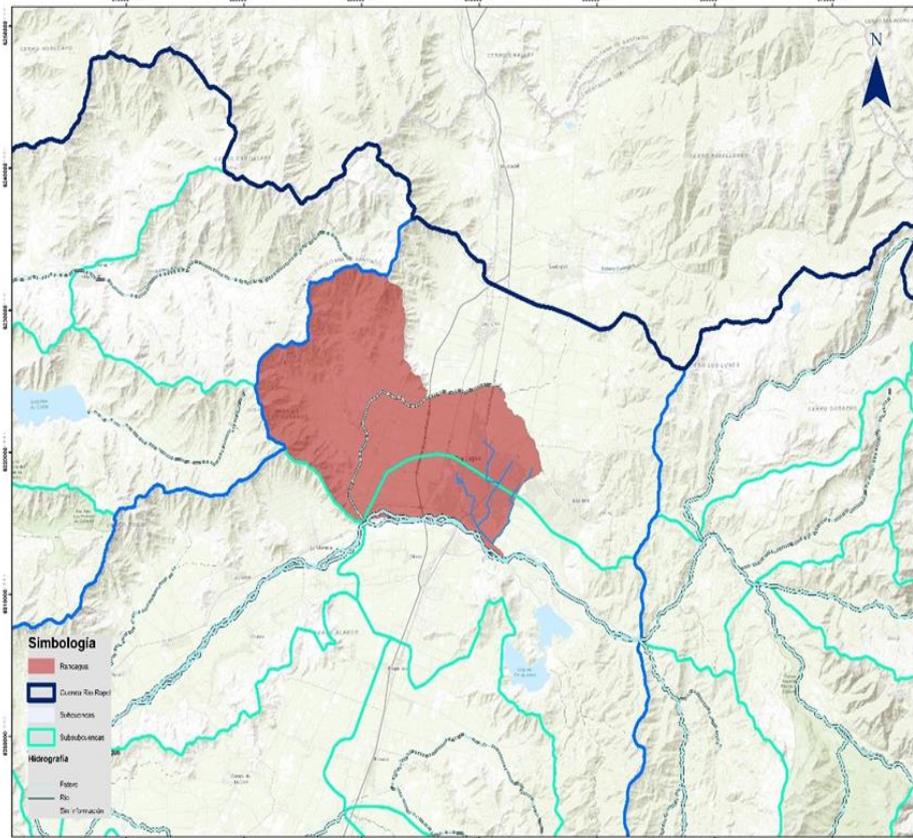
El río Rapel se forma de la unión de los ríos Cachapoal y Tinguiririca, en el lugar denominado La Junta, a unos 6 km al oeste de la localidad de Las Cabras. La confluencia tiene lugar en el interior de la Cordillera de la Costa y se encuentra hoy inundada por las aguas del embalse Rapel, con una capacidad de 680 millones de m³.

Desde La Junta, el río Rapel corre hacia el noreste, en medio de un lecho obstruido por depósitos fluviales. Desemboca en el mar, cerca del pueblo de Navidad, a través de un solo cauce de unos 60 m de ancho. En su recorrido, no recibe afluentes de importancia, siendo el de mayor significación el estero Alhué.

El río Cachapoal, cuya hoya compromete una superficie de 6.370 km², tiene sus cabeceras a los pies de las cumbres englaciadas Pico del Barroco y Nevado de Los Piuquenes alimentado por una larga lengua de ventisquero. En el ámbito cordillerano se le unen varios tributarios de importancia, de los cuales los principales son los ríos Las Leñas, Cortaderal, Los Cipreses y, el más importante, el río Pangal. Cerca del pueblo minero de Coya recibe al río homónimo y más abajo, cerca del valle central, al Claro (Cachapoal). Próximo a esta última confluencia se encuentra la Central Hidroeléctrica Sauzal, de 76.000 kW de potencia, que fue una de las primeras construidas en el país. En una pronunciada curva hacia el norte, en plena Depresión Intermedia, se encuentra la ciudad de Rancagua en su margen norte. Luego el Cachapoal vuelve al SW, siguiendo el pie oriental de la cordillera de la Costa recibe el aporte del estero La Cadena y cerca de la localidad de Peumo se le une el río Claro (Tinguiririca), que se origina en la laguna de Los Cristales, la que ha sido peraltada para formar el pequeño embalse de ese nombre. De Peumo al embalse el río Cachapoal tiene un recorrido de 34 km, en el cual recibe algunos esteros que drenan el Valle Central, como el Antivero o Zamorano.

Su régimen de alimentación es mixto nivo – pluvial, con crecidas en los meses de invierno derivados de las lluvias, que son las más frecuentes, y también crecidas en el período de deshielo (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2013).

Figura 45 Mapa Hidrográfico Comuna de Rancagua



Fuente: Dirección de Seguridad Pública y Gestión del Riesgo, Ilustre Municipalidad de Rancagua

SUBCUENCA DEL RÍO CACHAPOAL

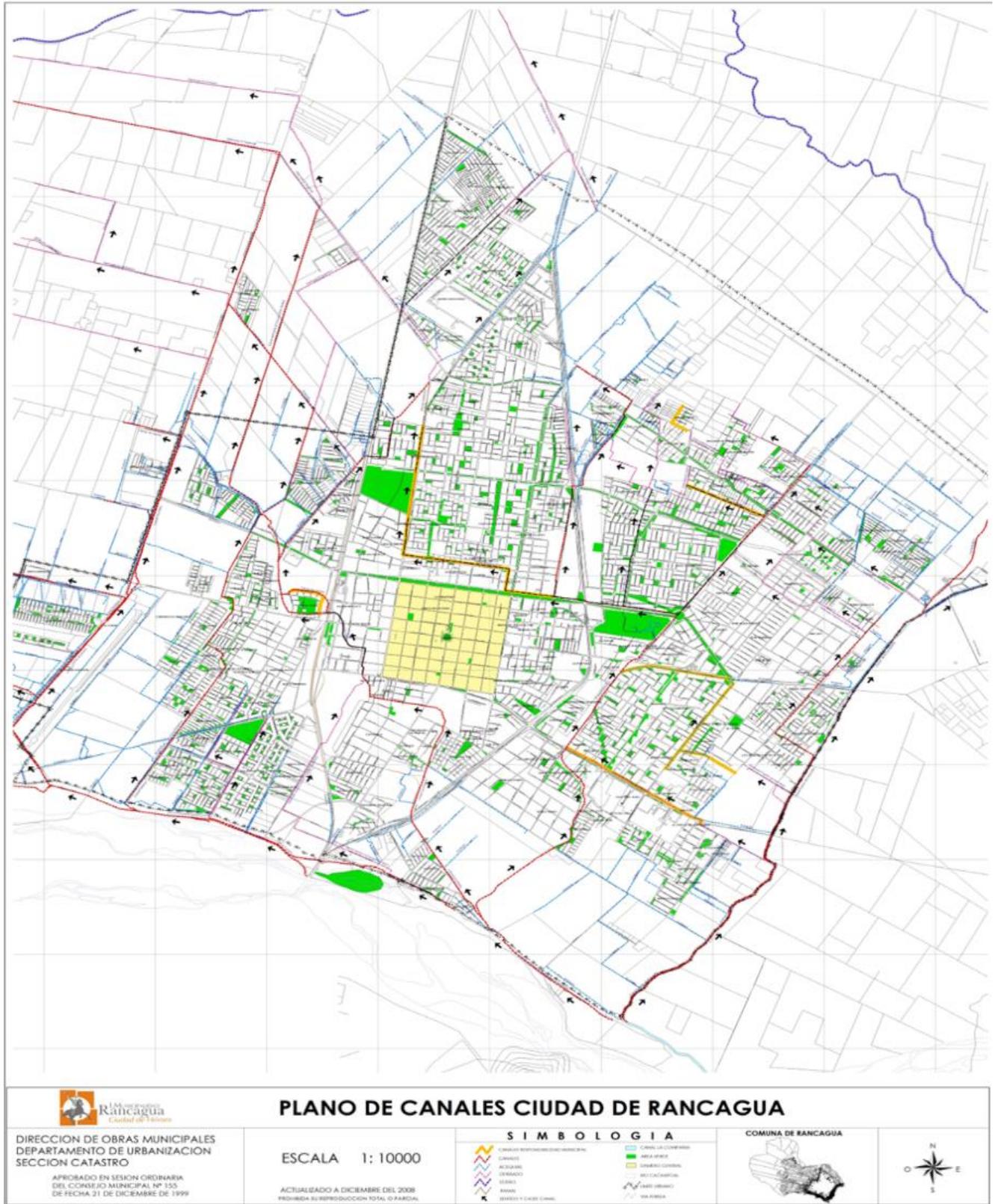
El Río Cachapoal, comprende una superficie aproximada de 7.155 km², siendo sus principales afluentes en la parte alta de la cuenca, son el Río Pangal, por la ribera derecha, y los ríos de Los Cipreses, Cortaderal y Las Leñas, por la ribera izquierda. Por la parte media de la cuenca se une el Estero Las Cadena por ribera derecha, y el río Claro y estero Zamorano por la ribera izquierda. El Río Cachapoal nace en la Cordillera de los Andes sector del volcán Overo, pico del Barroso y nevado de los Piuquenes. El Cachapoal es depositario, en el sector cordillerano, de las aguas de los ríos Las Leñas, Cortaderal, Los Cipreses y del río Pangal (que da origen a la central hidroeléctrica del mismo nombre que abastece a la mina de El Teniente). Cerca del pueblo de Coya, el Cachapoal recibe por su ribera norte al río Coya y enseguida dobla bruscamente al suroeste, por donde se encuentran las centrales hidroeléctricas Sauzal (construida en 1948) y Sauzalito (1959). Además, en el sector se han construido en la última década tres centrales hidroeléctricas más, uniéndose luego el río Claro de Cauquenes, que viene desde el sudeste.

En la depresión intermedia recibe aguas de los esteros Los Leones y La Cadena, del río Claro de Rengo, su principal afluente, y de los esteros Idahue, Zamorano y Antivero. En su curso inferior existen obras de regadío, principalmente en su desembocadura en el río Tinguiririca para formar el Embalse Rapel. Si bien el régimen hidrológico de la zona intermedia es netamente pluvial, el de los ríos que nacen en la alta cordillera, como el Cachapoal, es de régimen pluvionival, donde el agua proveniente del deshielo se utiliza en riego por lo que la onda estacional de deshielo se amortigua e incluso en algunos años secos, la onda de deshielo no se aprecia a la salida de la zona. (Fte. CSIRO).

CANALES DE LA COMUNA DE RANCAGUA.

Por la comuna pasa una serie de canales, los que posibilitan en los tiempos de primavera verano la llegada del agua a las zonas de cultivos, y en invierno ayudan al transporte de las aguas lluvias.

Figura 46 Canales de Rancagua



Fuente: Dirección de Obras Municipales - Ilustre Municipalidad de Rancagua

7.1.5.5 CLIMA DE LA COMUNA

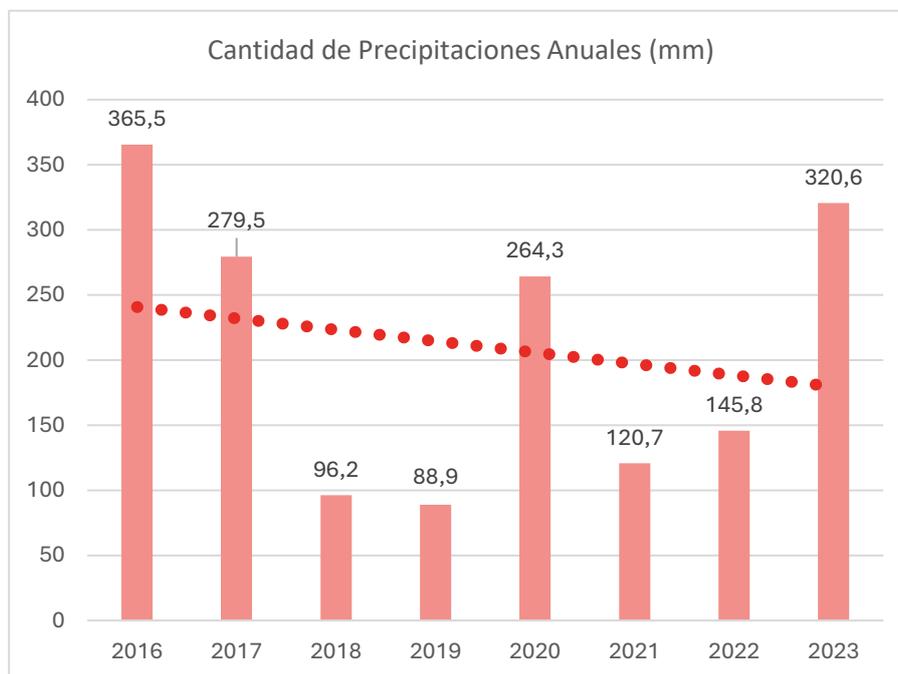
De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, Rancagua participa del Clima Templado cálido con lluvias invernales (CSb).

La comuna se caracteriza por presentar veranos secos y calurosos con temperaturas que fluctúan entre los 10°C y 32°C con promedio de 21,3°C (enero es el mes más cálido), e inviernos fríos y húmedos con temperaturas de van desde los 0°C a 18°C con promedios de 9°C (junio es el mes más frío) (Municipalidad de Rancagua, 2019).

El régimen pluviométrico está determinado por eventos de precipitación que ocurren principalmente durante el invierno austral (mayo - septiembre), con un promedio total de 448,7 milímetros.

Sin embargo, en los últimos años, con sequía prolongada, según la Dirección Meteorológica de Chile, en la Estación Rancagua (340045) ha disminuido y es irregular.

Gráfico 18 Precipitaciones anuales



Fuente: Estación Rancagua I (ubicada en sector Norte) y Estación Rancagua II (Sector Oriente)

En relación con la circulación global de los vientos, prevalecen los de componente sur durante gran parte del año, salvo en tres meses extremos (mayo, junio y julio) donde dominan los vientos del norte, vinculados a eventos de mal tiempo (Ministerio de Vivienda y Urbanismo, 2013).

En los últimos años, producto de la sequía prolongada y de acuerdo con los registros de la Dirección Meteorológica de Chile, las precipitaciones han ido disminuyendo, tal como lo muestran las medias anuales de precipitaciones en 2016 con 365,5 milímetros y 276,5 milímetros en 2017 (Municipalidad de Rancagua, 2019).

7.1.5.6 RECURSOS ECOLÓGICOS Y NATURALES DE LA COMUNA

El concepto de territorio es amplio y diverso, y está ligado principalmente a variables como el paisaje, clima, relieve y, en general, a elementos naturales y antrópicos delimitados en una superficie terrestre donde se produce la interacción del ser humano con su entorno y el uso que la sociedad hace de él (SEA, 2013). En este sentido, el uso de la tierra en la comuna de Rancagua se divide en 6 categorías. Según CONAF (2013), si se contempla la superficie total de la comuna, las Áreas Urbanas e Industriales representan el 14,50% (3.783,33 ha), los Terrenos Agrícolas representan el 43,10% (11.244,43 ha), las Praderas y matorrales el 7,78% (2.029,97

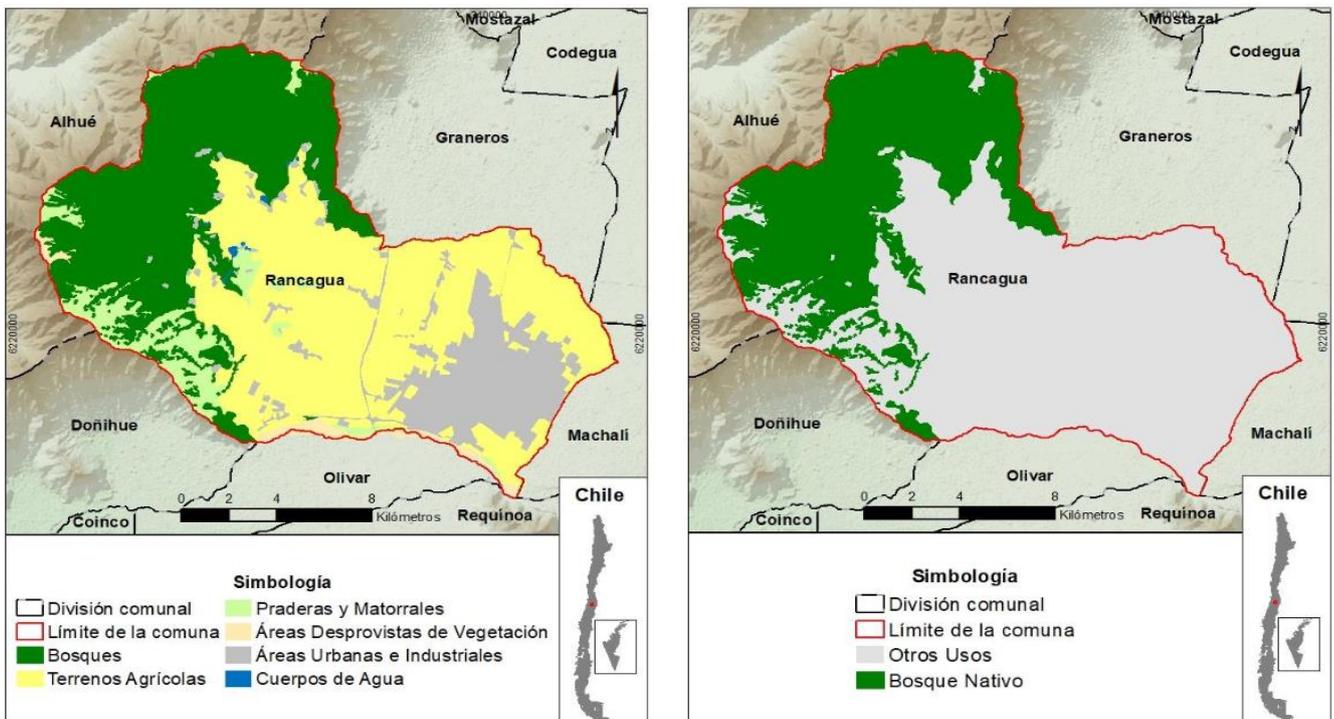
ha), los Bosques el 32,59% (8.502,85 ha), las Áreas Desprovistas de Vegetación el 1,83% (476,39 ha) y los Cuerpos de Agua el 0,19% (49,78 ha)⁸.

De acuerdo con Luebert y Pliscoff (2017), la zona está inserta en el piso vegetacional “Bosque espinoso mediterráneo interior de Acacia caven y Prosopis chilensis”, que como señala su nombre, es dominada por el espino y el algarrobo. Esta formación se caracteriza por ser un bosque abierto con un alto nivel de degradación. En el estrato arbóreo además se pueden encontrar especies esclerófilas como Quillaja saponaria (quillay), Lithraea caustica (litre) y Maytenus boaria (maitén). En cuanto a la estrata arbustiva y herbácea, se encuentra compuesta principalmente por Cestrum parqui (palqui), Muehlenbeckia hastulata (quilo), Schinus polygamus (huingán), Solanum ligustrinum (natre), Proustia cuneifolia (huañil), Avena barbata (avena silvestre) y Cynara cardunculus (cardo).

- FITO GEOGRAFÍA

La comuna de Rancagua tiene una superficie total de 26.086,75 hectáreas, 83,48 % del territorio está representada por la fitogeografía y el 16, 52% por áreas desprovistas de estas. Dentro de la zona fitográfica (21.777,25 ha) se pueden apreciar plantaciones agrícolas caracterizadas por el policultivo y plantaciones frutales (43,10%), luego se aprecia el bosque nativo con un 32,59% teniendo ejemplares como el laurel, boldo, litre entre otros, el 91,45% de estos (7.765,68 ha) corresponden al bosque esclerófilo y el 83,26% (7070.11 ha) es reconocido como bosque renoval, finalmente el 7,78% de la superficie comunal está caracterizado por praderas y matorrales. El 16.52% del territorio restante está representado por áreas urbanas e industriales, áreas desprovistas de vegetación y cuerpos de agua. La comuna no presenta unidades del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado. (CONAF, 2019). Además, se reconocen especies introducidas como el álamo, pinos insignes, eucaliptus, nogales, castaños, zarzamoras y sauces (CIREN, 2022) Al visualizar el territorio comunal este se presenta de la siguiente manera:

Figura 47 Distribución espacial de los usos de la tierra y Distribución espacial del bosque nativo en la comuna



Fuente: Sistema de monitoreo de ecosistemas forestales 2019, CONAF

⁸ (https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2022/08/Rancagua_rec_nat.pdf)

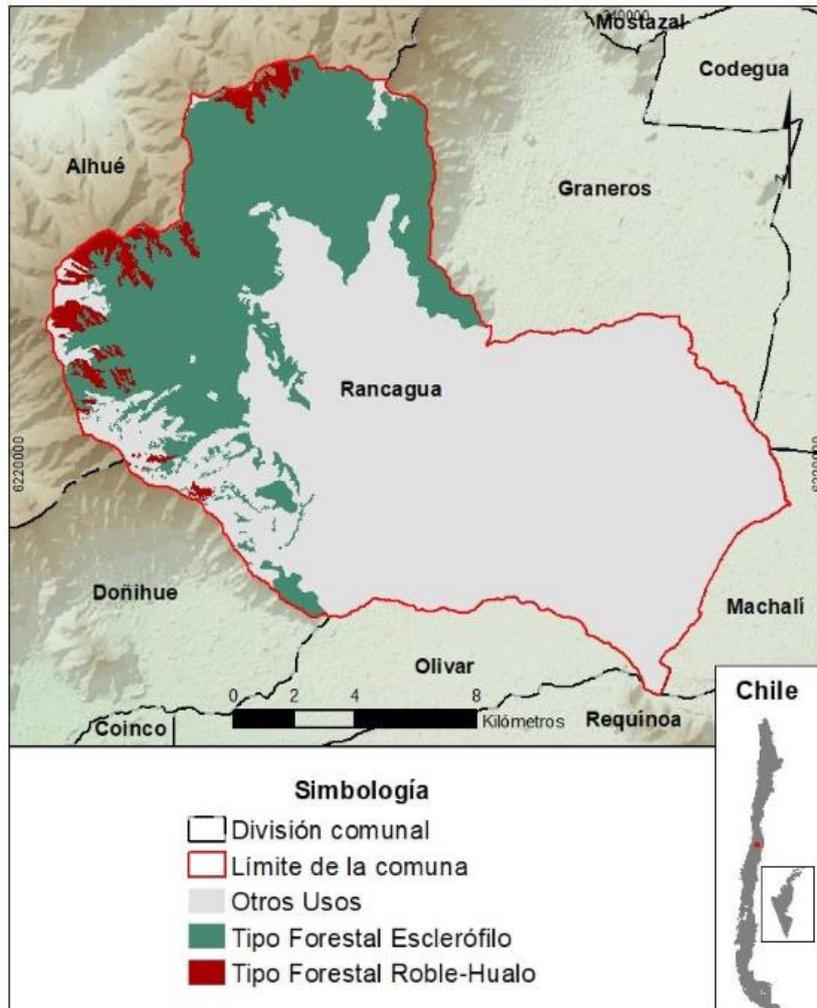
Figura 48 Bosque Esclerófilo, vista desde la cumbre



Fuente: Registro fotográfico de Depto. Patrimonio y Turismo

En la comuna de Rancagua existen dos tipos de Forestales, estos corresponden a una clasificación de los Bosques Nativos, basada en él o los árboles predominantes en un área determinada. Dentro de la superficie de Bosque Nativo presente en la comuna, es posible encontrar el Tipo Forestal Roble-Hualo con 8,55% (726,03 ha) y Tipo Forestal Esclerófilo con 91,45% (7.765,68 ha).

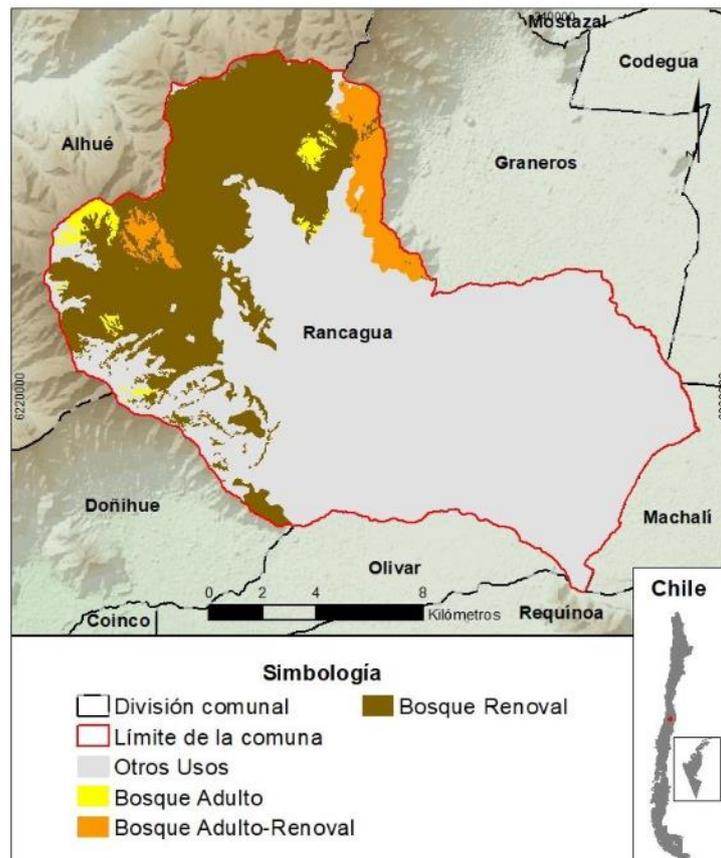
Figura 49 Distribución espacial de TIPOS DE FORESTALES en la comuna de Rancagua



Fuente: Sistema de monitoreo de ecosistemas forestales 2019, CONAF

La estructura clasifica los bosques nativos de acuerdo con su fisionomía, dependerá del origen de la población, de la combinación de edades y de las características ambientales del sitio. Para el caso de Rancagua se pueden visualizar 3 grupos de bosques nativos; Bosque Nativo Adulto, Renoval y Bosque Nativo Adulto-Renoval. El Bosque Nativo Adulto corresponde a un bosque primario (antiguo), diverso en cuanto a alturas, tamaño de copas, distribución de diámetros y edades, presencia de arbustos y eventualmente se regeneran de forma natural, el Bosque Renoval es un bosque secundario originado después de una perturbación antrópica o natural por medio de semillas y/o reproducción vegetativa, es decir, por rebrotes y el Bosque Nativo Renoval es la mezcla del Bosque Nativo Adulto con el Bosque Renoval. El Bosque Nativo presente en la comuna se desglosa de la siguiente manera, el 83,26% (7.070,11 ha) corresponde a estructura Renoval, el 4,00 % (339,68 ha) a Bosque Nativo Adulto y el 12,74% (1.081,92 ha) a Bosque Nativo Adulto-Renoval (CONAF, 2019).

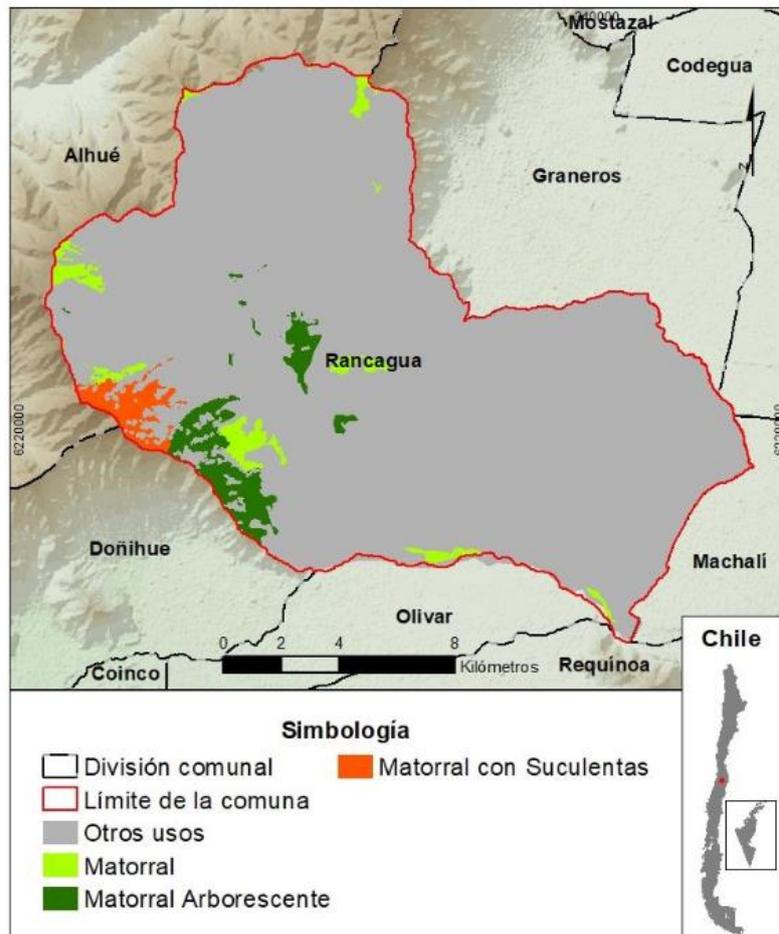
Figura 50 Distribución espacial de la estructural del Bosque Nativo en Rancagua



Fuente: Sistema de monitoreo de ecosistemas forestales 2019, CONAF

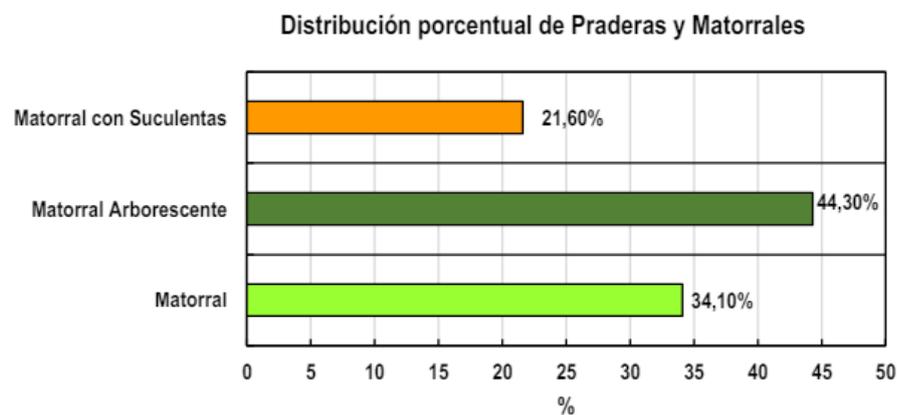
El uso de la tierra Praderas y Matorrales se estructura a partir de formaciones herbáceas, arbustivas y arbustivo-herbáceas, tienen un ecosistema que presenta un interesante potencial de manejo. En Rancagua el uso de tierra denominado Praderas y Matorrales se divide en 3 sub-usos; Matorral, Matorral Arborescente y Matorral con Suculentas. El primero se caracteriza por ser una especies arbustivas o arbóreas que no superen los 2 metros de altura, el segundo es aquel que presenta especies arbóreas de más de dos metros de altura y finalmente el último Arborescente es aquel que presenta especies arbóreas de más de dos metros de altura. Finalmente, se presenta el sub-uso Matorral con Suculentas que se denomina como suculentas a aquellas plantas que almacenan agua en los tallos, en las hojas o en las raíces, reservas que les permiten vivir en ambientes áridos y cálidos (CONAF, 2019).

Figura 51: Distribución espacial de Praderas y Matorrales en la comuna de Rancagua.



Fuente: Sistema de monitoreo de ecosistemas forestales 2019, CONAF

Gráfico 19 Praderas y Matorrales en la comuna de Rancagua



Fuente: Sistema de monitoreo de ecosistemas forestales 2019, CONAF

- FAUNA Y FLORA

La fauna de Rancagua es una fauna típica de la zona central del país, caracterizada por mamíferos, aves, roedores entre otras especies.

Dentro de los bosques en la cordillera de la Costa la flora y fauna que se encuentra dentro de la misma se caracteriza principalmente por ser de montaña y habitar zonas húmedas como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 18 Flora y Fauna Cordillera de la Costa, Rancagua

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES			
<p>Según lo planteado por Quintanilla (1983), el área cordillerana que forma parte de este estudio integra la ecorregión del matorral esclerófilo laurifoliado cordillerano. Esta ecorregión está constituida por un matorral esclerófilo de carácter arbóreo. Este matorral corresponde a una formación secundaria, resultado de la degradación del Bosque esclerófilo típico, como resultado de la acción antrópica.</p> <p>Esta formación es representativa de las laderas de la cordillera de la Costa y donde ha sido quemado o talado (como corresponde al área de estudio) su espacio ecológico ha sido colonizado por espesuras cerradas de un bambú de origen tropical, el coligue (<i>Chusquea cummingi</i>) el cual al secarse durante el verano se transforma en un elemento altamente combustible.</p> <p>Este matorral esclerófilo de follaje duro y siempre verdes se desarrolla gracias a las lluvias de invierno.</p>			
FAUNA		FLORA	
Elementos importantes en la fauna del área de estudio lo constituyen la presencia de algunas especies propias de hábitos boscosos (parte cordillerana del área de estudio)	<ul style="list-style-type: none"> - Chinge común (<i>Conepatus chinga</i>) - Culpeo (<i>Dusicyon cupaeus</i>) - Ratoncito común (<i>Akodon olivaceus</i>) 	El área de estudio se encuentra representados por árboles que se adaptan mayormente a la sequedad	<ul style="list-style-type: none"> - Quillay (<i>Quillaja saponaria</i>) - Litre (<i>Litrahea caustica</i>) - Belloto (<i>Beilschmiedia miersii</i>) - Molle (<i>Schinus latifolius</i>)
Se puede nombrar la presencia de algunos quirópteros	<ul style="list-style-type: none"> - Murciélago común (<i>Tadarida brasiliensis</i>) - Murciélago orejón (<i>Histiotus macrotus</i>) 	En los sectores que presentan mayor humedad (quebradas y vertientes protegidas)	<ul style="list-style-type: none"> - Boldo (<i>Peumus boldus</i>) - Peumo (<i>Cryptocaria alba</i>) - Maiten (<i>Maytenus boaria</i>) - Bollen (<i>Kageneckia oblonga</i>) - Patagua (<i>Crinodendron patagua</i>) - Arrayan (<i>Myrceugenia obtusa</i>) - Epifita (<i>Tillandsia sp.</i>) - Musgos y Liqueues
Entre los reptiles	<ul style="list-style-type: none"> - Lagarto (<i>Liolaemus altissimus altissimus</i>) - Lagarto oscuro (<i>Liolaemus fuscus</i>) - Lagartija esbelta (<i>Liolaemus tenuis tenuis</i>) - Iguana Chilena (<i>Callopistes maculatus</i>) 	Esta formación vive sobre suelos delgados de pendiente, conformando un matorral abierto extenso con un sustrato arbustivo muy variado en el que incluso viven plantas de tendencia xeromórfica.	<ul style="list-style-type: none"> - Colliguay - Oreganillo (<i>Satureja gilliesii</i>) - Chilcas (<i>Baccharis sp.</i>) - Chagual - Cardón (<i>Puya berteroniana</i>) - Maravilla del Cerro (<i>Flourensia thurifera</i>) - Quisco (<i>Trichocereus chilensis</i>)
La fauna avícola es muy variada	<ul style="list-style-type: none"> - Aguilas (<i>Geranoaetus melanoleucus</i>) - Torcaza (<i>Columba araucana</i>) - Chuncho (<i>Glaucidium nanum</i>) - Turca (<i>Pterphochos megapodiuss</i>) - Rayadito - Cometocino (<i>Phrygilus gayi</i>) - Pequén (<i>Speotyto cunicularia</i>) - Queltehue (<i>Belonopterus chilensis</i>) - Cóndor (<i>Vultur gryphus</i>) - Picaflor más grande del mundo (<i>Patagonas gigias</i>) - Picaflor común (<i>Sephanoides sephanoides</i>) - Pájaro carpintero (<i>Picoides lignarius</i>) - Loro tricague (<i>Cyanoliseus patagonus byroni</i>) 	El Bosque de follaje duro se encuentra en la parte más poblada y más extensamente cultivada de Chile sudamericano razón por la cual gran parte de esta formación ha desaparecido	Espinos (<i>Acacia caven</i>)

<p>La fauna de mamíferos es rica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Roedores (Octodon, Akodon, Abracoma) - Chilla - Chingue (<i>Conepatus chinge</i>) - Gato montés (<i>Felis pajero</i>) - Conejos (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) - Liebres (<i>Lepus europaeus</i>) 	<p>Los árboles de este bosque han sido desde hace mucho tiempo un recurso local importante para la población, tanto su uso como madera o como leña y carboneo constituyen las causas de su explotación.</p> <p>Por otro lado, uno de los aspectos más relevantes en cuanto al tipo de vegetación presente en el área de estudio, se puede mencionar la existencia de bosques de Roble. Esta formación vegetal forma parte de la denominada ecorregión de los bosques de robles de la cordillera de la Costa, tipo de bosque templado que se desarrolla en altura en la cordillera de la Costa. Se caracterizan por ser bosques de carácter higrófito en los cuales se mezclan árboles esclerófilos con especies de la selva valdiviana. Se trata de bosques de roble (<i>Nothofagus obliqua var macrocarpa</i>), especie caduca del bosque templado chileno, el cual se puede encontrar en las partes altas de la cordillera costera en el área de estudio, específicamente en las laderas de exposición SW de los macizos cordilleranos. Cubre algunas laderas y cimas de la cordillera de la costa en el área de estudio como por ejemplo en el sector Corral de Varas, donde se encuentra un bosque de roble y en las laderas de exposición S y SW del Cordón Los Nevados, donde se puede apreciar renovales de este tipo de bosque en media ladera. La característica principal es la condición azonal de este bosque que se desarrolla gracias a la exposición SW de los macizos y a la alta pluviosidad local que reciben, además de una constante neblina anual que llega sobre ellos. Se desarrollan aproximadamente sobre los 800 o 900 metros en laderas de exposición oceánicas.</p>
--------------------------------------	--	---

Fuente: SECPLAC Rancagua (2009).

7.1.5.7 PROBLEMAS AMBIENTALES EN LA COMUNA

En esta dimensión y según el Informe Ambiental de la Evaluación Ambiental Estratégica de la Modificación N° 21 del Plan Regulador Comunal de Rancagua, en materia ambiental presenta lo siguiente:

La comuna de Rancagua con una escala intermedia que concentra todos los servicios en el centro de la comuna conurbada con la comuna de Machalí y en proceso de metropolización; con un marcado crecimiento por extensión con uso principalmente de residencias lo que acrecienta los siguientes problemas:

Problemas de congestión vehicular y aumento de tiempos de traslado, debido al crecimiento en extensión con usos principales de vivienda, lo que intensifica el traslado al centro por su concentración de servicios. Además, problemas ambientales ligados principalmente con la contaminación atmosférica (ya que la comuna de Rancagua se encuentra dentro de una Zona Saturada y a nivel país es la octava ciudad más contaminada), de hecho, la participación de las fuentes móviles compone el 10% de la contaminación.

A su vez se reconoce que vías estructurantes de la comuna no han sido ejecutadas como por ejemplo parte de Av. El Parque, av. Intercomunal O'Higgins (Conurbación Rancagua-Machalí), Par vial Kennedy San Martín Lastarria y conexiones viales del sector poniente como es Diagonal Doñihue Las Torres. Lo que genera altos niveles de congestión, perjudicando la calidad de vida de los habitantes. Además, se debe considerar la lejanía a los equipamientos, lugares de trabajo, espacios de recreación y estudio. Lo que aumenta los desplazamientos y tiempos de traslados.

El aumento de población y las características de capital y servicios la convierte en un lugar atractivo para vivir fomentado el crecimiento por extensión el cual podría superar el límite urbano, afectando los suelos de alto valor agroecológico que se encuentran alrededor del límite urbano.

Es fundamental, contener el crecimiento urbano en extensión mediante una propuesta que fomente el crecimiento en altura con diversificación de usos que haga atractivo la habitabilidad, salvaguardando el valor paisajístico del entorno.

Las Áreas verdes, parques y espacios públicos representan uno de los principales desafíos para la comuna ya que es un tema importante y prioritario para la comunidad. Hoy Rancagua cuenta con una superficie de 7,49 m² de áreas verdes por persona construidas, cifra que se encuentra bajo el estándar sugerido por el Consejo Nacional de desarrollo Urbano el cual es de 10 m² de área verdes por persona. A su vez se reconoce que existen concentraciones de estas generando una inequidad al acceso de estas.

Cabe destacar que en la comuna de Rancagua cuenta con la condición de islas de calor que se acrecientan con la problemática asociada al clima urbano que indica al año 2050 el aumento de temperaturas promedio lo que implica condiciones de temperaturas más altas y áridas asociadas a la disminución de las precipitaciones. Frente a esta situación se espera condiciones climáticas locales más intensas en términos de temperaturas⁹.

En relación con lo anterior, podemos mencionar las siguientes problemáticas ambientales a nivel comunal:

A) MALA CALIDAD DEL AIRE

En cuanto a la calidad del aire, Rancagua, al estar emplazado en el Valle Central de O'Higgins, está expuesta a contaminación atmosférica de diversas comunas, no sólo las producidas por sus habitantes.

De acuerdo con la medición y registro realizado por el Ministerio de Medio Ambiente, en Rancagua, entre 2017 y 2023 hubo 254 episodios críticos de MP 2,5.

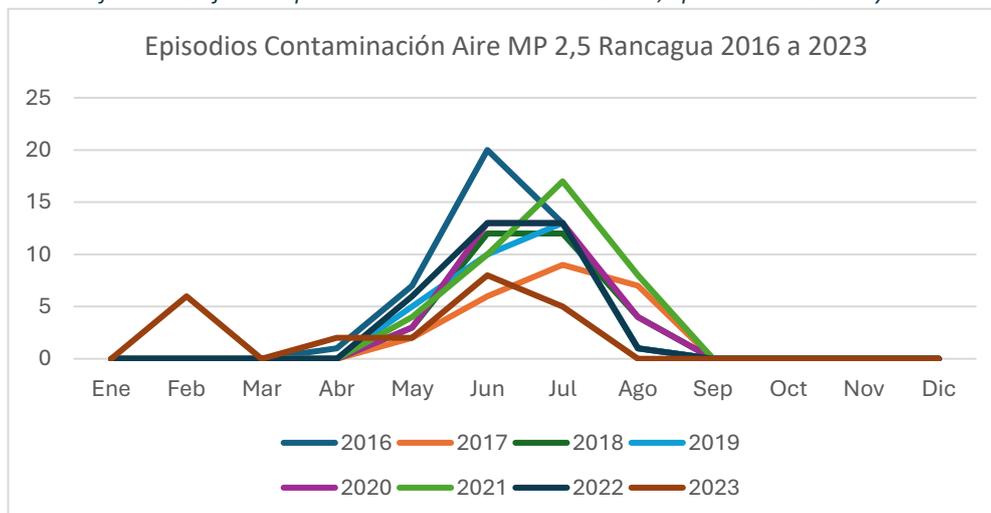
Tabla 19: Episodios Críticos Contaminación del Aire de MP 2,5 por mes desde 2016 a 2023

Los Episodios Críticos son: Alerta, Preemergencia y Emergencia

Año/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	TOTAL
2016	0	0	0	1	7	20	13	1	0	0	0	0	42
2017	0	0	0	0	2	6	9	7	0	0	0	0	24
2018	0	0	0	0	3	12	12	4	0	0	0	0	31
2019	0	0	0	0	5	10	13	1	0	0	0	0	29
2020	0	0	0	0	3	13	13	4	0	0	0	0	33
2021	0	0	0	0	4	10	17	8	0	0	0	0	39
2022	0	0	0	0	6	13	13	1	0	0	0	0	33
2023	0	6	0	2	2	8	5	0	0	0	0	0	23
TOTAL	0	6	0	3	32	92	95	26	0	0	0	0	254

Fuente: Elaboración propia en base a información del Ministerio de Medio Ambiente <https://airechile.mma.gob.cl/registros>

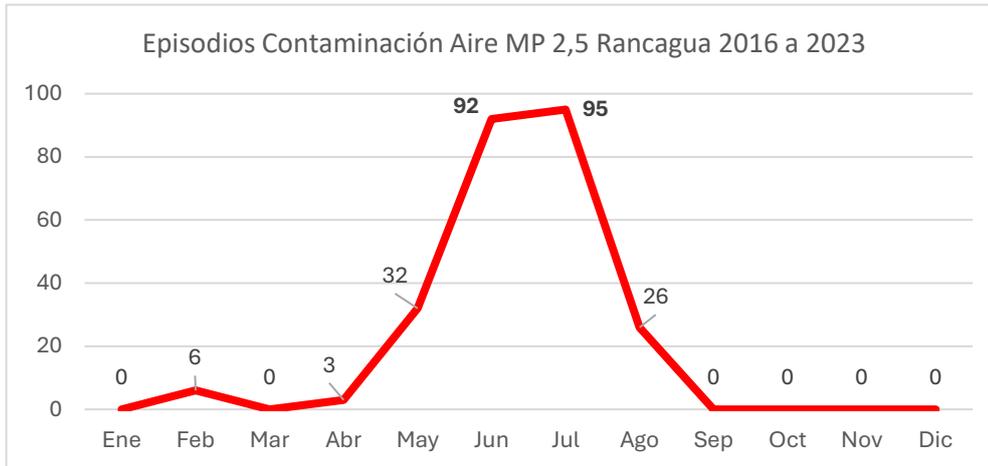
Gráfico 20: Gráfico de episodios Contaminación del Aire MP2,5 por año entre 2016 y 2023



Fuente: Elaboración propia en base a información del Ministerio de Medio Ambiente <https://airechile.mma.gob.cl/registros>

⁹ Informe Ambiental. Evaluación Ambiental Estratégica, Modificación N°21 al PRC, I Municipalidad de Rancagua.

Figura 21: Gráfico de episodios de Contaminación del Aire MP_{2,5} total entre 2016 y 2023



En Rancagua, el 73,6% de los Episodios Críticos se producen entre los meses de junio y julio.

Fuente: Elaboración propia en base a información del Ministerio de Medio Ambiente <https://airechile.mma.gob.cl/registros>

Cabe mencionar que en el actual Anteproyecto que actualiza la Norma Primaria de Calidad del Aire para MP_{2,5}, elaborado a partir de la revisión del decreto supremo N° 12, de 2011, del ministerio del Medio Ambiente, establece como límite de concentración anual 15 (ug/m3) y 38 (ug/m3), como concentración de 24 horas, esto último entrará en vigor el 1 de enero del año 2025.

Al comparar las dos Estaciones de Monitoreo de calidad del aire de Rancagua, PM_{2,5}, sacando promedio de los últimos 12 años, en Rancagua I fue de **37,96** ug/m3, mientras que en Rancagua II fue de **57,95** ug/m3. Es decir, es notablemente mayor en esta última. Fuente: Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire¹⁰.

RANCAGUA, LA 8a CIUDAD MÁS CONTAMINADA DE CHILE¹¹

El organismo suizo, IQAIR, establece mediciones de contaminación del aire en 7.812 ciudades a nivel mundial. De acuerdo con las partículas MP_{2,5} y con datos de los últimos años, pero basados en 2023, las ciudades más contaminadas pertenecen a países como India y China. Por ejemplo, dentro de las 50 ciudades más contaminadas, 42 son de India, que supera en más de 10 veces las directrices de la OMS.

Por su parte, con relación a ciudades chilenas, aparece la primera que es Coyhaique (en el lugar 486), Nacimiento, Padre las Casas, Victoria, Angol, Pudahuel, Llaillay, Rancagua (en el lugar 885), Quilicura y San Fernando entre otras.

De esta manera, Rancagua es la 8a ciudad más contaminada de Chile, con un promedio anual en 2023 de 24,2 PM_{2,5} (ug/m3) considerado como insalubre, sobre todo para grupos sensibles y **excediendo 5 veces las directrices de la OMS.**

A nivel Sudamericano y de América, también las ciudades chilenas, lamentablemente, están en los primeros lugares del ranking.

¹⁰ <https://sinca.mma.gob.cl/>

¹¹ <https://www.iqair.com/> <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities>

Figura 52 Ciudades Chilenas más contaminadas con MP_{2,5}

Leyenda PM2.5

		0-5 Cumple con las directrices de la OMS		5.1-10 Supera de 1 a 2 veces		10.1-15 Excede de 2 a 3 veces		15.1-25 Excede de 3 a 5 veces		25.1-35 Excede de 5 a 7 veces		35.1-50 Excede de 7 a 10 veces		>50.1 Supera en más de 10 veces					
Rango	Ciudad	2023	Ene	Feb	Mar	Abr	Puede	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	2022	2021	2020	2019	2018
1	Coyhaique, Chile	33.2	4.1	5.3	15	40.1	42	84.1	91.3	47.3	39.8	12.8	10.7	5.7	37.7	36.1	33.3	41.5	34.2
2	Nacimiento, Chile	32.4	13.4	51.3	11.6	23.7	52	56.1	71.9	54.1	30.5	16.5	11.1	8.5	22.4	26.2	27.3	--	--
3	Padre las Casas, C...	29.4	4.3	5.9	10.4	24.1	46	72	52.4	47.8	35.2	19.9	--	4.6	33.8	37.2	28.6	32.5	43.3
4	Victoria, Chile	27.4	7.9	34.3	14.8	32.1	47.4	50.7	44.2	41	23.1	13.3	8.3	7	25.5	44.1	--	--	--
5	Angol, Chile	25.7	8.8	26.6	7.8	24.2	40.9	69.5	23.7	47.9	29.6	13.4	9.2	3.8	20.9	47.7	--	--	--
6	Pudahuel, Chile	25.7	11.9	25.4	11	20.2	43.9	47.1	47.9	26.7	19.7	14.5	7	13.2	--	--	--	--	--
7	Bandera de Chile	25	13	33.2	19.9	22.5	38.3	45.5	41	26	dieciséis	16.4	14.1	15.2	29	20.9	--	--	--
8	Rancagua, Chile	24.2	13.1	32.1	13.1	21.3	40	43.3	47.6	24.8	23.7	13	10.9	9.8	25.4	25.4	23.8	26.9	22.9
9	Quilicura, Chile	24	11.7	26.2	13.4	18.5	38.5	37.7	38.6	25.2	20.8	16.7	--	16.1	24.5	25.5	22.3	25.3	--
10	San Fernando, Chile	23.2	8	35.3	11.5	23.7	39.1	37	36.1	25.8	21.1	14.3	12.5	12.1	20.5	21.5	17.7	21	15.3

Fuente: 2023 World Air Quality Report analyzes PM_{2,5} data.

⇒ Rancagua y San Fernando, son parte del Valle Central de la región de O'Higgins, por lo que, considerando el traslado de material particulado, por medio de viento, es posible afirmar que la mayoría o todas las comunas ubicadas en las inmediaciones de la Ruta 5 Sur, están en similares condiciones.

⇒ Los meses con mayor contaminación son mayo, junio y julio, lo que se entiende por las bajas temperaturas (uso de leña y quemas agrícolas) y también febrero, producto de incendios forestales.

Las 4 comunas de la Región de O'Higgins con estación de medición tienen un alto índice de contaminación del aire.

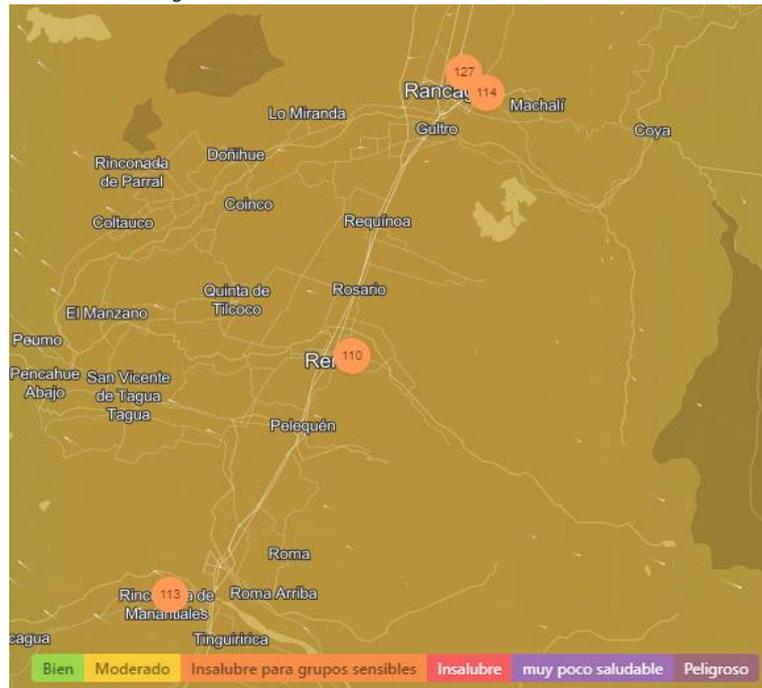
Figura 53 Ciudades de la región de O'Higgins más contaminadas con MP_{2,5}

Leyenda PM2.5

		0-5 Cumple con las directrices de la OMS		5.1-10 Excede de 1 a 2 veces		10.1-15 Excede de 2 a 3 veces		15.1-25 Excede de 3 a 5 veces		25.1-35 Excede de 5 a 7 veces		35.1-50 Excede de 7 a 10 veces		>50.1 Supera en más de 10 veces					
Rango	Ciudad	2023	Ene	Feb	Mar	Abr	Puede	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	2022	2021	2020	2019	2018
1	Rancagua, Chile	24.2	13.1	32.1	13.1	21.3	40	43.3	47.6	24.8	23.7	13	10.9	9.8	25.4	25.4	23.8	26.9	22.9
2	San Fernando, Chile	23.2	8	35.3	11.5	23.7	39.1	37	36.1	25.8	21.1	14.3	12.5	12.1	20.5	21.5	17.7	21	15.3
3	Placilla, Chile	22.2	21.3	40.8	9.7	21.2	33.7	32.8	36.4	22.1	11.7	9.4	5.5	--	18.9	18	--	--	--
4	Rengo, Chile	16.6	9.4	28	11.4	16.9	28.5	--	35.4	20.7	dieciséis	8.5	4.9	9.2	18.8	16.8	18.8	24.1	18.9

Fuente: 2023 World Air Quality Report analyzes PM_{2,5} data.

Figura 54 Estaciones de monitoreo Valle Central



Fuente: <https://www.iqair.com/air-quality-map>

B) GESTIÓN DE RESIDUOS

La Comuna de Rancagua no cuenta con un sitio de disposición final, por lo que dispone sus Residuos Sólidos Domiciliarios y Asimilables (RSDyA) al igual que otras 17 comunas de la región en el “Relleno Sanitario Colihues La Yesca”, ubicado en la Comuna de Requínoa. Cabe mencionar que la vida útil de este relleno sanitario originalmente era hasta el 2019, tiempo que se ha extendido y actualmente se encuentra en proceso, por lo cual su cierre es incierto.

Para el año 2022 solo la Municipalidad de Rancagua a través de la empresa licitada recolectó, transportó y dispuso en este relleno 104.461 toneladas de RSDyA lo cual tuvo como costo anual para este municipio un total de \$7.336.302.399, de este total alrededor de un 84% corresponde al concepto de recolección y transporte ya que los residuos se deben trasladar a otra comuna.

Uno de los mayores problemas en la gestión de residuos sólidos domiciliarios, es el hecho de seguir perpetrando el enfoque de ver a los residuos como basura y no como un residuo valorizable y aprovechable, que se integran a la cadena productiva nuevamente, evitando de esta manera seguir generando zonas de sacrificio (rellenos sanitarios, vertederos, macro y microbasurales etc.) sumado a todos los costos ambientales y sociales que esto genera, en el caso de la comuna de Rancagua, traspasando estos impactos ambientales a otra comuna.

Siguiendo con los anterior, según la caracterización de residuos realizada por SUBDERE de los residuos generados en la comuna, un 84% corresponden a residuos valorizables, esto es, residuos que tienen un valor comercial potencial y que podrían tener un destino diferente a la disposición final.

De ésta fracción valorizable un 47% corresponde a residuos orgánicos, los cuales parte de ellos pueden ser tratados en el origen mediante composteras o vermicomposteras domiciliarias y/o en planta de compostaje a nivel municipal y no llegar a los sitios de disposición final, ya que uno de los grandes generadores de gases de efecto invernadero (GEI), es precisamente la descomposición de la materia orgánica mezclada con otros residuos presente en estos sitios de disposición final, transformándose en grandes pasivos ambientales, del cual nadie se hace cargo.

En el contexto, de la tendencia observada en las emisiones de GEI, las últimas estadísticas (Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero GEI) nos muestran que el sector residuos representa un 3,3% del balance nacional de GEI en 2016, alcanzando 5.801,1 tCO₂ equivalente, cifra que se incrementó en un 95,4% desde 1990 y en un 9,1% desde 2013, debido principalmente al aumento de la población y a los cambios de sus patrones de consumo, lo que se tradujo en el incremento sostenido de la generación de residuos. Del total de emisiones de GEI del sector, el 74,2% se asocia a la disposición de residuos sólidos municipales, industriales y otros, por lo que fomentar acciones de mitigación en este ámbito resulta un desafío clave para este sector y por lo tanto para la comuna, ya que actualmente en Rancagua no existen iniciativas de valorización de residuos orgánicos a nivel Municipal, por lo que se encuentra bajo el 1% de valorización a nivel nacional lo que va en dirección completamente opuesta a la Estrategia Nacional de Residuos Orgánicos (ENRO) generada por el MMA, la cual tiene como meta pasar de este 1% a un 66% de valorización de residuos orgánicos generados a nivel municipal al 2040.

C) MACRO Y MICROBASURALES

En la comuna de Rancagua existe un importante número de sitios eriazos, focos de microbasurales que han sido difíciles de erradicar, lo que favorece focos de incendios, algunos intencionados, otros de manera espontánea por los residuos que se depositan en estos lugares, incidiendo directamente en la mala calidad del aire de la comuna.

En esta misma línea, uno de los más importantes es el vertedero ilegal “El Rabanal”, ubicado en la ribera norte del Río Cachapoal, el cual, por más de 20 años, se ha utilizado como basural clandestino generando una fuente importante de contaminación al suelo, agua y aire, aumentando además las brechas de discriminación social a los habitantes aledaños al referido sector.

Durante el año 2018, acción sanitaria clausuró este basural conteniendo por un tiempo el ingreso de residuos de todo tipo, entre ellos peligrosos como son los gases de provenientes de refrigeradores y aires acondicionados (HCBC), neumáticos en desuso, inertes como escombros provenientes de demoliciones y/o construcciones que se ingresaban habitualmente a este sector. Sin embargo, esto no quiere decir que en la actualidad siga cerrado, en gran parte por algunas familias de estos asentamientos precarios existentes en este lugar quienes han visto en este “Vertedero Ilegal” una fuente de ingresos al cobrar dinero a vehículos que van a depositar sus residuos a este lugar.

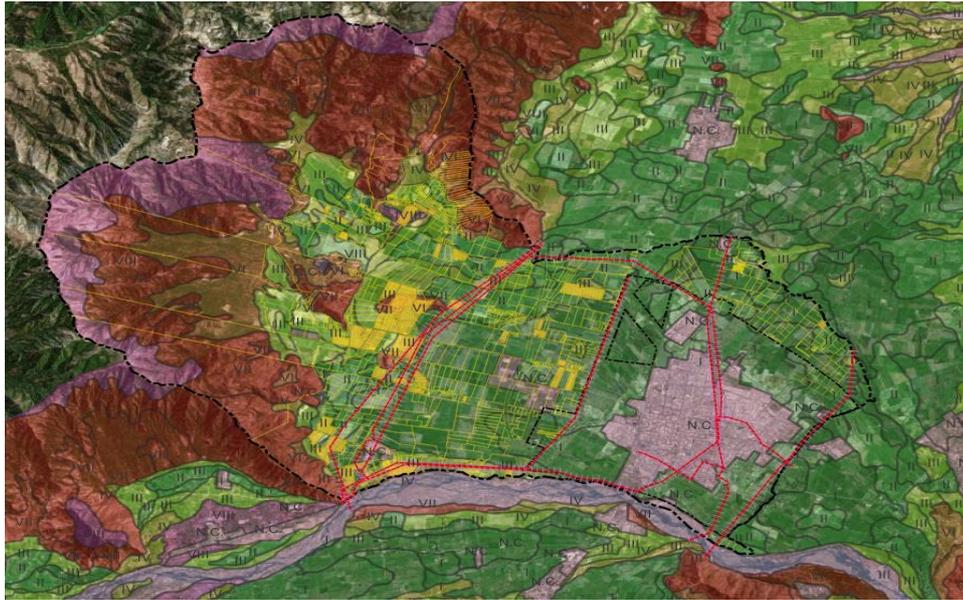
Otro punto de generación de microbasurales son los canales, debido principalmente de que no existe una identidad urbana respecto de los canales de regadío que atraviesan la ciudad. Tampoco ha habido un compromiso ciudadano por mantenerlos limpios, generando microbasurales en varios sectores, atrayendo vectores sanitarios. Muchos de estos han sido entubados por esta misma razón o confinados en algunas zonas, lo que pone en peligro su valor ambiental.

D) PÉRDIDA DE SUELOS AGRÍCOLAS

La localización del fraccionamiento del suelo por subdivisión de parcelas a 5000 m² y plantas de paneles solares se emplaza principalmente en suelos de I y II de Riego.

Lo que puede representar una pérdida de capacidad productiva La Estrategia de Desarrollo Regional 2017 2020 vigente, la cual promueve los usos de valor agrológico Clasificados como I, II y III. Así como la Estrategia de Regional Desarrollo de Innovación O’Higgins 2019 2027 dentro de las que se encuentra **Eje Cambio Climático y Sustentabilidad Ambiental Desarrollar nuevas variedades de productos agrícolas:** adaptables al cambio climático y estacionalidad. Productores frutícolas y hortícolas reducción de huella hídrica y de carbono y **Eje Competitividad:** Potenciar encadenamientos productivos (eliminar intermediarios).

Figura 55 Aumento de fraccionamiento en área rural de suelos de valor agrícola I, II y III



Fuente: Departamento de Asesoría Urbana - SECPLAC - Ilustre Municipalidad de Rancagua con información de Ministerio de Agricultura

7.2 CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA COMUNA

A modo general el clima en la comuna de Rancagua es mediterráneo templado cálido de lluvia invernal y con una estación de verano seca y calurosa (Csb), de acuerdo con la clasificación de Köppen (Peel et al., 2007). Presenta una temperatura media anual de 12,7°C, teniendo la máxima temperatura media en el mes de enero (18,9°C) y la mínima media mensual en el mes de julio (7,3°C) (Rioseco y Tesser, 2020). En cuanto a las precipitaciones, el valor promedio anual es de 407 mm, siendo junio el mes más lluvioso (95 mm) y enero el mes más seco (0,6 mm); aunque en los últimos 10 años sólo se han registrado cerca de 226 mm anuales (CR2, 2022).

7.2.1 Antecedentes climáticos

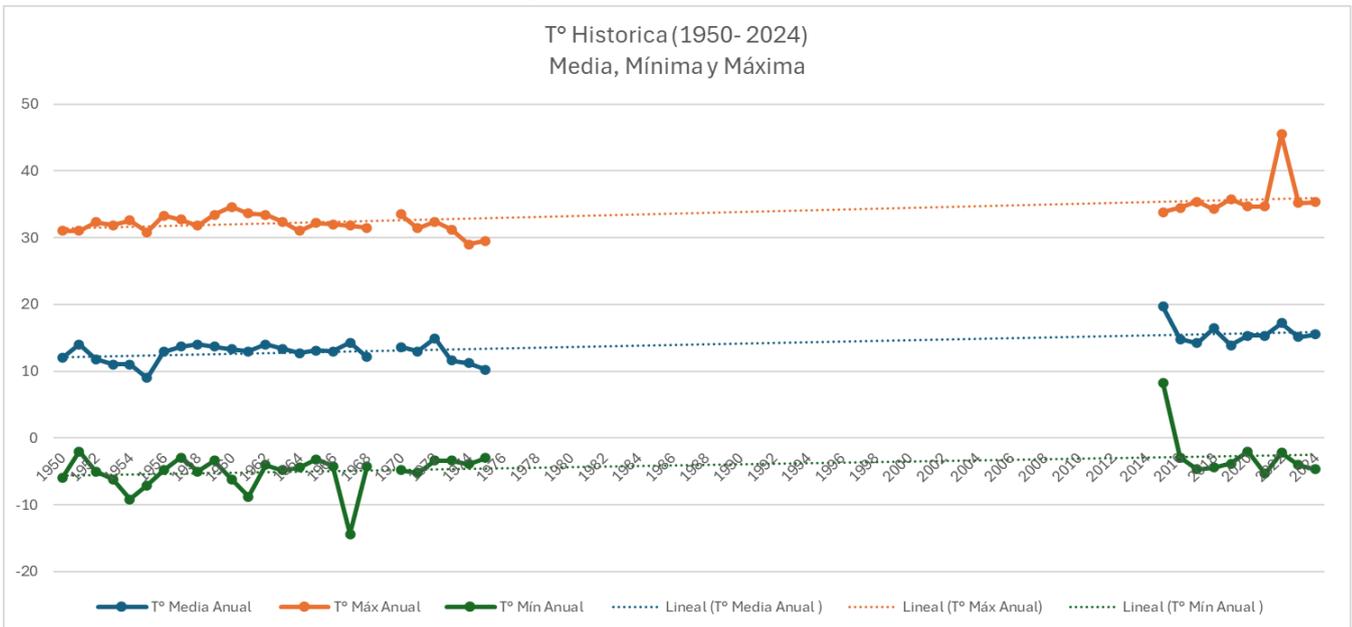
7.2.1.1 TEMPERATURA

- ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Si hacemos un análisis de temperatura (T°), en la comuna se han registrado temperaturas extremas como -14.4°C la mínima en agosto de 1967 y una temperatura máxima de 45.5°C en diciembre del año 2022.

Entre los años 1950- 1974, se tiene como temperatura máxima los 33°C y como temperatura mínima -14.4°C , sin embargo, la tendencia ha sido un alza sostenida en el tiempo como se puede observar en el siguiente gráfico, tanto de las mínimas como máximas.¹²

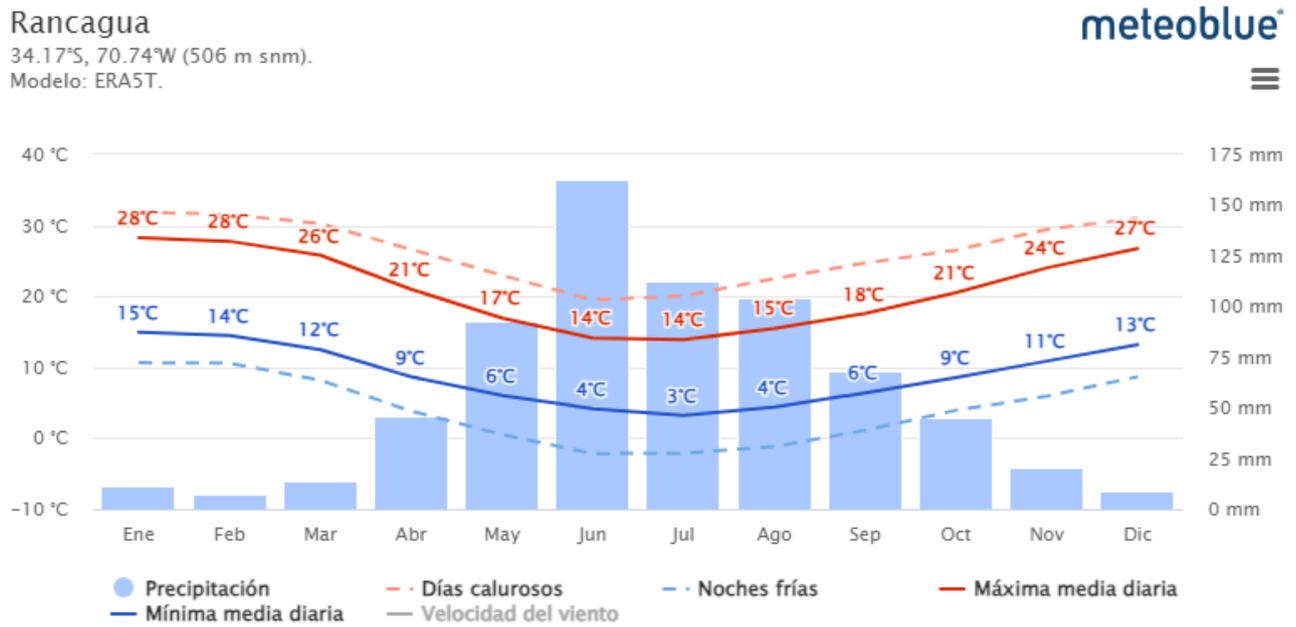
Gráfico 22: T° Histórica (1950-2024)



Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la Dirección Meteorológica de Chile.

¹² Datos obtenidos de la Dirección Meteorológica de Chile.

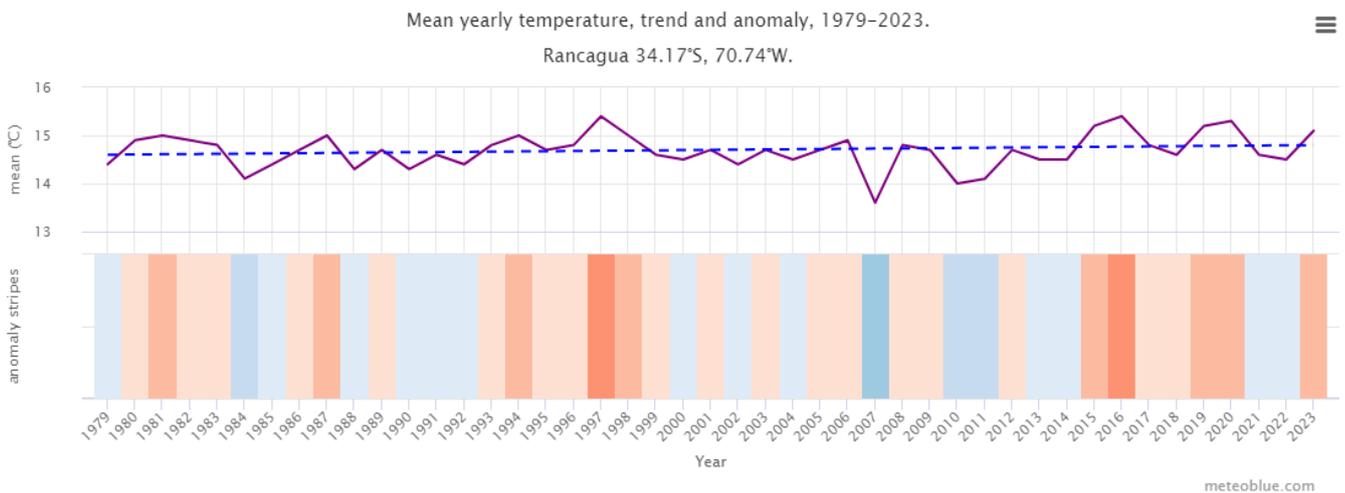
Gráfico 23: Gráfico Temperaturas medias y precipitaciones



Fuente: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/rancagua_chile_3873775

La "máxima diaria media" (línea roja continua) muestra la media de la temperatura máxima de un día por cada mes de Rancagua. Del mismo modo, "mínimo diario media" (línea azul continua) muestra la media de la temperatura mínima. Los días calurosos y noches frías (líneas azules y rojas discontinuas) muestran la media del día más caliente y noche más fría de cada mes en los últimos 30 años.

Gráfico 24: Cambio anual de temperatura en Rancagua

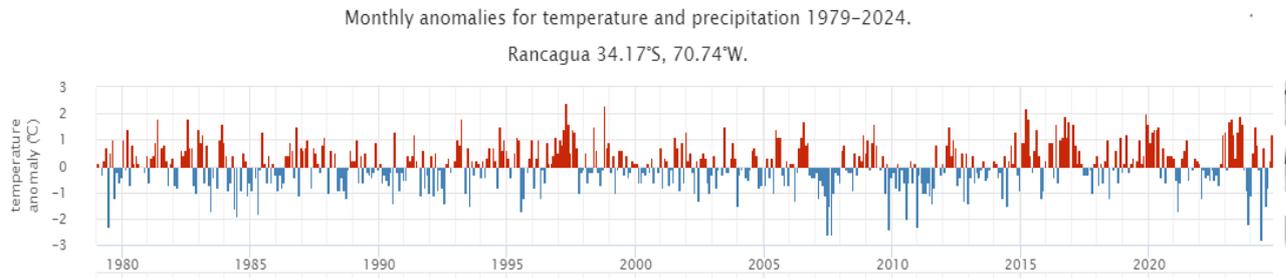


Fuente: https://www.meteoblue.com/es/climate-change/rancagua_chile_3873775

El gráfico superior muestra una estimación de la temperatura media anual para la ciudad de Rancagua. La línea azul discontinua es la tendencia lineal del cambio climático. Si la línea de tendencia sube de izquierda a derecha, la tendencia de la temperatura y las condiciones en Rancagua se están calentando debido al cambio climático.

En la parte inferior, el gráfico muestra las denominadas "franjas de calentamiento". Cada franja de color representa la temperatura media de un año: azul para los años más fríos y rojo para los más cálidos.

Gráfico 25: Anomalías mensuales de temperatura



Fuente: https://www.meteoblue.com/es/climate-change/rancagua_chile_3873775

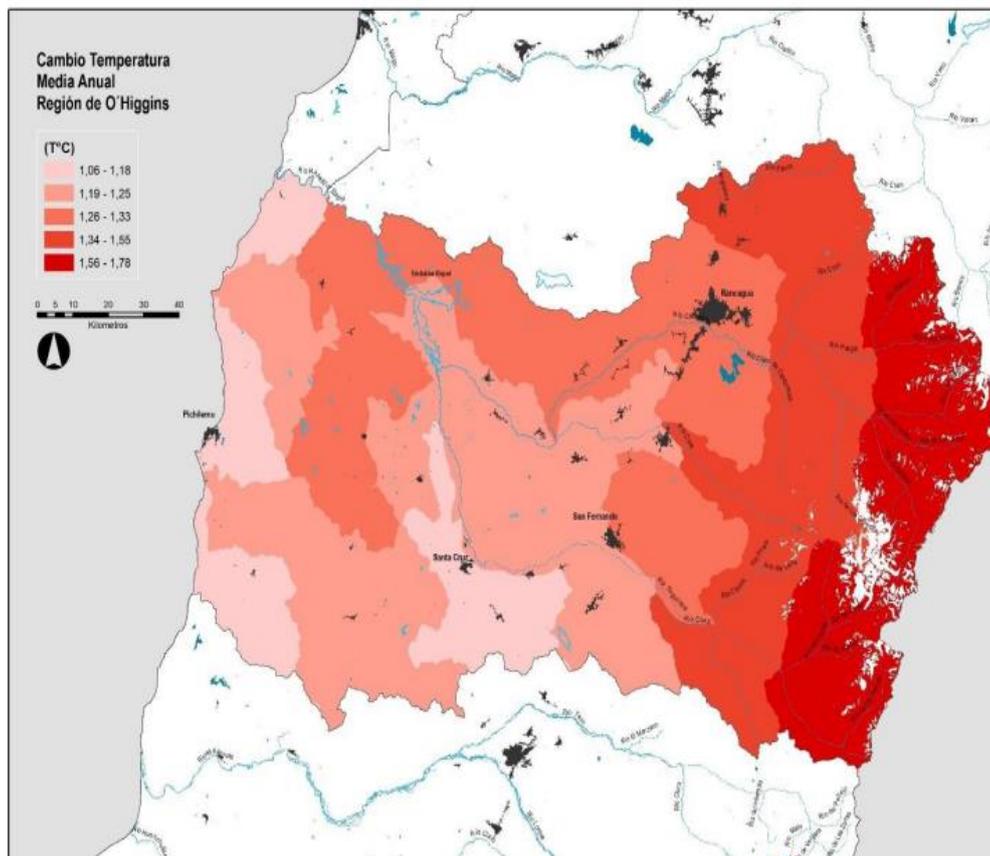
El gráfico superior muestra la anomalía de la temperatura para cada mes desde 1979 hasta ahora. La anomalía indica en qué medida el mes fue más cálido o frío que la media climática de 30 años de 1980 a 2010. Así, los meses rojos fueron más cálidos y los azules más fríos de lo normal. Hay un aumento de los meses más cálidos a lo largo de los años, lo que refleja el calentamiento global asociado al cambio climático.

- **ESCENARIOS Y PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO A LARGO PLAZO**

Aumento temperatura anual media

Según el PARCC O'Higgins, el cual está elaborado a partir de las proyecciones del ARClm, elaboró un mapa que muestra el cambio en las temperaturas medias anuales, en el presente (1980- 2010) y el futuro medio (2035- 2065), para la región.

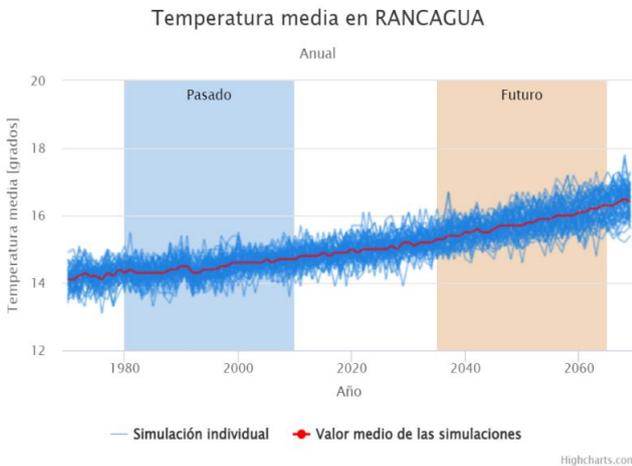
Figura 56 Cambio en la Temperatura media Anual, O'Higgins.



Fuente: PARCC O'Higgins, 2023.

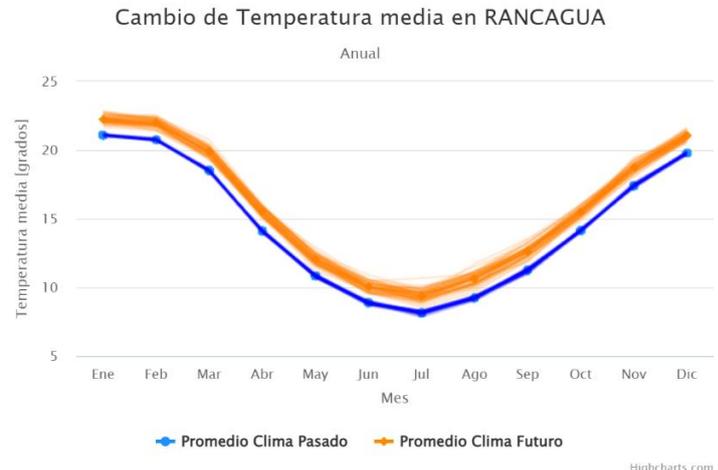
En general se puede apreciar un incremento general de las temperaturas medias anuales en todo el territorio regional, siendo más elevado en la zona de la cordillera de los Andes sobre todo en las más altas cumbres en donde la temperatura se elevaría en más de 1,5 °C. En cuanto a la comuna de Rancagua, proyecta un aumento entre (1,26 -1,33) °C, como se puede observar en el mapa anterior.

Gráfico 26 Proyección Temperatura Media Anual, Rancagua.



Fuente: ARClím, 2024.

Gráfico 27 Cambio en la Temperatura media anual, Rancagua



Fuente: ARClím, 2024.

Al observar los gráficos anteriores, se tiene que la proyección para la comuna de Rancagua es un aumento sostenido de las temperaturas en el tiempo, el cual aumentará en unos 2 °C.

7.2.1.2 PRECIPITACIONES

- ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En los últimos años, se ha visto una notable disminución de las precipitaciones a nivel país, sin embargo, la zona centro ha sido la más afectada con esta disminución de acuerdo con los registros de la Dirección Meteorológica de Chile, tal como lo muestran las medias anuales de precipitaciones en 2016 con 365,5 milímetros y 276,5 milímetros en 2017 (Municipalidad de Rancagua, 2019).

El régimen pluviométrico está determinado por eventos de precipitación que ocurren principalmente durante el invierno austral (mayo - septiembre), con un promedio total de 210,1 milímetros entre los años 2016 y 2023.

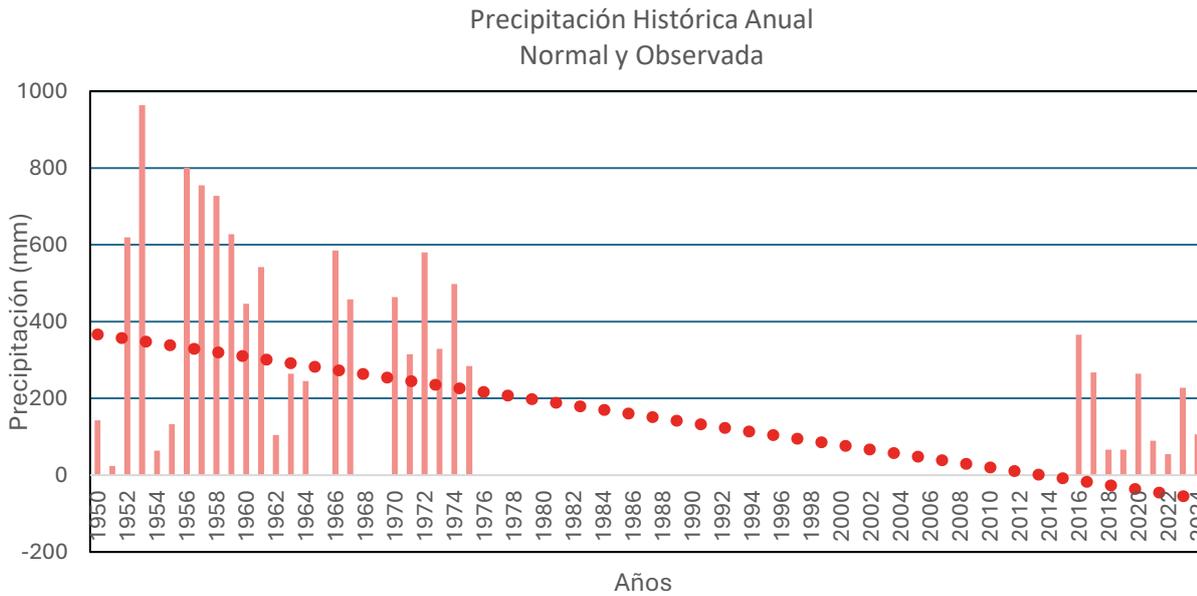
Tabla 20 Promedio de precipitación de los últimos 8 años de la comuna de Rancagua

AÑO	MES MÁS LLUVIOSO	PROM. DEL PP DEL MES MÁS LLUVIOSO	PROM. DEL PP ANUAL
2016	Abril	197 mm	365,5 mm
2017	Agosto	78 mm	279,5 mm
2018	Junio	41,6 mm	96,2 mm
2019	Junio	58,2 mm	88,9 mm
2020	Junio	140,6 mm	264,3 mm
2021	Enero	35,4 mm	120,7 mm
2022	Agosto	31,6 mm	145,8 mm
2023	Junio	60,4 mm	320,6 mm

Fuente: Elaboración propia, con datos de Dirección de Meteorología de Chile

En el siguiente gráfico se puede observar los datos de precipitación histórica anual, normal y observada desde el año 1950 hasta el presente año. En él también se puede afirmar la disminución en las precipitaciones y la línea de tendencia la que muestra un déficit proyectado de -200 (mm) aproximadamente.

Gráfico 28: Precipitación Histórica Anual Normal y Observada



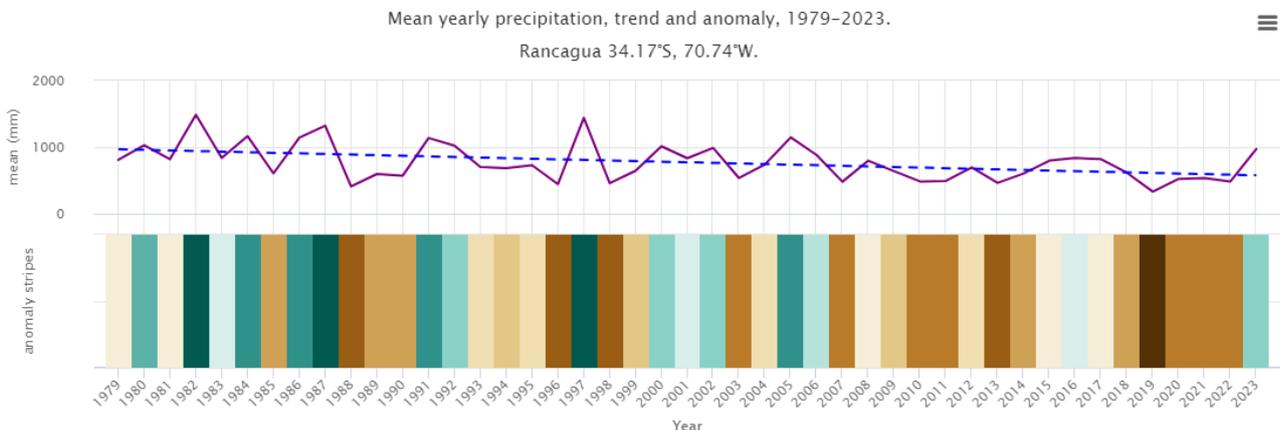
Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos de la Dirección Meteorológica.

Tabla 21 Número de días, total mensual y anual de precipitación moderada (Mayor a 24,7 mm) desde diciembre de 2015 al 27 de mayo de 2024 en la Estación Meteorológica Rancagua (340045)

Rancagua (340045)											
Número días con precipitación acumulada sobre 24.7 mm, totales mensuales y anuales											
Lat.: 34.172221 S Lon.: 70.776110 W Alt.: 428 m											
Mes	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total mensual
Enero	.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Febrero	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Marzo	.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Abril	.	4	0	0	0	0	0	0	1	0	5
Mayo	.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Junio	.	0	0	0	1	1	0	0	0	.	2
Julio	.	2	0	0	0	1	0	0	0	.	3
Agosto	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0
Septiembre	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0
Octubre	.	0	1	0	0	0	0	0	0	.	1
Noviembre	.	0	0	0	0	0	0	0	1	.	1
Diciembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0
Total anual	0	6	1	0	1	2	1	0	2	2	15

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile (2024)

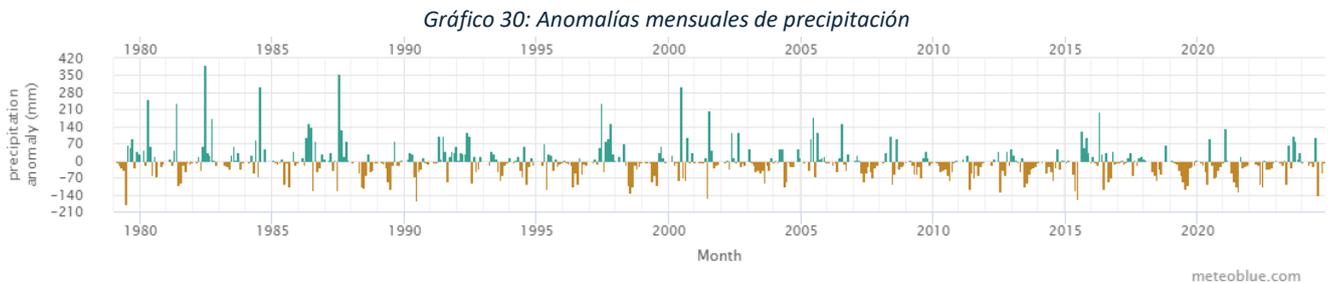
Gráfico 29 Variación anual de las precipitaciones – Rancagua



Fuente: https://www.meteoblue.com/es/climate-change/rancagua_chile_3873775

El gráfico superior muestra una estimación de la precipitación total media para la ciudad de Rancagua. La línea azul discontinua es la tendencia lineal del cambio climático. La línea de tendencia va hacia abajo, lo que significa que las condiciones en Rancagua son cada vez más secas con el paso del tiempo.

En la parte inferior, el gráfico muestra las denominadas "fajas de precipitación". Cada faja de color representa la precipitación total de un año: verde para los años más húmedos y marrón para los más secos.



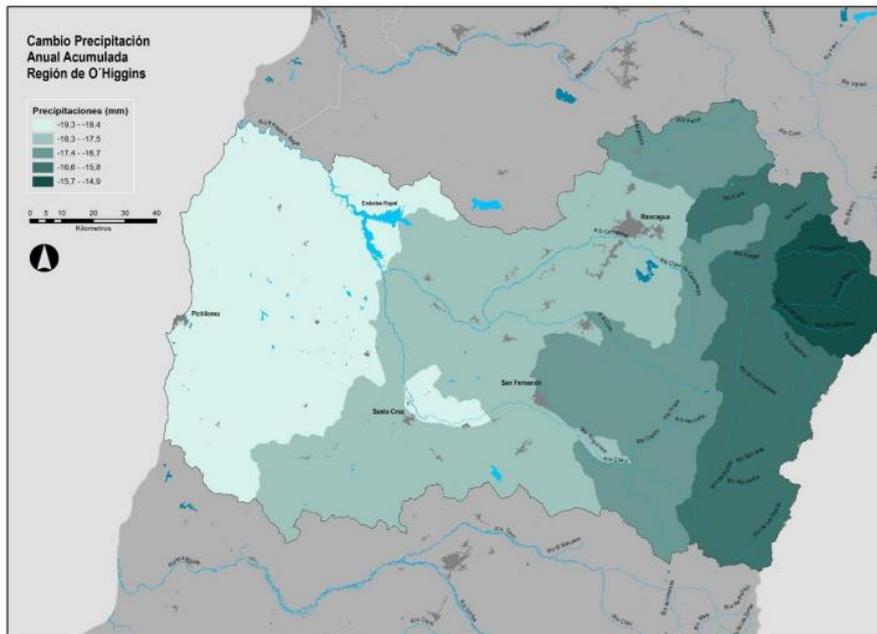
Fuente: https://www.meteoblue.com/es/climate-change/rancagua_chile_3873775

- ESCENARIOS Y PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO A LARGO PLAZO

Cambio en las precipitaciones anuales acumuladas

En general la región de O'Higgins entre el presente (1980-2010) y el futuro medio (2035-2065), se observa una disminución de entre -19% y -15% de las precipitaciones anuales acumuladas en gran parte del territorio. En la zona del valle central y precordillera de los Andes también se observa una disminución relevante de las precipitaciones llegando a -15% con respecto a la realidad actual. Por otro lado, sumado a esto, la baja acumulación anual de nieve y el aumento sostenido de las temperaturas, da como resultado uno de los eventos climáticos más extremos, el cual son las sequías.

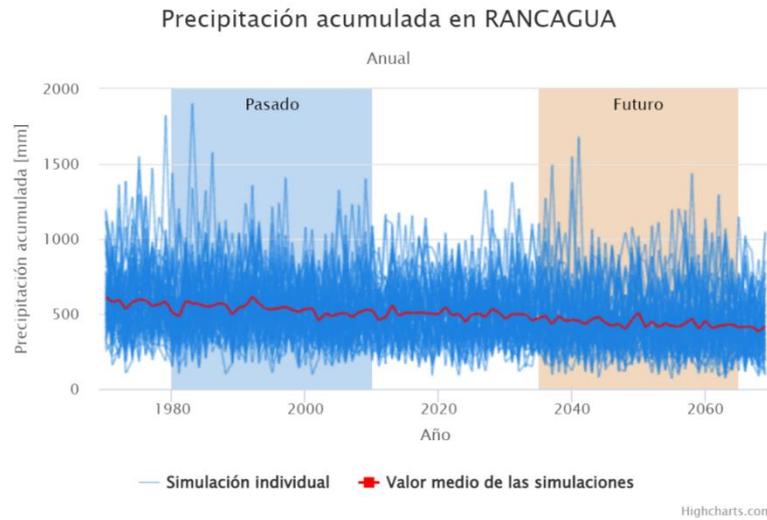
Figura 57 Cambio en las Precipitaciones Anuales Acumuladas entre el presente y futuro O'Higgins.



Fuente: PARCC O'Higgins, 2023.

En cuanto a la comuna de Rancagua, al igual que en los datos históricos antes presentados, la acumulación de precipitación anual según el ARClim es a la baja, proyectándose en un futuro cercano una disminución de alrededor de -200 mm acumulados anual.

Gráfico 31 Precipitación anual acumulada (Presente y futuro) Rancagua.



Fuente: ARClím, 2024.

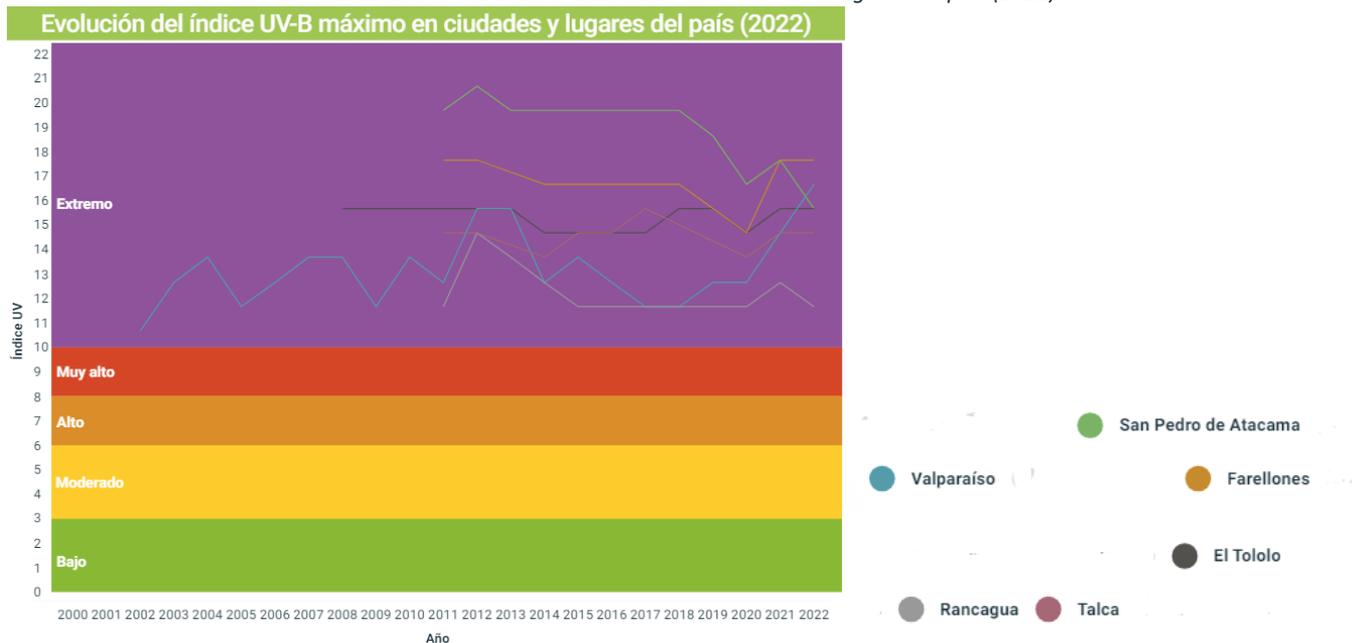
7.2.1.3 RADIACIÓN SOLAR

- ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La radiación UV generalmente se ve afectada por los cambios en el ozono estratosférico y el cambio climático global. La disminución del ozono estratosférico permite que más UV-B (que tiene una frecuencia más alta que UV-A, por lo tanto, es más perjudicial para nosotros) llegue a la superficie de la Tierra. Por el contrario, el aumento de la cobertura de nubes, la contaminación, el polvo, el humo de los incendios forestales y otras partículas transportadas por el aire y el agua relacionadas con el cambio climático disminuye la penetración de la luz UV¹³.

La radiación ultravioleta UV-B es un problema preocupante en Chile. En general, en el periodo 2000-2022, casi todos los lugares del país han alcanzado valores extremos de riesgo de exposición a la radiación UV-B. En año 2011 al 2022, los valores extremos más altos se registraron en Farellones (18), Valparaíso (17), El Tololo y San Pedro de Atacama (16) y Rancagua (12). (REMA, 2023)

Gráfico 32: Evolución del índice UV-B máximo en ciudades y lugares del país (2022)



Fuente: Informe: "Octavo Reporte del Estado del Medio Ambiente" Ministerio Medio Ambiente

¹³ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/observatory/evidence/health-effects/uv-radiation>.

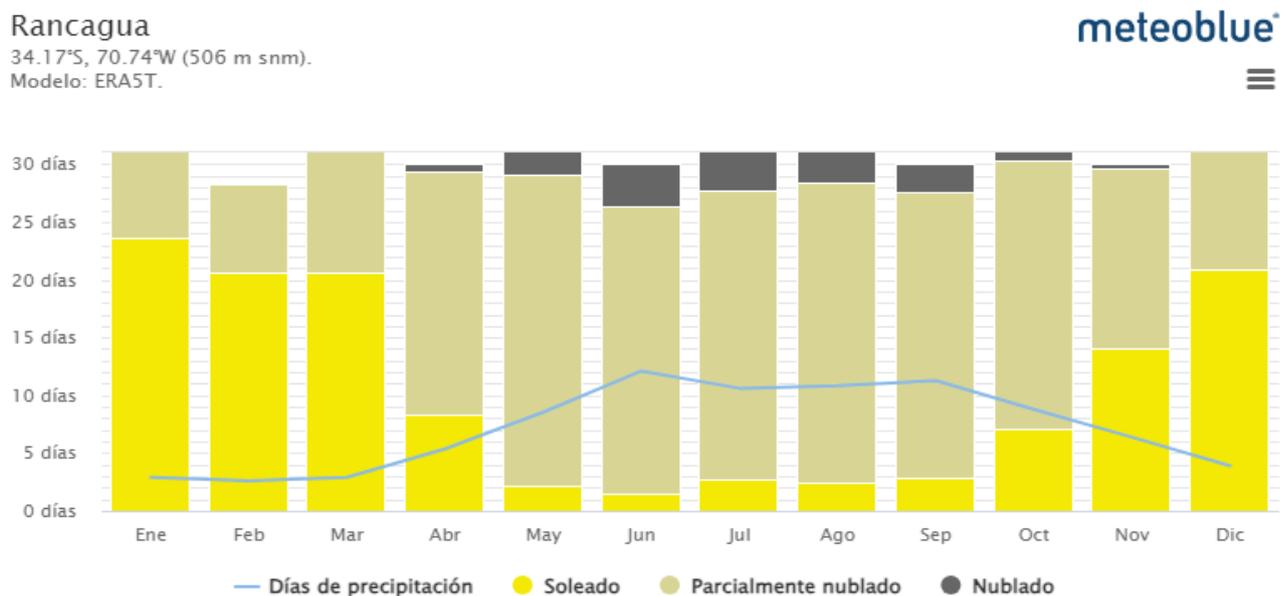
Se debe tener la consideración que según la media parcial solo el mes de junio no se necesita protección por la baja exposición (UV2), desde UV3 a UV7, se necesita protección como mantenerse en las sombras en las horas centrales del día y ponerse camisa, protección solar y sombrero si se expone y desde UV8 a UV11 la exposición es muy alta a lo que se necesita protección extra.

Figura 58: Índice Radiación solar máximo 2012



Fuente: <https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/informacion/inventarioComponentesPorEstacion/340045/89/200>

Gráfico 33 Cielo nublado, sol y días con precipitaciones



Fuente: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/rancagua_chile_3873775

El gráfico muestra el número mensual de los días de sol, en parte nublados, nublados y precipitaciones. Los días con menos de 20% de cubierta de nubes se consideran como días soleados, con 20-80% de cubierta de nubes como parcialmente nublados y más del 80% como nublados.

El cambio climático está modificando la exposición a los rayos UV y afectando la forma en que las personas y los ecosistemas responden a los rayos UV. Para los países nórdicos, los períodos excepcionalmente largos de cielos despejados y las condiciones secas y cálidas registradas parecen ser la causa principal de los valores inusualmente altos de UVI en el verano de 2018. Estas condiciones excepcionales forman parte de olas de calor récord que afectaron a grandes partes del centro y norte de Europa y que se han producido con mayor frecuencia en las últimas décadas. El vínculo subyacente con el cambio climático que induce el calentamiento del Ártico y el aumento de las olas de calor está siendo investigado¹⁴.

Debido a lo anterior y a la inexistencia de bibliografía científica, que establezca la directa relación del cambio climático y el aumento de la radiación UVA y/o UVB, es que mientras tanto nos referiremos a este punto en particular, en medidas que vayan en dirección a la disminución de los GEI, ya que estos están directamente relacionados con el agotamiento del ozono troposférico y el aumento del agujero en la capa de ozono que se encuentra por encima del Polo Sur.

7.2.1.4 EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

I. OLAS DE CALOR

Se define como un evento de Ola de Calor (diurna), el periodo de tiempo en el cual las temperaturas máximas diarias superan un umbral diario considerado extremo, por tres días consecutivos o más.

- ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Bajo esta definición y en relación con los datos obtenidos de la Dirección Meteorológica de Chile, se puede señalar que, del año 2015 a la fecha, en los años 2019 y 2020 se tuvieron 5 y 6 olas de calor respectivamente. Es importante mencionar además que en estos años se dio algo particular ya que 3 de esas olas de calor, se dieron en los meses de mayo, julio y agosto, algo muy fuera de lo común en época invernal.

Tabla 22 Cantidad mensual y anual de Olas de calor (OC), desde diciembre 2015 hasta abril del 2024 en la Estación Meteorológica Rancagua (Código 340045)

Rancagua (340045)											
Número de OC, Total mensual y Total anual											
Lat.: 34.172221 S	Lon.: 70.776110 W										Alt.: 428 m
Mes	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total mensual
Enero	.	0	1	0	0	1	0	0	0	1	3
Febrero	.	0	1	0	0	1	0	0	1	0	3
Marzo	.	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
Abril	.	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2
Mayo	.	0	0	0	1	1	0	0	0	.	2
Junio	.	0	0	0	0	0	0	0	0	.	0
Julio	.	0	0	0	0	1	1	0	0	.	2
Agosto	.	0	0	0	0	1	0	0	0	.	1
Septiembre	.	1	0	0	0	0	1	1	0	.	3
Octubre	.	0	0	0	0	0	0	1	0	.	1
Noviembre	.	0	0	0	2	0	0	1	0	.	3
Diciembre	1	0	0	0	1	0	1	2	0	.	5
Total anual	1	1	2	0	5	6	3	5	3	1	27

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile (2024)

¹⁴ Bernhard, G.H. et al. (2020) Efectos ambientales del agotamiento del ozono estratosférico, la radiación UV y las interacciones con el cambio climático: Grupo de Evaluación de los Efectos Ambientales del PNUMA, Actualización 2019. Ciencias fotoquímicas & Ciencias fotobiológicas 19, n.o 5: 542–84.

Tabla 23 Eventos de Olas de Calor (OC) en la comuna de Rancagua.

Eventos de olas de calor (OC) en la estación meteorológica de Rancagua						
N°	Fecha Evento	Fecha Término	Días del Evento	T° Máxima Promedio	T° Máxima Más Alta	Fecha
1	29/01/2024	03/02/2024	6	34.4	35.3	31/01/2024
2	07/04/2023	09/04/2023	3	29.5	30.3	07/04/2023
3	21/03/2023	25/03/2023	5	31.8	32.8	23/03/2023
4	09/02/2023	11/02/2023	3	34.2	35.1	09/02/2023
5	08/12/2022	11/12/2022	4	32.8	33.2	10/12/2022
6	04/12/2022	06/12/2022	3	32.4	32.9	06/12/2022
7	15/11/2022	17/11/2022	3	31.9	32.4	15/11/2022
8	31/10/2022	02/11/2022	3	31.6	34.1	01/11/2022
9	04/09/2022	06/09/2022	3	25.2	26.8	05/09/2022
10	19/12/2021	21/12/2021	3	33.3	33.7	19/12/2021
11	28/10/2021	30/10/2021	3	30.9	31.1	30/10/2021
12	19/07/2021	21/07/2021	3	22.3	23.8	20/07/2021
13	20/08/2020	22/08/2020	3	23.6	24.4	21/08/2020
14	13/07/2020	15/07/2020	3	21.9	22.9	15/07/2020
15	15/05/2020	17/05/2020	3	25	26	17/05/2020
16	08/03/2020	11/03/2020	4	32.6	33.7	09/03/2020
17	18/02/2020	20/02/2020	3	33.1	33.1	18/02/2020
18	25/01/2020	27/01/2020	3	34.6	34.7	27/01/2020
19	27/12/2019	31/12/2019	5	34.7	35.5	29/12/2019
20	18/11/2019	20/11/2019	3	33.1	34	19/11/2019
21	14/11/2019	16/11/2019	3	32.1	33	15/11/2019
22	13/05/2019	15/05/2019	3	26	27.4	14/05/2019
23	05/04/2019	07/04/2019	3	30.2	31.6	07/04/2019
24	20/02/2017	22/02/2017	3	33.6	34.1	21/02/2017
25	18/01/2017	21/01/2017	4	34.5	35.4	20/01/2017
26	18/09/2016	22/09/2016	5	27.1	29.5	19/09/2016
27	25/12/2015	27/12/2015	3	33.5	33.8	27/12/2015

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile (2024).

Como se puede observar en el cuadro anterior el episodio de olas de calor con más días de duración, ha sido en el presente año con 6 días sobre los 34.4°C, registrándose una máxima de 35.3°C, el 31 de enero del 2024.

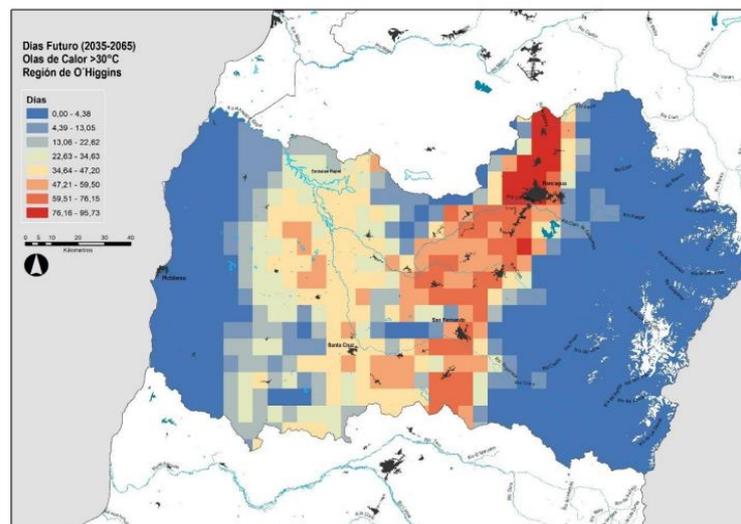
ESCENARIOS Y PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO A LARGO PLAZO

Lo anterior también tiene una incidencia directa con el aumento en las olas de calor, como se muestra a continuación:

Cambio días con olas de calor > 30°C

De acuerdo con el PARCC, en el presente la zona del valle central de la región presenta entre 13-15 días de olas de calor >30°C, la comuna de Rancagua y Graneros entre 30-40 días y cero días en la zona costera y cordillerana. Se espera que para el futuro medio el número de días con olas de calor >30°C se incremente sustancialmente entre 76 y 96 días.

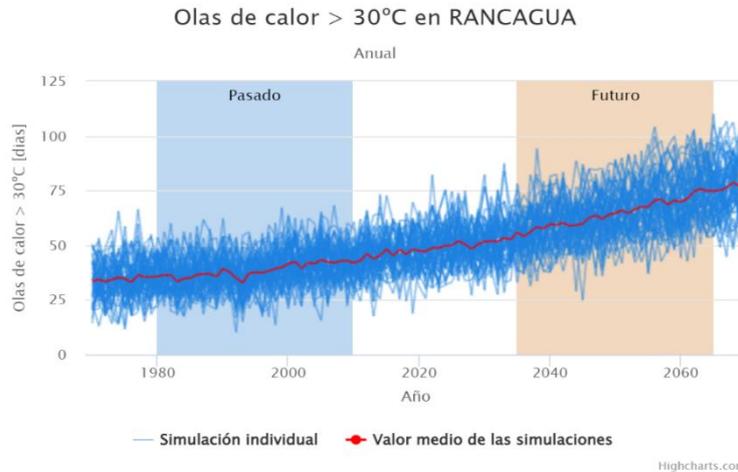
Figura 59 Cambio en los días con olas de calor >30° C, O'Higgins.



Fuente: PARCC
O'Higgins, 2023.

En cuanto a la comuna de Rancagua de acuerdo con datos históricos y según el siguiente gráfico, se puede señalar que en el pasado (1970) se tenían 34 días/año con temperaturas sobre 30°C, en un futuro cercano (2060) se proyectan 78 días aproximadamente sobre este valor.

Gráfico 34: Aumento de olas de calor con $T > 30^{\circ}\text{C}$, Rancagua.



Fuente: ARCLim, 2024.

II. OLAS DE FRÍO

- ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Se define como un evento de Ola de frío, el periodo de tiempo en el cual las temperaturas mínimas diarias superan un umbral diario considerado extremo, por tres días consecutivos o más.

Tabla 24 Cantidad mensual y anual de Olas de Frío (OF) en la comuna de Rancagua

Rancagua (340045)											
Número de OF, Total mensual y Total anual											
Lat.: 34.172221 S	Lon.: 70.776110 W									Alt.: 428 m	
Mes	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Total mensual
Enero	.	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3
Febrero	.	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Marzo	.	0	1	2	0	0	1	1	0	0	5
Abril	.	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
Mayo	.	0	0	0	1	0	1	1	1	1	5
Junio	.	1	0	2	0	0	0	0	1	.	4
Julio	.	0	0	1	1	0	1	0	0	.	3
Agosto	.	0	0	0	0	1	1	0	0	.	2
Septiembre	.	1	0	0	2	0	1	0	0	.	4
Octubre	.	0	1	0	1	0	0	0	1	.	3
Noviembre	.	0	0	0	0	0	0	0	2	.	2
Diciembre	2	0	0	1	1	0	0	0	2	.	6
Total anual	2	2	4	7	6	1	6	4	7	1	40

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile (2024)

Como se puede apreciar en la siguiente tabla el episodio más extenso fue de 7 días en el año 2016 (01/09 a 07/09). Sin embargo, en lo que va del año 2024 se registró uno de 13 días (07/05 a 19/05).

Tabla 25 Eventos de Olas de Frío (OF), en la comuna de Rancagua

Eventos de olas de frío (OF) en la estación meteorológica de Rancagua						
N°	Fecha Evento	Fecha Término	Días del Evento	T° Mínima Promedio	T° Mínima Más Baja	Fecha
1	07/05/2024	19/05/2024	13	-0.5	-2.6	14/05/2024
2	15/12/2023	18/12/2023	4	9.4	9.1	16/12/2023
3	05/12/2023	07/12/2023	3	8.5	8	05/12/2023
4	18/11/2023	20/11/2023	3	6.2	4.9	18/11/2023
5	13/11/2023	16/11/2023	4	6.8	6.2	14/11/2023
6	07/10/2023	09/10/2023	3	3.9	3.9	07/10/2023
7	12/06/2023	14/06/2023	3	-2.6	-4	13/06/2023
8	02/05/2023	04/05/2023	3	1.4	0.9	03/05/2023
9	16/05/2022	18/05/2022	3	0.1	-1.4	18/05/2022
10	28/04/2022	30/04/2022	3	2.4	2.2	29/04/2022
11	30/03/2022	01/04/2022	3	4.2	3.6	30/03/2022
12	18/01/2022	21/01/2022	4	9.1	7.8	18/01/2022
13	14/09/2021	16/09/2021	3	0.5	-0.4	15/09/2021
14	10/08/2021	12/08/2021	3	-1.8	-2.7	11/08/2021
15	13/07/2021	15/07/2021	3	-3.7	-5.3	15/07/2021
16	10/05/2021	12/05/2021	3	0.1	-0.2	12/05/2021
17	26/03/2021	28/03/2021	3	5.8	4.3	27/03/2021
18	10/01/2021	14/01/2021	5	9.9	9.6	10/01/2021
19	11/08/2020	13/08/2020	3	-1.3	-1.5	12/08/2020
20	02/10/2019	06/10/2019	5	2	1.2	04/10/2019
21	20/09/2019	22/09/2019	3	1.4	0	20/09/2019
22	01/09/2019	03/09/2019	3	-0.4	-0.8	02/09/2019
23	08/08/2019	13/08/2019	6	-1.6	-3.2	08/08/2019
24	22/07/2019	24/07/2019	3	-3.4	-3.8	24/07/2019
25	20/05/2019	23/05/2019	4	-0.9	-1.7	23/05/2019
26	13/12/2018	15/12/2018	3	8	6.5	14/12/2018
27	30/07/2018	02/08/2018	4	-2.9	-3.9	31/07/2018
28	12/06/2018	14/06/2018	3	-2.2	-3.1	13/06/2018
29	01/06/2018	05/06/2018	5	-2.9	-4.4	04/06/2018
30	17/03/2018	19/03/2018	3	6.5	5.9	17/03/2018
31	13/03/2018	15/03/2018	3	7	6.6	15/03/2018
32	10/02/2018	12/02/2018	3	8.5	7.1	11/02/2018
33	11/10/2017	14/10/2017	4	3.7	2.8	11/10/2017
34	08/04/2017	10/04/2017	3	4.1	3.1	10/04/2017
35	10/03/2017	13/03/2017	4	6.9	6.6	12/03/2017
36	04/01/2017	06/01/2017	3	10.3	9.8	04/01/2017
37	01/09/2016	07/09/2016	7	-0.3	-2.2	02/09/2016
38	06/06/2016	08/06/2016	3	-1.6	-2	07/06/2016
39	17/12/2015	22/12/2015	6	9.2	8.3	20/12/2015
40	13/12/2015	15/12/2015	3	9.1	8.7	13/12/2015

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile (2024)

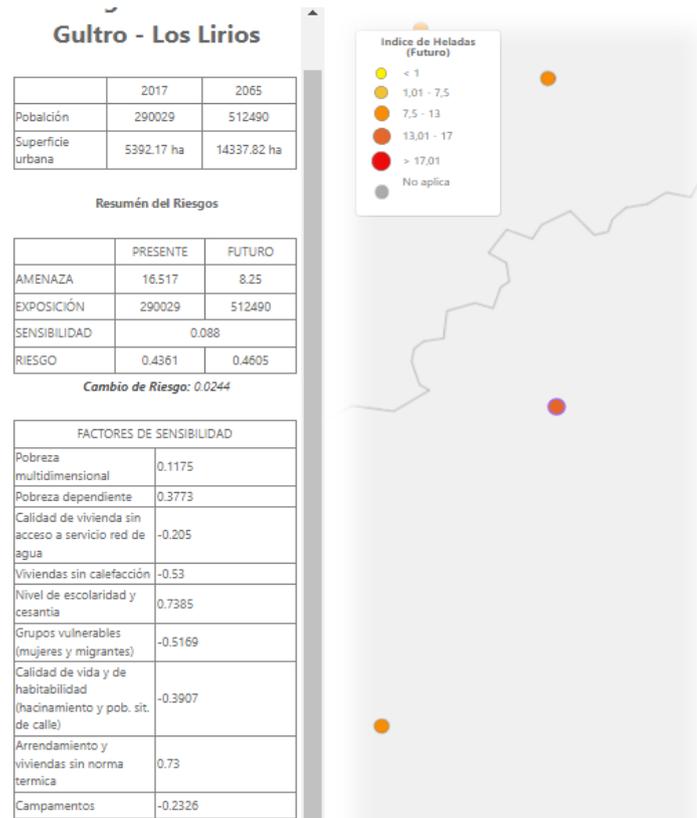
- ESCENARIOS Y PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO A LARGO PLAZO

Otro evento climático extremo ha sido sin duda, las olas de frío que han ocurrido en los últimos años, como se mostró en el análisis de los datos climáticos históricos.

Rancagua presenta una alta amenaza en la salud de las personas en los escenarios futuros productos de las heladas. Las heladas (temperatura igual o inferior a 0°C) afectan negativamente la salud de las personas, especialmente de la población más vulnerable, como niños, adultos mayores, personas con problemas respiratorios y personas en situación de calle, esta última teniendo una víctima fatal del último episodio de ola de frío.

Estas olas de frío ocurren principalmente en época de invierno, lo que trae consigo un empeoramiento de la calidad del aire, agudizando las enfermedades respiratorias, colapsando a su vez los centros asistenciales.

Figura 60 Índice de amenaza de efectos de las heladas en ciudades.



Fuente: ARClim, 2024.

Este mapa representa el **Índice de Heladas (FD0)**, que corresponde al promedio de días en que la temperatura mínima es igual o inferior a 0°C, considerando en este caso la estación de invierno (junio, julio y agosto), correspondiente al periodo **futuro (2035-2065 RCP 8.5)**¹⁵.

Siguiendo con lo anterior, si bien se considera una disminución de la cantidad de días con temperaturas iguales o inferiores a 0°C en un periodo futuro, se debe considerar las medidas para mitigar/adaptarse a los efectos de estos, ya que existe un alto Índice de Vulnerabilidad Social según ARClim (1 a 2 de SoVI), el cual fue realizado en base a las siguientes variables: *número de viviendas en campamento, porcentaje de población en situación de calle, porcentaje de viviendas sin certificación térmica, porcentaje de viviendas que no cuentan con sistema de agua caliente y porcentaje de viviendas que no cuentan con sistema de calefacción.*

- ESCENARIOS Y PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO A LARGO PLAZO

No contamos con herramientas ni estudios que hayan realizado las proyecciones de las inundaciones, pero los antecedentes históricos indican que estos eventos pueden seguir ocurriendo.

¹⁵ Riesgos de las heladas en las ciudades, en la cadena de impacto Salud y Bienestar Humano, ARClim.

III. SEQUÍAS

- ANTECEDENTES HISTÓRICOS

ANTECEDENTES DE ESCASEZ HÍDRICA

Es importante mencionar que, en el año 2022, se publica en el Diario Oficial el Decreto N°27 del Ministerio de Obras Pública en el que se declara zona de escasez a la Región del Libertador Bernardo O’Higgins. Este decreto se sustenta en el “Informe Condiciones Hidrometeorológicas, Región del Libertador General Bernardo O’Higgins” entregado por la Dirección General de Aguas (2022) a través de su Dirección De Hidrología, cuyos resultados señalan que tanto el Índice de Precipitaciones Estandarizados (IPE) como el Índice de Caudales Estandarizados (ICE) son menores a los índices límite definidos de es menor al índice límite definidos de -0,84. En este sentido, la declaración de zona de escasez hídrica para la comuna de Rancagua derivó en la gestión para la entrega de agua potable a los habitantes de la zona rural y en la aplicación la Ficha Básica de Emergencia Hídrica (FIBEH) mediante la apertura de la emergencia denominada “Inaccesibilidad del agua potable”.

En el siguiente gráfico se puede observar una muestra real del déficit hídrico en cuanto al promedio de precipitaciones históricas normal y observada cantidad de precipitaciones.

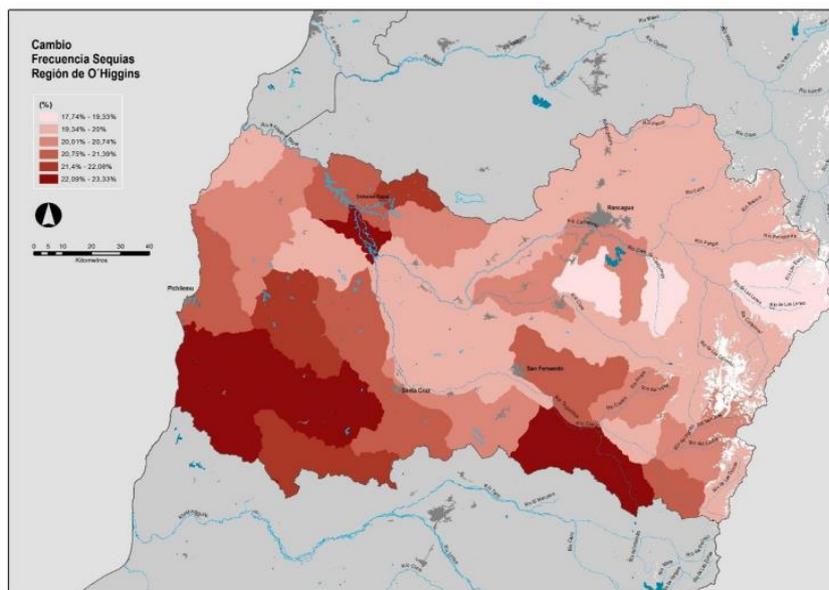
- ESCENARIOS Y PROYECCIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO A LARGO PLAZO

Cambio en la frecuencia de sequías

A partir de los datos obtenidos de la plataforma ARClím, se elaboró un mapa que muestra el cambio de la frecuencia de sequías en la región de O'Higgins entre el presente (1980-2010) y el futuro medio (2035- 2065). Esta variable es representada en porcentaje de cambio.

Se observa un aumento generalizado en la frecuencia de sequía en la región que va entre un 17% al 23% de aumento para el futuro medio. El aumento en la frecuencia de sequías si bien afectará en mayor medida a la zona costera, cabe destacar que la región de O'Higgins en general pasará de tener un 25% de frecuencia de sequía por año a tener 45% de frecuencia de sequía.

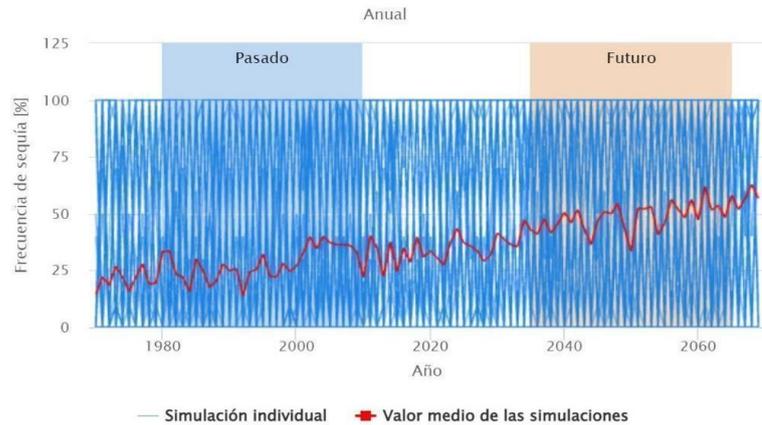
Figura 61 Cambio en la frecuencia de sequías presente y futuro O’Higgins.



Fuente: PARCC O’Higgins, 2023.

Como se puede observar en el gráfico siguiente en la comuna de Rancagua, la situación no es muy distinta, ya que la frecuencia pasará de un 19 % a un 21% de frecuencias de sequías anual.

Gráfico 35 Frecuencia de Sequía en Rancagua



Fuente: ARClím, 2024.

Highcharts.com

7.2.2 Principales impactos asociados al clima actual y proyectado

En la comuna de Rancagua, así como lo es en toda la región de O'Higgins, los eventos climáticos y tendencias más notorias son cambio en la Temperatura, provocando olas de calor o frío, cambio en las precipitaciones, más precisamente en una disminución de las precipitaciones anuales acumuladas lo cual se puede confirmar ya que la región se encuentra actualmente bajo Decreto N°27 del Ministerio de Obras Pública en el que se declara zona de escasez a toda la Región del Libertador Bernardo O'Higgins.

Por lo anterior, los principales impactos de este clima actual y proyectado son los siguientes:

7.2.2.1 AUMENTO DE LAS TEMPERATURAS

Dentro del análisis de temperatura (T°) de los datos históricos de la comuna de Rancagua, se puede observar que la tendencia tanto de la T° Media, Máxima y Mínima es al alza.

En el año 1950 la temperatura media anual era de 12°C ; para el año en curso se tiene una temperatura media anual de $15,5^{\circ}\text{C}$. En los mismos años la temperatura máxima anual para el año 1950 fue de 31°C mientras que para el año en curso se tiene $35,5^{\circ}\text{C}$.

En cuanto la temperatura mínima anual, se tiene que para el año 1950 la temperatura mínima fue de -6°C , mientras que para el año en curso hemos tenido temperaturas mínimas de $-4,7^{\circ}\text{C}$.

- OLAS DE CALOR

Se define como un evento de Ola de Calor (diurna), el periodo de tiempo en el cual las temperaturas máximas diarias superan un umbral diario considerado extremo, por tres días consecutivos o más¹⁶.

Bajo esta definición y en relación con los datos obtenidos de la Dirección Meteorológica de Chile, se puede señalar que, del año 2015 a la fecha, en los años 2019 y 2020 se tuvieron 5 y 6 olas de calor respectivamente.

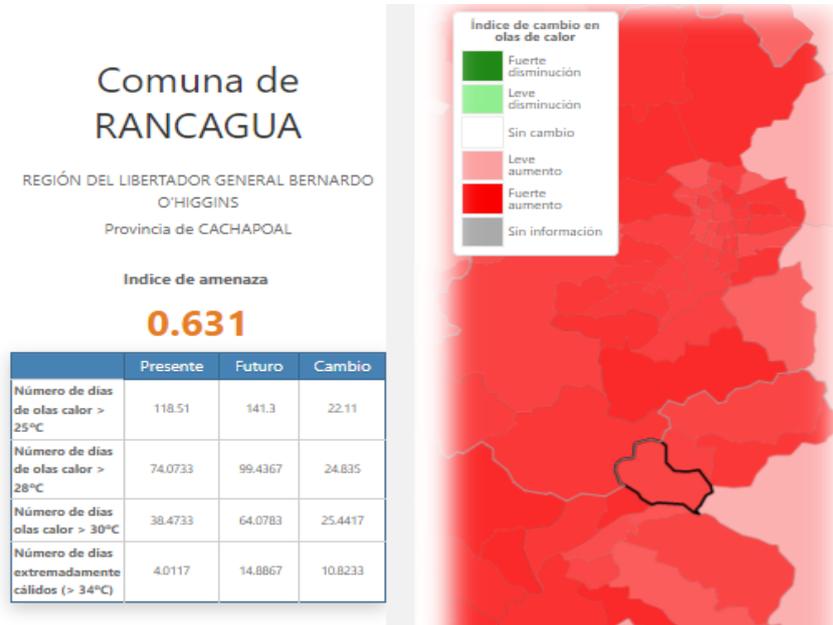
Es importante mencionar además que en estos años se dio algo particular ya que 3 de esas olas de calor, se dieron en los meses de mayo, julio y agosto, algo muy fuera de lo común en época invernal, sin embargo, la ocurrencia de estos eventos es en las estaciones de primavera- verano.

Durante este último año en curso es donde las olas de calor han tenido mayor duración con 6 días sobre los $34,4^{\circ}\text{C}$, registrándose una máxima de $35,3^{\circ}\text{C}$ (31 de enero del año 2024).

¹⁶ Olas de calor. ARClím 2024.

El siguiente mapa nos muestra que la comuna de Rancagua tiene un alto índice de amenaza respecto al efecto de las olas de calor en la salud humana, ya que estos aumentan en cantidad de días y temperatura, como se mencionó anteriormente.

Figura 62: Índice de amenaza, de las olas de calor en la salud humana



Fuente: ARCLim, 2024.

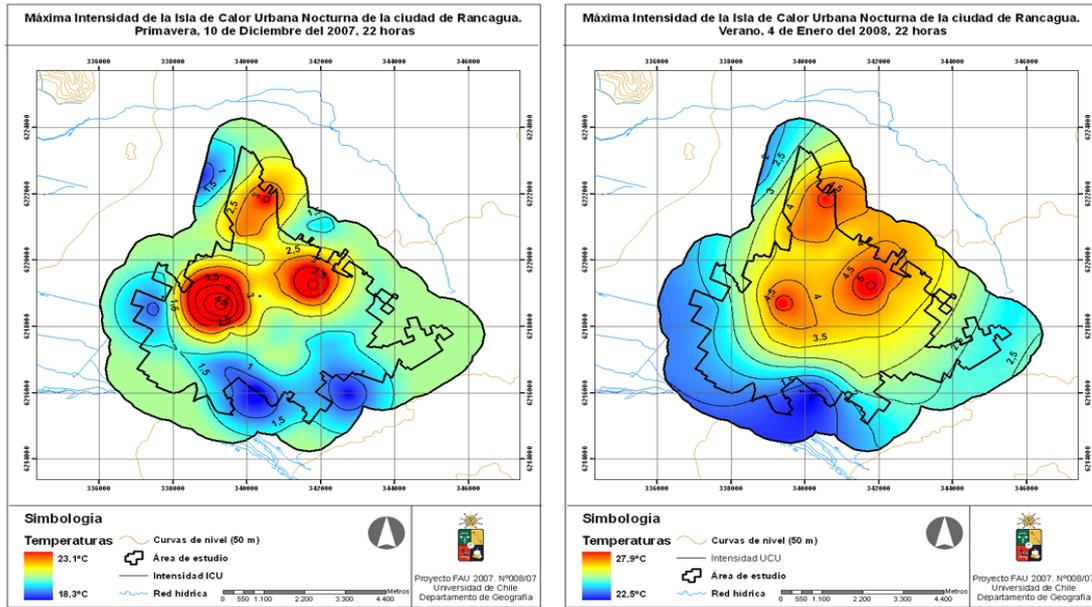
Otro riesgo importante que considerar ante el aumento de las temperaturas y teniendo en cuenta que el mayor porcentaje de la población de la comuna de Rancagua habitan en el radio urbano, es el aumento de las Islas de Calor Urbana (ICU).

- ISLA DE CALOR URBANA (ICU)

Las Islas de Calor Urbana (ICU), corresponden a un aumento de origen antrópico de las temperaturas de la ciudad en comparación con su entorno inmediato de carácter natural y rural, siendo más intensa dicha diferencia en las noches. En cuanto a la comuna, en una investigación de tesis realizada en la Universidad de Chile, analizaron la Máxima Intensidad de la Isla de Calor Urbana (MIICU) de Rancagua a partir de mediciones de las temperaturas con transectos móviles y estaciones meteorológicas fijas. Se determinó que la máxima intensidad de la isla de calor urbana de Rancagua bordea los 6 °C en verano y primavera, y 3 °C para invierno y otoño. Los factores que explican las distribuciones de las temperaturas urbanas de Rancagua corresponden a las distancias a fuentes húmedas (río Cachapoal) y las densidades poblacionales; y en menor medida las características topográficas del emplazamiento de la ciudad y las áreas verdes urbanas medidas a partir del índice normalizado de diferencias vegetales (NDVI). La principal conclusión de esta investigación indica que la ausencia de parques urbanos en Rancagua explica la distribución de las temperaturas y la elevada intensidad de la isla de calor, y también la no significativa relación entre temperaturas y NDVI. De no revertirse esta situación, la sostenibilidad ambiental futura de la ciudad de Rancagua se verá muy amenazada por el crecimiento urbano¹⁷.

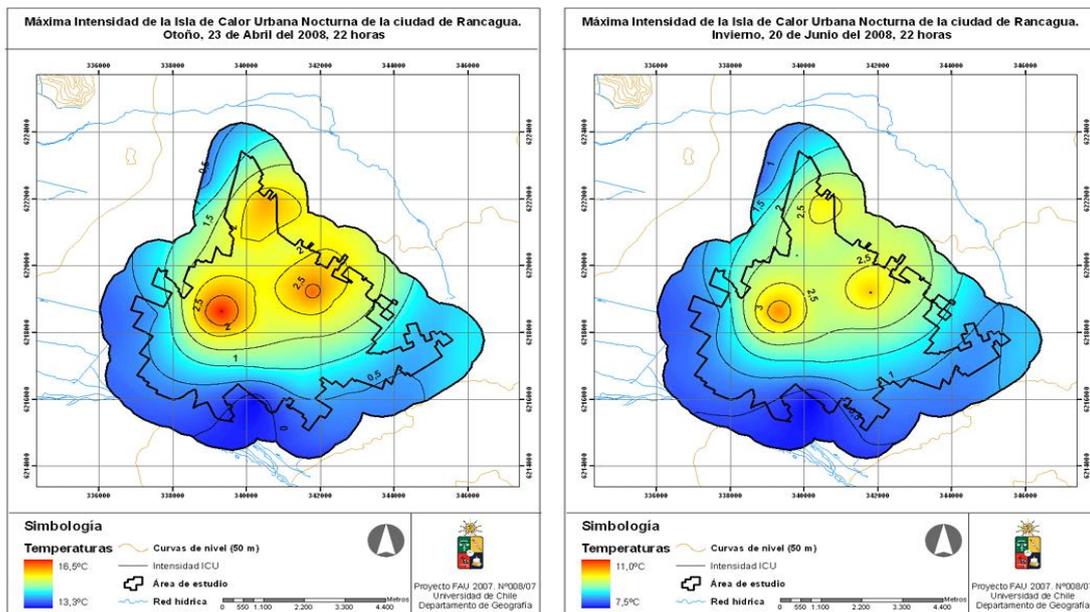
¹⁷ Sarricolea P, Aliste E, et.al (2008). Análisis de la máxima intensidad de la isla de calor urbana nocturna de la ciudad de Rancagua (Chile) y sus factores explicativos. Universidad de Chile, Departamento de Geografía, Santiago Chile.

Figura 63 Distribución de las temperaturas y la intensidad de la isla de calor urbana de Rancagua en primavera y verano.



Fuente: Revista climatológica, *Análisis de la máxima intensidad de la isla de calor urbana nocturna de la ciudad de Rancagua (Chile) y sus factores explicativos*, Pablo Sarricolea, Enrique Aliste, Pamela Castro y Cristian Escobedo, 2008

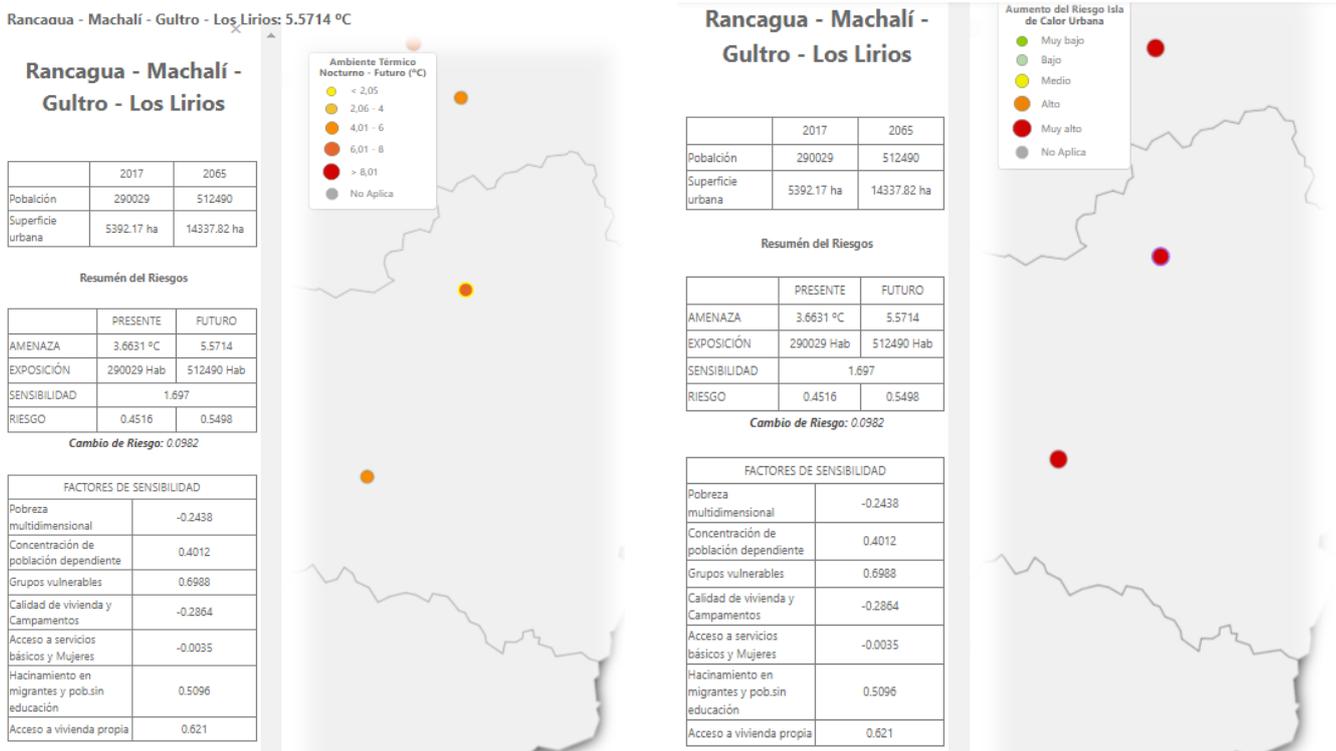
Figura 64 Distribución de las temperaturas y la intensidad de la isla de calor urbana de Rancagua en otoño e invierno



Fuente: Revista climatológica, *Análisis de la máxima intensidad de la isla de calor urbana nocturna de la ciudad de Rancagua (Chile) y sus factores explicativos*, Pablo Sarricolea, Enrique Aliste, Pamela Castro y Cristian Escobedo, 2008

A continuación, se muestra un mapa con los índices de amenaza y riesgo de este factor:

Figura 65 Aumento térmico nocturno y aumento del riesgo islas de calor urbana



Fuente: ARCLim, 2024

La conurbación Rancagua, Machalí, Gultro y Los Lirios, considera un aumento de T° del presente 3,6 °C a un futuro medio de 5,7 °C, por lo que representa un riesgo muy alto por el aumento de las ICU.

Las consecuencias asociadas a la ICU son de diversa índole, como el florecimiento temprano de la vegetación urbana, la formación de ozono troposférico, el aumento de días con polución atmosférica¹⁸, efectos sobre la salud y la calidad de vida producto de la alteración del confort bioclimático, que a su vez aumenta la necesidad de considerar sistemas de enfriamiento del aire, como, por ejemplo, aire acondicionado.

Por todo lo anteriormente expuesto, se tiene entonces que, dentro de los impactos del aumento de temperaturas y el aumento de las olas de calor, hay un aumento de las ICU, generando a su vez, el empeoramiento de la salud de las personas, discomfort térmico, especialmente de la población más vulnerable, como niños, adultos mayores, personas con problemas respiratorios y personas en situación de calle, sumado a todas las consecuencias mencionadas en el párrafo anterior.

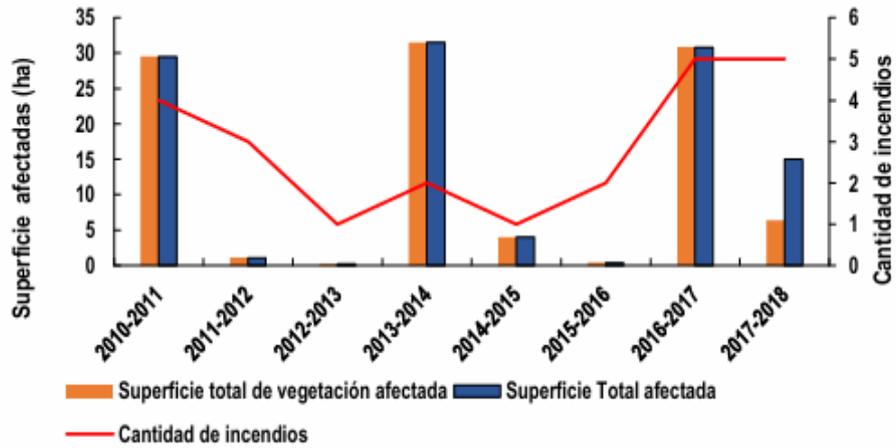
- INCENDIOS

Un incendio forestal es un fuego que, cualquiera sea su origen se propaga sin control en terrenos rurales, a través de vegetación leñosa, arbustiva o herbácea, viva o muerta. Es decir, es un fuego injustificado y descontrolado en el cual los combustibles son vegetales y que, en su propagación, puede destruir todo lo que encuentre a su paso (CONAF, 2019a).

El origen de los incendios recae en la acción humana. El 99,7% de los incendios se inician ya sea por descuidos o negligencias en la manipulación de fuentes de calor, o por prácticas agrícolas o por intencionalidad, originada en motivaciones de distinto tipo, incluso la delictiva (CONAF, 2019a).

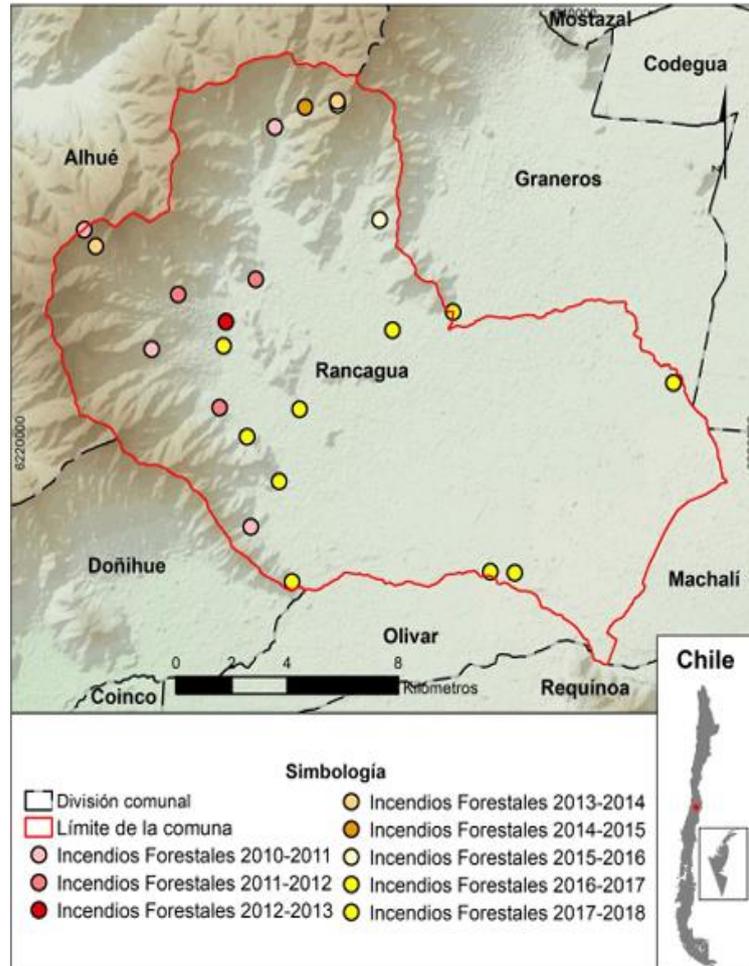
¹⁸ Ochoa de la Torre, J. (2009). Ciudad vegetación e impacto climático. El confort en los espacios urbanos. Erasmus ediciones, Barcelona, 184 p.

Gráfico 36 Superficie total de vegetación afectada



Fuente: Registro de Incendios Forestales periodo 2010- 2018, CONAF

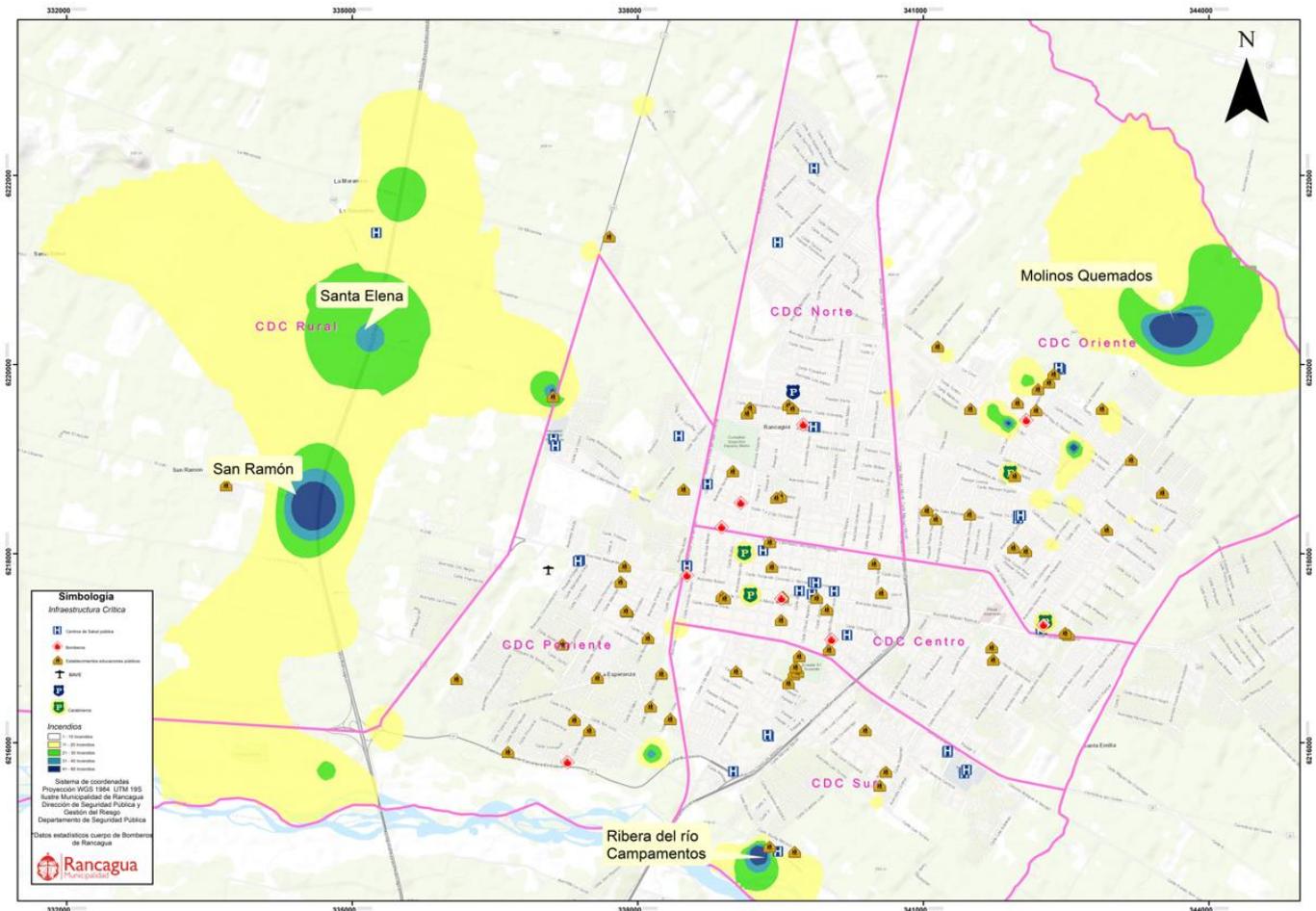
Figura 66 Distribución espacial de los Incendios Forestales



Fuente: Registro de Incendios Forestales periodo 2010- 2018, CONAF

Figura 67 Incendio pastizal, agrícola, basura 2020 – 2024

Concentración de Incendios (10-2) en la comuna de Rancagua entre los años 2020-2024



Fuente: Elaboración propia

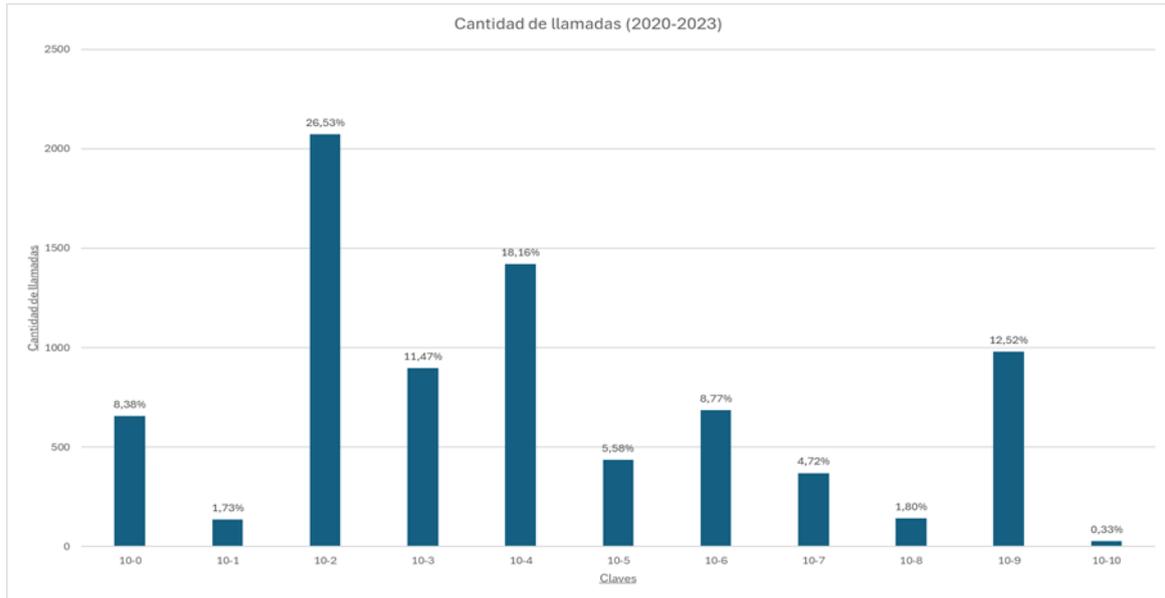
Según las estadísticas del Cuerpo de Bomberos de la Comuna de Rancagua, entre los años 2020 y 2023 el principal llamado a que acude esta institución es los llamados de pastizales y/o basura (10-2) el cual considera los llamados de incendio de pastizales en la zona rural, plantaciones agrícolas y llamados de incendio de pastizales en el sector urbano. Esta es la emergencia que más llamadas registra durante estos años con 2.073 lo que significa el 26,53% del total de emergencias que registra la comuna.

Tabla 26 Cantidad de Llamados de la central de alarmas del cuerpo de Bomberos de Rancagua entre los años 2020 y 2023.

Resumen de llamados de emergencias de los Bomberos entre los años 2020 - 2023			
Clave	Descripción	Cantidad de llamadas	Porcentaje
10-0	Llamado a incendio Estructural	655	8,38%
10-1	Llamado a Vehículos	135	1,73%
10-2	Llamado de Pastizales y/o Basura	2073	26,53%
10-3	Llamado a Rescate de Emergencia	896	11,47%
10-4	Llamado a Rescate Vehicular	1419	18,16%
10-5	Llamado Haz-Mat	436	5,58%
10-6	Llamado a Gas	685	8,77%
10-7	Llamado Eléctrico	369	4,72%
10-8	Llamado No Clasificado	141	1,80%
10-9	Llamado a Otros Servicios	978	12,52%
10-10	Llamado a Escombros	26	0,33%
	Total	7813	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de Bomberos de Rancagua

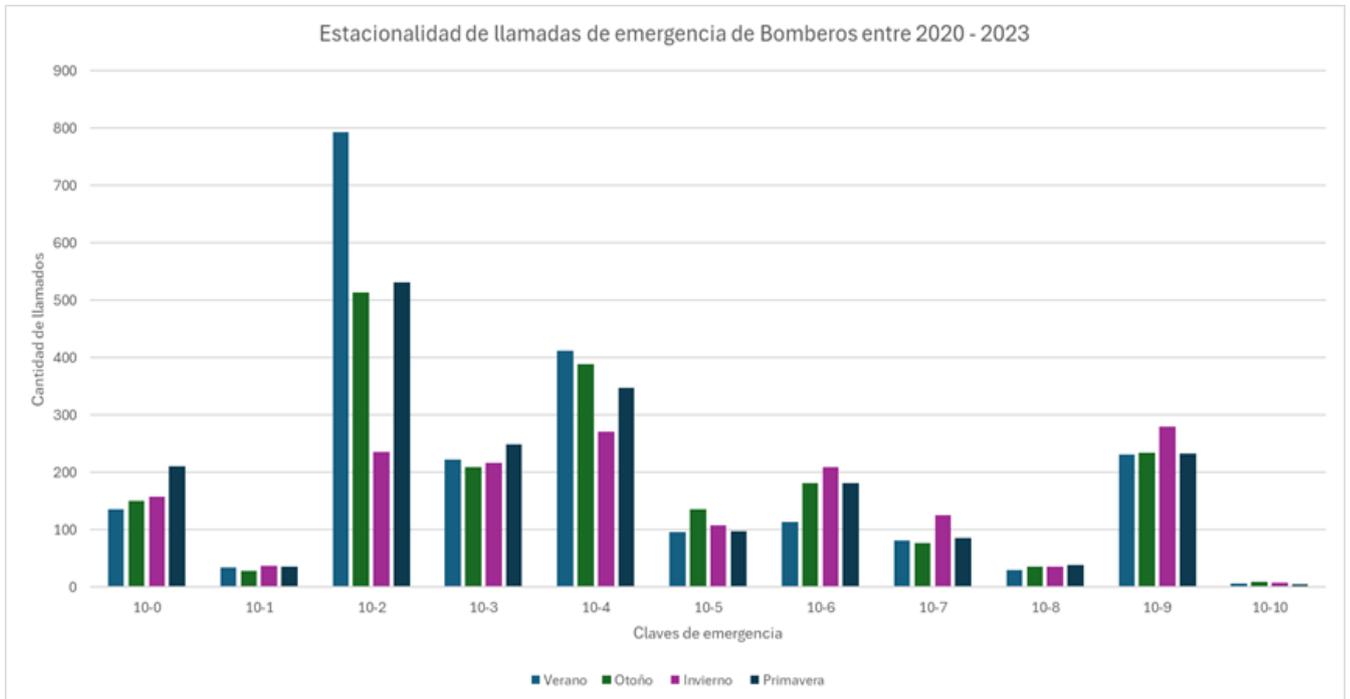
Gráfico 37 Cantidad de llamados de la central de alarmas del cuerpo de Bomberos de Rancagua entre los años 2020 y 2023.



Fuente: Elaboración propia con datos de Bomberos de Rancagua

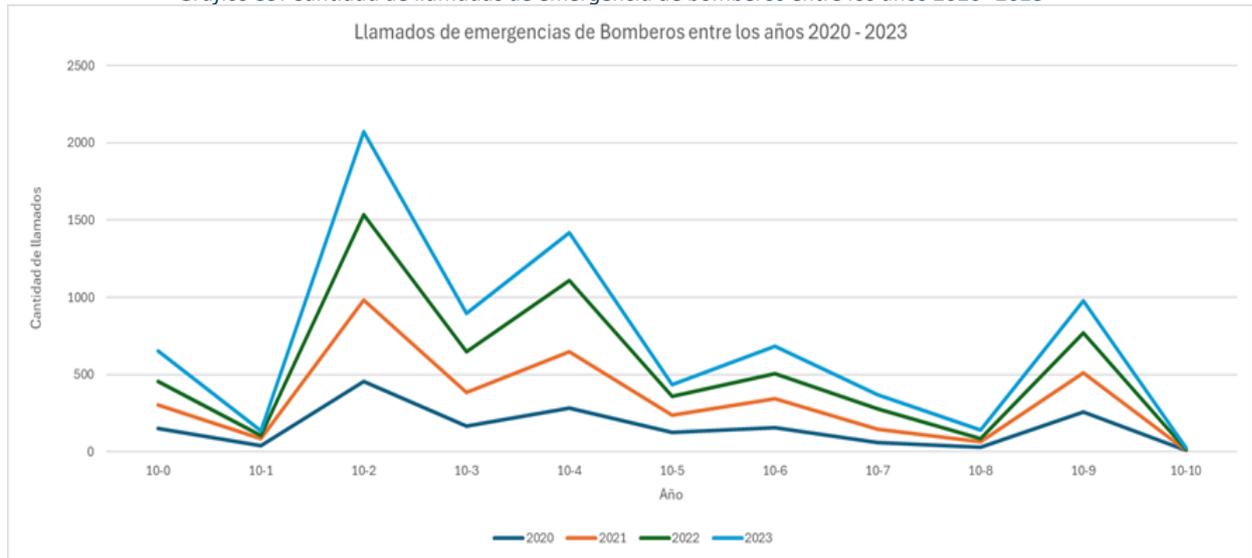
En cuanto a la estacionalidad de los llamados a la central de alarmas del cuerpo de Bomberos de Rancagua se puede observar que en verano las llamadas clasificadas como 10-2 (pastizal/ basura) incrementa notoriamente en relación con las otras estaciones del año y a las otras claves.

Gráfico 38: Cantidad de llamados a la Central de cuerpos de Bomberos de Rancagua entre los años 2020 y 2023.



Fuente: Elaboración propia

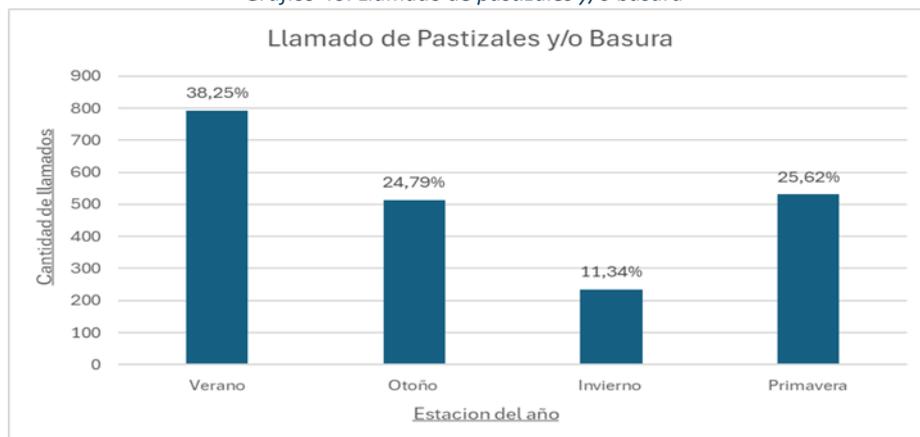
Gráfico 39: Cantidad de llamadas de emergencia de bomberos entre los años 2020- 2023



Fuente: Elaboración propia

Para este llamado se puede observar que existe una prevalencia en la época de verano específicamente en los meses de diciembre y enero.

Gráfico 40: Llamado de pastizales y/o basura



Fuente: Elaboración propia

7.2.2.2 DISMINUCIÓN DE PRECIPITACIONES ANUALES ACUMULADAS

En los últimos años, se ha visto una notable disminución de las precipitaciones a nivel país, sin embargo, la zona centro ha sido la más afectada con esta disminución de acuerdo con los registros de la Dirección Meteorológica de Chile, tal como lo muestran las medias anuales de precipitaciones en 2016 con 365,5 milímetros y 276,5 milímetros en 2017 (Municipalidad de Rancagua, 2019).

Por otro lado, sumado a esto, la baja acumulación anual de nieve y el aumento sostenido de las temperaturas, da como resultado uno de los eventos climáticos más extremos, escasez hídrica/ sequías.

7.2.2.2.1 ESCASEZ HÍDRICA Y SEQUÍAS

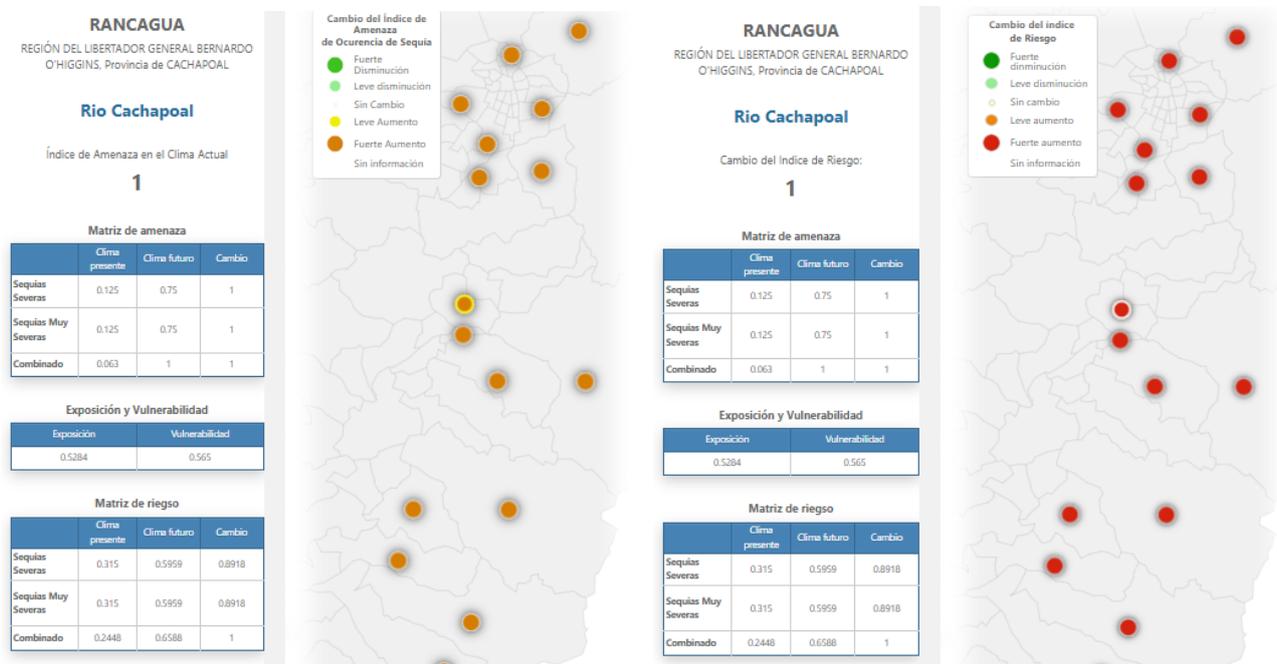
Para las comunas de Rancagua al igual que Machalí, la principal fuente de abastecimiento de agua potable para la zona urbana a través de la empresa ESSBIO, son las fuentes superficiales de agua como lo son el río Cachapoal, con los afluentes del Río Blanco, Pangal, Cortaderas, Las Leñas, Cipreses y el Río Claro de Cauquenes, lo cual representa alrededor del 97% del agua producida desde este tipo de fuentes. A esto se suman las captaciones

subterráneas que corresponden a 120 en toda la Región de O'Higgins. Estas últimas a su vez, representan el 68% de la producción de agua potable de Essbio y complementan al 32% que es producido por las fuentes superficiales.

Lo anterior teniendo en cuenta que el sector rural, se abastece principalmente mediante aguas subterráneas a través de las cooperativas de agua potable rural (APR).

Dicho esto, y como se puede desprender de la información mostrada con anterioridad respecto de los datos históricos de precipitaciones en la comuna de Rancagua, se observa que desde el año 1990 al 2020 existe una disminución sistemática de precipitaciones en la comuna, lo que ha provocado que, en el año 2022, se publica en el Diario Oficial el Decreto N°27 del Ministerio de Obras Pública en el que se declara zona de escasez a la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. Este decreto se sustenta en el "Informe Condiciones Hidrometeorológicas, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins".

Figura 68 Índice de Amenaza y Riesgo por Sequías Hidrológicas en la comuna de Rancagua



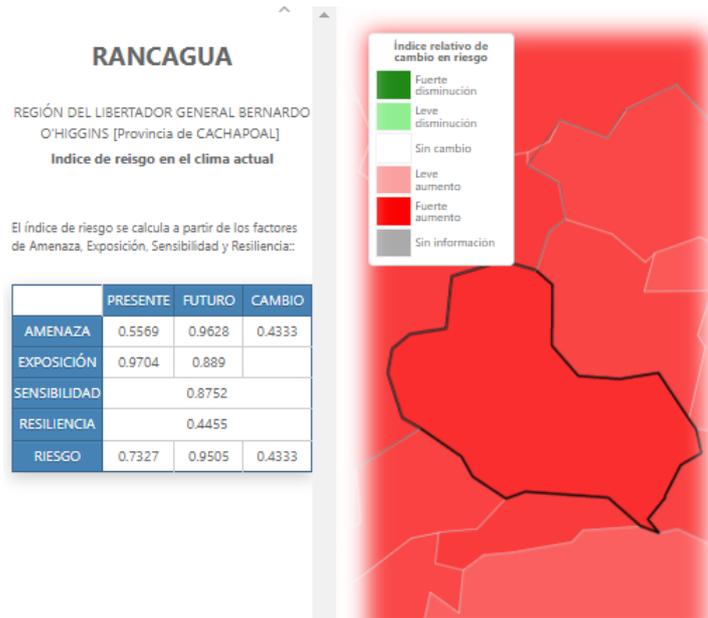
Fuente: ARClím, 2024.

En este mapa se presentan los efectos adversos de sequías hidrológicas, considerando puntos específicos a lo largo del principal cauce dentro de la comuna, el Río Cachapoal. La sequía hidrológica contempla un aumento de la frecuencia de los caudales bajos y la disminución en la magnitud de los caudales extremos bajos.

Lo anterior tiene directa relación con la capacidad de recarga de las napas subterráneas, lo que afecta directamente a la disminución de disponibilidad de agua potable para consumo humano.

Siguiendo con lo anterior según ARClím, la comuna de Rancagua en cuanto a la Seguridad Hídrica doméstica y urbana presenta un leve aumento en amenaza y en cuanto a los impactos negativos en la salud de la población urbana, en cuanto al periodo histórico y futuro debido a las sequías meteorológicas y la evapotranspiración potencial presenta un fuerte aumento como se puede observar a continuación.

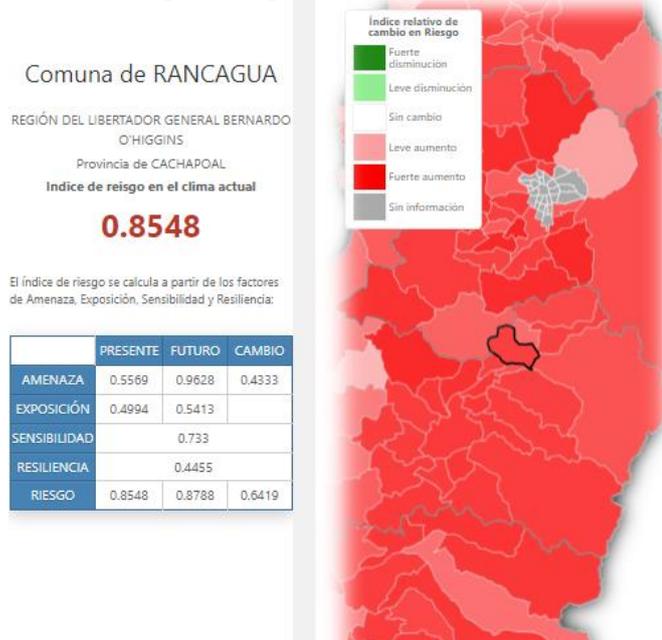
Figura 69 Índice de Riesgo Seguridad Hídrica Doméstica y Urbana para Rancagua.



Fuente: ARClím 2024.

Mientras que para la seguridad hídrica doméstica rural, el panorama no es muy distinto, en relación con la sequía meteorológica en distintas comunas del país, considerando condiciones climáticas, sociales e institucionales históricas y futuras.

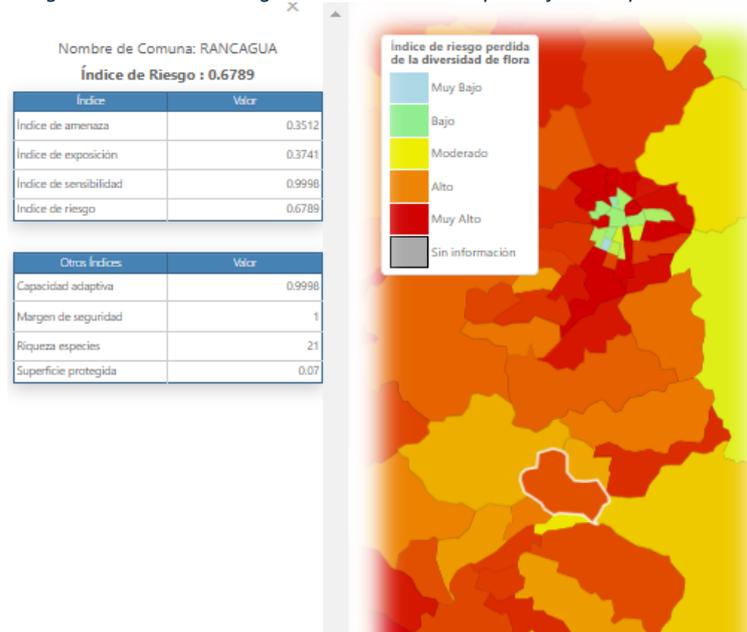
Figura 70 Índice de Riesgo para Seguridad Hídrica Doméstica Rural en Rancagua.



Fuente: ARClím, 2024.

Si observamos el efecto de la sequía en pérdida de flora y los efectos adversos sobre la distribución de la biodiversidad de especies vegetales producto del cambio futuro de las condiciones de precipitación promedio anual, la comuna de Rancagua tiene un índice de riesgo de 0,6, el cual según ARClím corresponde a un riesgo alto, como se puede apreciar en la siguiente imagen.

Figura 71 Índice de Riesgo de Pérdida de Flora por Bajas Precipitaciones



Fuente: ARClím, 2024.

En virtud de lo anterior, se prevén grandes impactos de acuerdo con los antecedentes comunales, la disminución de la capacidad de recarga de las napas subterráneas, baja disponibilidad de aguas superficiales, lo que trae como consecuencia una potencial inaccesibilidad del acceso al agua potable tanto en el sector urbano como rural, , pérdida de flora en sectores rurales de la comuna (principalmente del bosque esclerófilo), pérdida y/o cambio en las zonas de cultivos y ganadería, aumento de los costos y afectación al comercio minoritario y manufacturero.

7.2.2.3 EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Si bien todos los eventos mencionados anteriormente, corresponden a eventos extremos por condiciones climáticas extremas, hay algunos que salen de la regla en cuanto a los datos históricos desarrollados en puntos anteriores; los cuales se desarrollan a continuación:

7.2.2.3.1 INUNDACIONES

Si bien la tendencia según datos históricos de las precipitaciones anuales acumuladas ha ido en descenso, en los últimos años hemos tenido fenómenos en relación con la cantidad de agua caída en periodos de tiempos muy cortos.

En este sentido se conjugan varios factores meteorológicos, como han sido en estos últimos años, el fenómeno del niño (calentamiento superficial del Pacífico Tropical), aportando bastante humedad; esto sumado a un río atmosférico (AR por sus siglas en inglés) el cual corresponde a un filamento de fuerte transporte de humedad, usualmente por delante de un sistema frontal muy intenso y persistente (hasta 72 horas), el cual choca con una cadena montañosa como la cordillera de los Andes, estos eventos son muy peligrosos, pudiendo causar inundaciones y aluviones, como ocurrió, el año 2023 (del 21 al 26 de junio) en la mayoría de la zona central, decretándose zona de catástrofe¹⁹.

Estos eventos ocurridos en el año 2023 de gran magnitud y en menor magnitud este año 2024, generó varias consecuencias entre las que se destacan las siguientes: aumento de caudal del Río Cachapoal en corto tiempo, aumento de caudal de los canales de regadío, y por ende del Estero La Cadena, generando inundaciones en distintos puntos de la ciudad, así como también en distintos puntos del sector rural.

¹⁹ Análisis preliminar de la tormenta ocurrida entre el 21 y 26 de junio de 2023 en Chile Central, (CR)2.

A su vez los principales impactos generados por estas inundaciones fueron la pérdida parcial o total de viviendas, además de la pérdida de enseres, generando otro impacto secundario que es la disposición final de estos enseres en desuso.

A su vez los principales impactos generados por estas inundaciones fueron la pérdida parcial o total de viviendas, además de la pérdida de enseres, generando otro impacto secundario que es la disposición final de estos enseres en desuso.

Cientos de familias reubicadas en albergues, colapso de colectores de aguas lluvias, afectación a infraestructura crítica, pérdida de cultivos agrícolas por suelos saturados de aguas lluvias.

En relación con los sistemas frontales del año 2023, se tiene un total de 698 viviendas afectadas las cuales se dividen en las siguientes categorías:

Tabla 27 Viviendas afectadas Sistema Frontal 2023

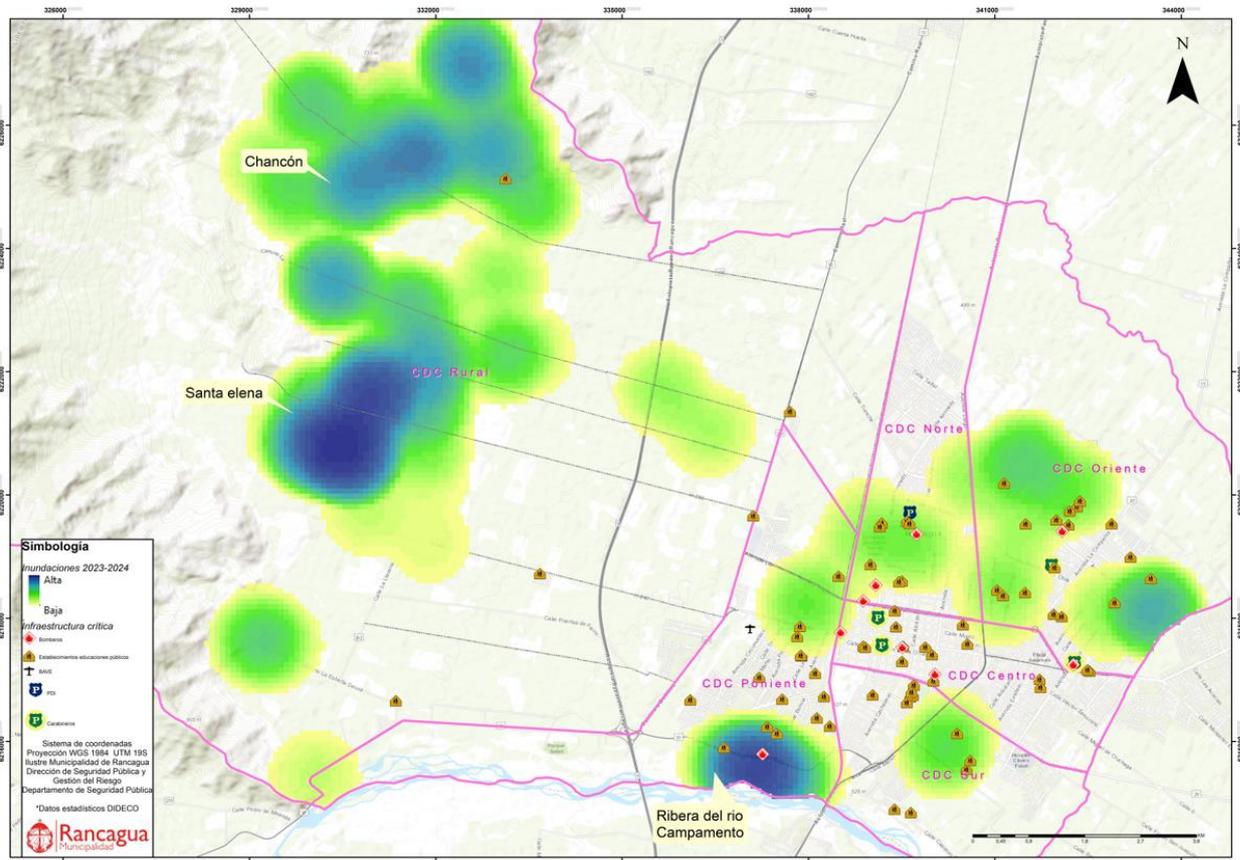
NIVEL DE AFECTACIÓN	CUENTA DE ESTADO VIVIENDA
DESTRUIDA	69
MEDIANAMENTE AFECTADA	211
MUY AFECTADA	145
NO AFECTADA	135
POCO AFECTADA	138
TOTAL AFECTADOS	698

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente mapa se pueden apreciar los puntos críticos en cuanto a inundaciones ocurridas los últimos años.

Figura 72 Puntos críticos de inundación en la comuna 2023 -2024.

Concentración de inundaciones en la comuna de Rancagua entre los años 2023 y 2024



Fuente: Elaboración propia, información ficha FIBE 2023 – 2024

Figura 73 Inundaciones Sector Santa Elena 2024



Fuente: <https://www.24horas.cl/regiones/zona-centro/ohiggins/rancagua-sector-santa-elena-continua-anegado>.

Figura 74 Aumento caudal Río Cachapoal 2023



Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=6lbmlHuCz4c>

Figura 75 Salida del Canal San Pedro afectó a diversos sectores de Rancagua



Fuente: <https://www.elrancaguino.cl/2021/03/29/salida-del-canal-san-pedro-afecto-a-diversos-sectores-de-rancagua/>

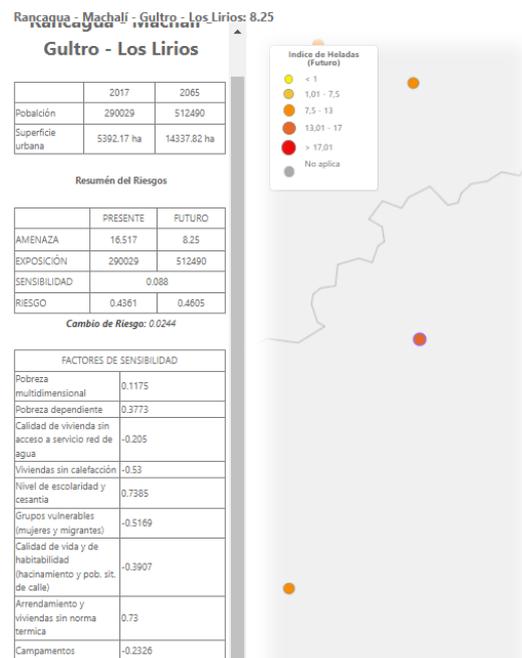
7.2.2.3.2 OLAS DE FRIO

Otro evento climático extremo ha sido sin duda, las olas de frío que han ocurrido en los últimos años, como se mostró en el análisis de los datos climáticos históricos.

Rancagua presenta una alta amenaza en la salud de las personas en los escenarios futuros productos de las heladas. Las heladas (temperatura igual o inferior a 0°C) afectan negativamente la salud de las personas, especialmente de la población más vulnerable, como niños, adultos mayores, personas con problemas respiratorios y personas en situación de calle, esta última teniendo una víctima fatal del último episodio de ola de frío.

Estas olas de frío ocurren principalmente en época de invierno, lo que trae consigo un empeoramiento de la calidad del aire, agudizando las enfermedades respiratorias, colapsando a su vez los centros asistenciales.

Figura 76 Índice de amenaza de efectos de las heladas en ciudades.



Fuente: ARClím, 2024.

Este mapa representa el **Índice de Heladas (FD0)**, que corresponde al promedio de días en que la temperatura mínima es igual o inferior a 0°C, considerando en este caso la estación de invierno (junio, julio y agosto), correspondiente al periodo **futuro (2035-2065 RCP 8.5)**²⁰.

Siguiendo con lo anterior, si bien se considera una disminución de la cantidad de días con temperaturas iguales o inferiores a 0°C en un periodo futuro, se debe considerar las medidas para mitigar/adaptarse a los efectos de estos, ya que existe un alto índice de vulnerabilidad social según ARClím (1 a 2 de SoVI), el cual fue realizado en base a las siguientes variables: *número de viviendas en campamento, porcentaje de población en situación de calle, porcentaje de viviendas sin certificación térmica, porcentaje de viviendas que no cuentan con sistema de agua caliente y porcentaje de viviendas que no cuentan con sistema de calefacción.*

7.2.3 Grupos afectados de la población

Los principales grupos afectados por los cambios en el clima y/o eventos climáticos extremos, son principalmente:

²⁰ Riesgos de las heladas en las ciudades, en la cadena de impacto Salud y Bienestar Humano, ARClím.

- Porcentaje de la población más vulnerable social y económicamente, según el Registro Social de Hogares (RSH).
- Porcentaje de población en situación de calle.
- Porcentaje de la población que no cuenta con abastecimiento de agua potable.
- Porcentaje de la población que no cuentan con sistema de agua caliente
- Porcentaje de viviendas que no cuentan con sistema de calefacción.
- Población más vulnerable como niñas y niños, adolescentes, tercera edad, embarazadas.
- Población con enfermedades de base (diabetes, enfermedades respiratorias, enfermedades cardiovasculares, etc.).

7.2.4 Servicios, sectores y bienes afectados

Los principales servicios, sectores y bienes afectados de estos eventos extremos, son los siguientes:

1. **Infraestructura crítica:**
 - CESFAM
 - Colegios Municipales
 - Puentes, líneas de ferrocarriles, etc.
 - Servicios eléctricos
 - Alcantarillado
 - Agua Potable Rural.
 - Viviendas de campamentos
 - Viviendas sin certificación térmica.
2. **Medios de vida y recursos productivos:**
 - Ganadería y agricultura principalmente de subsistencia.
 - Afectación de fuentes económicas comerciales.
3. **Recursos Naturales:**
 - Recursos Hídricos: Disminución en fuentes de agua superficiales y subterráneas
 - Pérdida de suelos de valor agroecológico.
 - Pérdida del bosque esclerófilo.

7.3 PERFIL DE AMENAZA DEL CAMBIO CLIMÁTICO PARA LA COMUNA DE RANCAGUA

El diseño y ejecución de un buen Plan de Acción Comunal de Cambio Climático

Tabla 28 Perfil de Amenaza del cambio climático para la comuna de Rancagua

EVENTO CLIMÁTICO	AMENAZA	IMPACTO	ESTACIÓN O ÉPOCA EN LA QUE OCURRIÓ EL EVENTO O PERIODO OBSERVADO DE LA TENDENCIA	POBLACION O SISTEMAS AFECTADOS	MEDIDAS IMPLEMENTADAS
Variación en las Temperaturas	Aumento de las T°	Olas de calor	Época de verano (meses diciembre-febrero)	Los principales grupos afectados por los cambios en el clima y/o eventos climáticos extremos, son principalmente:	<p>La Dirección de Gestión Ambiental (DGA) cuenta con equipos y una licitación para la limpieza de pastizales en bienes nacionales de uso público (BNUP). A su vez, se generan cortafuegos en sitios eriazos con el fin de evitar la propagación de los incendios a la población aledaña. Por otro lado, y dadas las facultades con que cuenta el Municipio, se realizan notificaciones a los propietarios de los sitios eriazos para la limpieza de los predios privados. Finalmente, también se cuenta con un programa de limpieza y recuperación de microbasurales en bienes nacionales de uso público, transformando estos espacios en áreas de estar y/o recreacionales. Una problemática que surge dentro de estas limpiezas es la poca acción que se tiene sobre los bienes privados dadas las facultades que tiene la Municipalidad sobre ellos.</p> <p>La DGA también realiza plantaciones de árboles en lugares donde existe el compromiso de la comunidad con la mantención de las especies plantadas. Sin embargo, estos planes de forestación no necesariamente responden a la distribución de las islas de calor ya que en los sectores donde existe un mayor déficit de árboles existe poca articulación comunitaria para su cuidado.</p> <p>Por otro lado, se cuenta con una licitación de mantención de áreas verdes con el fin de que las áreas verdes existentes y las que se construyen no se pierdan por falta de mantención, asegurando su continuidad para el futuro.</p>
	Aumento de las T°	Incendio	Época de verano (meses diciembre-febrero)	<ul style="list-style-type: none"> -Porcentaje de la población más vulnerable social y económicamente, según el Registro Social de Hogares (RSH). -Porcentaje de población en situación de calle. -Porcentaje que no cuenta con abastecimiento de agua potable. -Porcentaje de la población que no cuentan con sistema de agua caliente -Porcentaje de viviendas que no cuentan con sistema de calefacción. -Población más vulnerable como niñas y niños, adolescentes, tercera edad, embarazadas. -Población con enfermedades de base (diabetes, enfermedades respiratorias, enfermedades cardiovasculares, etc.). 	

Variación en las Precipitaciones	Disminución de las Pp	Escasez Hídrica/ Sequías	Época de verano (meses diciembre-febrero)	<p>Los principales servicios, sectores y bienes afectados de estos eventos extremos, son los siguientes:</p> <p>-Infraestructura crítica: CESFAM Colegios Municipales Puentes, líneas de ferrocarriles, etc. Servicios eléctricos Alcantarillado Agua Potable Rural. Viviendas de campamentos Viviendas sin certificación térmica.</p> <p>-Medios de vida y recursos productivos: Ganadería y agricultura principalmente de subsistencia. Afectación de fuentes económicas comerciales.</p>	<p>Desde DGA, actualmente, se cuenta con un programa de entrega de agua potable a la población más vulnerable de la comuna (campamentos y sector rural) y que no cuentan con acceso a la red de agua potable. Este programa se realiza a través de una licitación y con camiones aljibes propios del Municipio.</p> <p>Por otro lado, actualmente la licitación de mantención de áreas verdes exige la tecnificación del riego del 30% de la superficie de las áreas con el fin de hacer más eficiente el uso del agua potable. A su vez, en el año 2022 se desarrolló un plan piloto, en donde se tecnificó el riego de 20.000 m² de áreas verdes, en las cuales se disminuyó el consumo de agua en un 50%. Se busca que, en el futuro cercano, se cuente con la mayoría de las áreas verdes con sistemas de riego tecnificado para hacer más eficiente el uso del agua. En esta misma línea, el Municipio está desarrollando todos los nuevos proyectos de arborización y construcción de áreas verdes con especies resistentes a la sequía ante la disminución de las precipitaciones futuras.</p>
	Eventos Extremos	Disminución drástica de la T°	Olas de frío	Época de invierno (meses de junio y julio)	<p>-Recursos Naturales: Recursos Hídricos: Disminución en fuentes de agua superficiales y subterráneas Pérdida de suelos de valor agroecológico. Pérdida del bosque esclerófilo</p>
	Fuertes Pp en tiempos muy cortos	Inundaciones	Época de invierno (meses de junio y julio)		<p>La Dirección de Gestión Ambiental del Municipio cuenta con programas de limpieza de sumideros de aguas lluvias, cunetas, canales, rejillas, entre otros; para mantener el sistema de drenaje de la ciudad en óptimas condiciones. Para ello, se cuenta con cuadrillas propias de la Municipalidad, así como con licitaciones para la limpieza de los elementos descritos anteriormente.</p> <p>Cuando ocurre una inundación, la DGA cuenta con distintos equipos para extraer el agua de los puntos anegados. Para ello, se cuenta con equipos y recursos propios (cuadrillas, motobombas, camionetas) así como licitaciones con equipos especiales (camiones aljibes, motobombas, camión hidrojet) para la atención de los puntos con problemas. Ante cada evento meteorológico, se organizan los equipos para que estén de</p>

					<p>forma preventiva evacuando el agua para evitar la inundación hacia las viviendas. Todos estos esfuerzos, se concentran en el casco urbano, mientras que el sector rural debe ser cubierto por la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP.</p> <p>Los resultados de estos trabajos han resultado óptimos en general, ya que en los últimos años han existido muy pocos casos de inundaciones dentro del casco urbano, existiendo los mayores problemas en los sectores rurales de Rancagua.</p>
--	--	--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia.

7.3.1 Observaciones o comentarios

- “CICLÓN EXTRA TROPICAL”

En el transcurso de este año a comienzos del mes de agosto, en gran parte del país y de manera más intensa en la zona centro sur, se vivió Ciclón Extra Tropical de gran magnitud, el cual afectó fuertemente tanto a infraestructura urbana y rural (viviendas, techumbres, etc.) así como también grandes cantidades de árboles tanto urbanos como rurales, en gran parte por las fuertes ráfagas de viento, llamado por los expertos “vientos huracanados”.

Este evento, corresponde a un sexto evento que podría deberse a los efectos del cambio climático, asociado a las fuertes ráfagas de viento ocurridas entre el 01 y 02 de agosto del 2024 y que dejó consecuencias a nivel comunal.

De forma preliminar se puede indicar que los vientos huracanados ocurridos en la madrugada del 02 de agosto contaron con ráfagas superiores a los 120 km/h provocando una masiva caída de árboles, así como el corte del suministro eléctrico en gran parte de la comuna.

Dentro del catastro de árboles caídos que se tiene como Municipalidad se cuenta con lo siguiente:

En las áreas verdes públicas de la ciudad, existieron 173 incidencias correspondientes a 81 caídas de árboles completos y 130 desganches de ramas. En cuanto a los árboles viales públicos existieron 111 incidencias correspondientes a 85 caídas de árboles completos y 26 desganches de ramas. En cuanto a daños materiales sobre las casas, se contabilizaron 8 árboles que cayeron sobre los domicilios causando daños menores.

En cuanto a los clientes de la comuna que estuvieron sin suministro eléctrico, según lo informado por SERNAC, en el peak de la emergencia se contabilizaron 23.369 clientes sin suministro eléctrico. A su vez, se tuvo una tasa de 1.628 clientes por hora en promedio que estaban sin suministro, lo que permitiría extrapolar la afectación en el tiempo total de 20 días.

Este evento debe ser estudiado tanto en su naturaleza, así como en los graves daños que generó en la infraestructura de la comuna. En este sentido, se debe determinar si el cambio climático influyó en su origen mientras que se deben definir las distintas medidas de adaptación y mitigación ante nuevos eventos de características similares.

Este último evento extremo, se deberá seguir monitoreando ya que al ser “nuevo” o al “no existir datos históricos”, no se puede hacer un análisis en mayor profundidad, sin embargo, podemos decir que esto, es otra muestra del cambio climático que estamos viviendo y la urgencia de repensar las ciudades y comunas de forma más resilientes, sustentables y sostenibles.

7.5 DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO

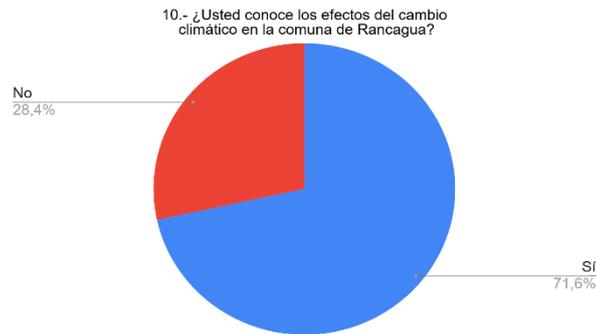
Mediante una encuesta online, se realizó un sondeo a la ciudadanía sobre la visión que estos tienen ante los efectos del cambio climático en la comuna.

La caracterización de la población encuestada se realizó por Género, Edad, Sector de Residencia, Identificación con algún Pueblo Originario, Situación de Discapacidad, Nacionalidad, Nivel Educativo, Situación Laboral, Situación Económica.

A modo general se puede concluir que los resultados reflejan una conciencia significativa de la problemática climática y una predisposición hacia la adopción de medidas de mitigación y/o adaptación, con preferencia hacia el reciclaje, el aumento de áreas verdes, el cambio de hábitos de transporte, la conservación de los ecosistemas naturales y la preparación ante emergencias climáticas. Sin embargo, el desconocimiento de las políticas ambientales y la percepción de vulnerabilidad revelan desafíos en términos de comunicación y participación ciudadana en las estrategias del municipio para enfrentar el cambio climático.

Algunas de las preguntas y sus respuestas se muestran a continuación:

Gráfico 41: Pregunta 10 encuesta Diagnóstico participativo PACCC



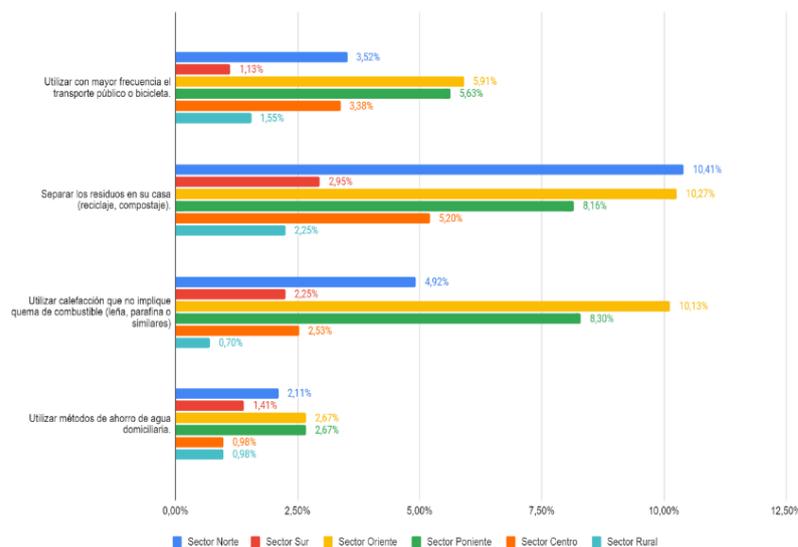
Fuente: Elaboración propia en base a encuesta Diagnóstico participativo PACCC

En relación con el análisis, se realizó bajo distintos criterios como se puede apreciar en las siguientes preguntas:

Según su sector:

Gráfico 42: Pregunta 11 encuesta Diagnóstico participativo PACCC.

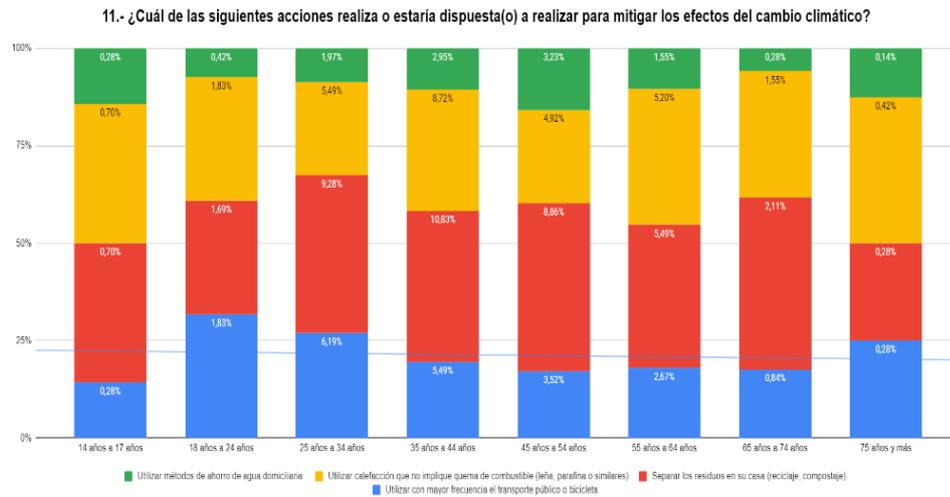
11.- ¿Cuál de las siguientes acciones realiza o estaría dispuesta(o) a realizar para mitigar los efectos del cambio climático?



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta Diagnóstico participativo PACCC

Según su edad:

Gráfico 43: Pregunta 11, por edad, encuesta Diagnóstico participativo PACCC



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta Diagnóstico participativo PACCC

Por Género:

Gráfico 44: Pregunta 11 encuesta, por género, Diagnóstico participativo PACCC



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta Diagnóstico participativo PACCC

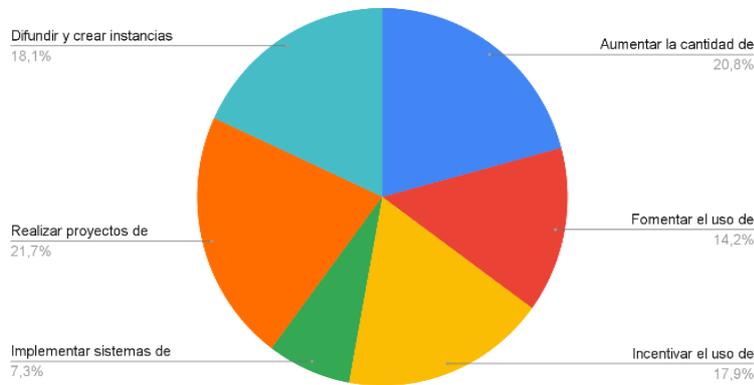
Dentro de estas acciones destaca la separación de residuos con un 39,24% a nivel comunal, resaltando en la distribución por sector, la zona norte con 10,41% y la ciudadanía perteneciente al rango etario de 35 - 44 años.

En cuanto a una segunda opción, en términos de género solo la muestra masculina prefiere aumentar la frecuencia en el uso del transporte público o bicicleta, en cambio la muestra femenina prefiere utilizar calefacción no combustible.

La pregunta 12 por su parte, es interesante de analizar debido a que se consulta a la comunidad ¿cuál de las siguientes medidas debería implementar el municipio, para mitigar y/o adaptarse al cambio climático, sus respuestas fueron las siguientes:

Gráfico 45: Pregunta 12 encuesta Diagnóstico participativo PACCC

12.- ¿Cuál de las siguientes medidas cree usted que debería implementar la Municipalidad de Rancagua para mitigar/adaptar los efectos del cambio climático en la comuna? Seleccione la más importante para usted.

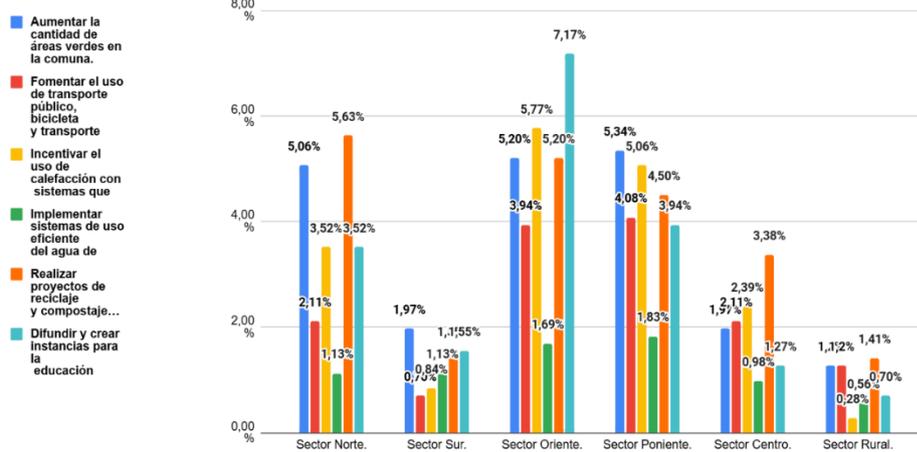


Fuente: Elaboración propia en base a encuesta Diagnóstico participativo PACCC

En cuanto al sector:

Gráfico 46: Pregunta 12 encuesta, por sector, Diagnóstico participativo PACCC

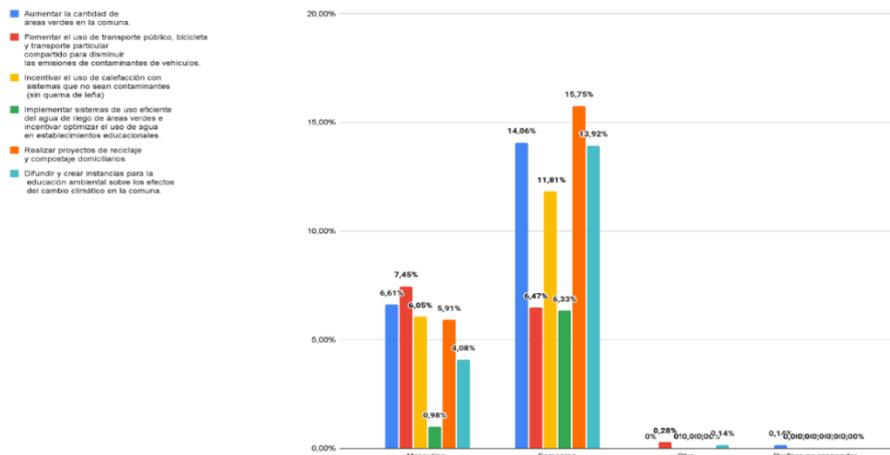
12.- ¿Cuál de las siguientes medidas cree usted que debería implementar la Municipalidad de Rancagua para mitigar/adaptar los efectos del cambio climático en la comuna? Seleccione la más importante para usted.



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta Diagnóstico participativo PACCC.

Por Género:

Gráfico 47: Pregunta 12 encuesta, por género, Diagnóstico participativo PACCC



Fuente: Elaboración propia en base a encuesta Diagnóstico participativo PACCC

En relación con esta pregunta podemos indicar que a modo general la comunidad identifica como una necesidad prioritaria el desarrollar proyectos de reciclaje y compostaje, en segundo lugar, el aumentar la cantidad de áreas verdes como primera opción, en tercer lugar, fomentar la educación ambiental en todos los sectores vinculados al cambio climático.

Todos los resultados y análisis por pregunta se pueden observar en el Anexo N°1: Diagnóstico participativo PACCC.

7.6 EVALUACIÓN DE IMPACTOS Y VULNERABILIDAD DE LA COMUNA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

El diseño y ejecución de un buen Plan de Acción Comunal de Cambio Climático requiere de una serie de elementos que deben ser planificados y coordinados. Para ello, es necesario conocer algunos conceptos claves que ayudarán a entender de mejor forma la necesidad de la acción climática a nivel comunal y servirán de base para la elección de las medidas de adaptación y mitigación más apropiadas que serán incluidas en el Plan.

El **riesgo climático** puede ser entendido como el eventual daño que un cambio en las condiciones climáticas podría desencadenar en distintos sistemas ambientales o humanos, como bosques, humedales, ecosistemas marinos, sectores productivos o asentamientos de población. Para estimarlo, se requiere conocer tres elementos básicos: la amenaza (el elemento climático que está en cambio o el elemento natural que podría desencadenar un impacto negativo dado el cambio en el clima), la exposición (la presencia de elementos que podrían verse afectados) y la vulnerabilidad (determinada por la sensibilidad del sistema y su capacidad adaptativa).

Un sistema se vuelve vulnerable al cambio climático cuando sus características particulares lo hacen sensible a peligros climáticos a los cuales está expuesto cuando presenta una baja capacidad de respuesta y adaptación frente a los impactos que estas sensibilidades generan. Así, por ejemplo, distintas comunidades podrían tener diferente grado de vulnerabilidad ante un mismo riesgo climático dada las condiciones socioeconómicas, la edad o condiciones de salud de su población.

El riesgo, entonces, resultaría de una combinación de los efectos negativos que cada amenaza climática puede producir en los sistemas ambientales o humanos, dadas las características de vulnerabilidad de los elementos que están en exposición y que son susceptibles de experimentar esos impactos dañinos.

Amenaza: Condición climática cuya potencial ocurrencia puede resultar en pérdida de vidas, accidentes y otros impactos. Algunas amenazas climáticas son olas de calor, lluvias torrenciales, fríos intensos y sequía.

Exposición: Presencia de elementos como vidas humanas, medios de subsistencia, infraestructura, servicios, entre otros, que podrían verse afectados negativamente ante un evento climático o natural. Un ejemplo de exposición es la presencia de servicios críticos como hospitales en zonas susceptibles de desastre derivado de un evento natural

Vulnerabilidad: La propensión a verse afectado negativamente por una condición climática. Tiene dos componentes; sensibilidad y capacidad adaptativa. Mayor sensibilidad y menor capacidad adaptativa implica una mayor vulnerabilidad. Por ejemplo, pueden ser más vulnerables, en un contexto de olas de calor, aquellas personas con enfermedades de base susceptibles a las temperaturas extremas y que viven en viviendas construidas con material ligero.

Sensibilidad: Son aquellos factores no climáticos que afectan directamente las consecuencias de un evento climático, como los atributos físicos, sociales, económicos y culturales de las personas o el territorio.

La **sensibilidad** se define como uno de los componentes de la vulnerabilidad frente al cambio climático (propensión o predisposición a verse afectado negativamente por sus efectos). La sensibilidad está determinada por todos los factores no climáticos que afectan directamente las consecuencias de un evento climático. Esto incluye atributos físicos, sociales, económicos y culturales de la población o del sistema expuesto²¹.

²¹ Concepto sensibilidad, Guía metodológica, ¿Cómo elaborar un Plan de Acción Comunal de Cambio Climático? 2023.

Analizando toda la información que se presentó anteriormente, se evaluaron los impactos y vulnerabilidad comunal frente al cambio climático, la identificación de los principales riesgos climáticos a los que está expuesto teniendo en cuenta la capacidad de adaptación y/o respuesta de la comuna, frente a los impactos identificados.

Tabla 29 Matriz de Impactos y Vulnerabilidad frente al cambio climático.

EVENTO CLIMÁTICO	AMENAZA (Impacto asociado)	EXPOSICIÓN	SENSIBILIDAD	CONSECUENCIAS ESPERADAS
Aumento en la temperatura anual	Incendios	Sitios eriazos, baldíos, pastizales, bosque esclerófilo, viviendas aledañas.	Personas vulnerables socialmente, Adultos Mayores, Embarazadas y población escolar y preescolar; materialidad de casas inadecuado Infraestructura crítica como centros de salud y colegios	Afectación de la salud humana: Aumento de hospitalizaciones, Pérdidas de vidas y deterioro de la salud mental. Pérdida de biodiversidad. Contaminación del aire. Aumento de costos de producción. Perdida de viviendas y bienes e infraestructura y disminución de la plusvalía. Cortes de suministro de agua potable y electricidad.
Disminución de precipitaciones anuales acumuladas	Escasez Hídrica/ Sequía	Todo el territorio comunal, Ecosistemas naturales, todos los procesos que necesiten uso de agua para su funcionamiento, Áreas verdes y parques.	Principalmente: Zona rural (habitantes, industrias, pequeña minería), Personas vulnerables socialmente Y organismos de flora y fauna y sus servicios ecosistémicos. Todos los procesos que necesiten uso de agua para su funcionamiento	Inseguridad hídrica urbano y rural, Desertificación de suelos Conflictos sociales. Disminución de generación de energía hidroeléctrica Aumento de la morbilidad de la población Pérdida de biodiversidad, disminución capacidad de regeneración napas subterráneas. Perdida de áreas verdes y parque que no sean capaces de mantenerse por falta de riego.
Disminución de precipitaciones anuales acumuladas	Escasez Hídrica/ Sequía	Personas. Producción agrícola y agropecuaria	Sistemas productivos, agropecuarios y agricultura, servicios públicos de agua, estructura ecológica principal, población rural	Afectación de fuentes económicas (minería, agricultura y agropecuario), menor producción agrícola, aumento de costos de producción y el suministro de agua. Riesgos en la seguridad alimentaria, Problemas de acceso al agua es menor disponibilidad de alimentos (productos agrícolas y agropecuarios), la oferta de recurso hídrico y de la ocurrencia natural de procesos ecológicos producto de la interacción entre especies silvestres y de estas con las especies cultivadas (polinización, dispersión de semillas, control natural de plagas y parásitos). Desabastecimiento hídrico, Disminución en fuentes de agua superficiales y subterráneas, fragilidad del sistema hídrico para mantener la oferta para el abastecimiento de agua que, ante amenazas como periodos largos de estiaje o eventos como el fenómeno cálido del Pacífico (El Niño). Erosión del suelo, pérdida de suelos de valor agroecológico y bosque esclerófilo.

EVENTO CLIMÁTICO	AMENAZA (Impacto asociado)	EXPOSICIÓN	SENSIBILIDAD	CONSECUENCIAS ESPERADAS
Eventos extremos	Inundación	Sectores reconocidos como zonas de riesgo de inundación como es el borde del río Cachapoal (Campamentos y construcciones a borde de río), sector rural próximos al Estero la cadena. Asentamientos que se encuentren en zonas más bajas propensas a inundación dentro de la comuna y próximas a canales de regadíos.	Sistema de drenaje inadecuado o sin mantención, o inexistente. Personas vulnerables socialmente, Adultos Mayores, Embarazadas y población escolar y preescolar; viviendas próximas a zonas propensas a inundación. Infraestructura crítica como centros de salud y colegios. Vialidad	Pérdidas de vidas humanas Pérdidas de viviendas , bienes e infraestructura. Pérdidas económicas asociadas a bienes inmuebles , Potencial contaminación de agua potable, exposición a enfermedades infecciosas virales y mentales, afectación de los servicios básicos, pérdida de actividades económicas y fuentes de empleo (agricultura). Cortes de suministro de agua potable y electricidad. Colapsos de sistemas de drenaje. Anegamiento de vialidad.
Eventos extremos	Olas de Frío	Todo el territorio comunal Ecosistemas naturales, agricultura.	Personas vulnerables socialmente, Adultos Mayores, Embarazadas, niños, niñas y adolescentes, enfermos crónicos Materialidad de casas Poca infraestructura verde y azul proveedora de refugio térmico.	Aumento de morbilidad en la población, aumento en el malestar térmico de la población. Aumentos de costos de los bienes y servicios, disminución de la calidad de vida. Pérdida de biodiversidad Mayor consumo energético Pérdida de cultivos agrícolas, cambio en el tipo de cultivo agrícola.

EVENTO CLIMÁTICO	AMENAZA (Impacto asociado)	EXPOSICIÓN	SENSIBILIDAD	CONSECUENCIAS ESPERADAS
Eventos extremos	Olas de Calor	Toda la población comunal	Personas vulnerables socialmente, Adultos Mayores, Embarazadas, niños, niñas y adolescentes, enfermos crónicos	Afectaciones en la salud humana Las temperaturas altas provocan además un aumento de los niveles de ozono y de otros contaminantes del aire que agravan las enfermedades cardiovasculares y respiratorias. Estrés térmico generando una afectación a la salud que implica aspectos fisiológicos tales como: mal humor, fatiga, cansancio, falta de concentración, etc.; y enfermedades como erupción cutánea, calambres, síncope por calor, deshidratación, agotamiento físico, insolación, complicación de dolencias previas, entre otros. Aumento de hospitalizaciones o problemas de salud principalmente a las personas reconocidas en sensibilidad Aumento de morbilidad en la población. Aumento en el malestar térmico de la población.

Eventos extremos	Olas de Calor	Toda la población comunal	Población del radio urbano con mayor amplitud térmica. Materialidad de casas Poca infraestructura verde y azul proveedora de refugio térmico Servicios públicos de agua, servicios públicos de energía, sistemas productivos, vivienda y hábitat, equipamientos colectivos	Aumento de las islas de calor. Aumentos de costos de los bienes y servicios. Disminución de la calidad de vida. Pérdida de biodiversidad. Mayor consumo energético. Perdida de cultivos agrícolas, cambio en el tipo de cultivo agrícola.
Eventos extremos	Olas de Calor	Flora y fauna	Estructura ecológica principal, sistemas productivos, servicios públicos de agua patrimonio cultural	Cambios fenológicos en flora y fauna, expansión de varias especies de insectos hacia mayores altitudes y hacia los polos y de cambios en la fenología estacional. Se adelanta la llegada de aves migratorias, así como una mayor incidencia de plagas e invasiones biológicas.
Eventos extremos	Olas de Calor	Personas, flora y fauna.	Sistemas productivos, servicios públicos de agua, equipamientos colectivos, vivienda y hábitat, espacio público	Incremento de plagas y epidemias en sistemas productivos y humanos, condiciones favorables para que se produzcan plagas y enfermedades de las plantas y los animales en nuevas regiones, y también está transformando sus vías de transmisión. La modificación de las temperaturas, la humedad y los gases de la atmósfera pueden propiciar el crecimiento y la capacidad con que se generan las plantas, los hongos y los insectos, alterando la interacción entre las plagas, sus enemigos naturales y sus huéspedes.

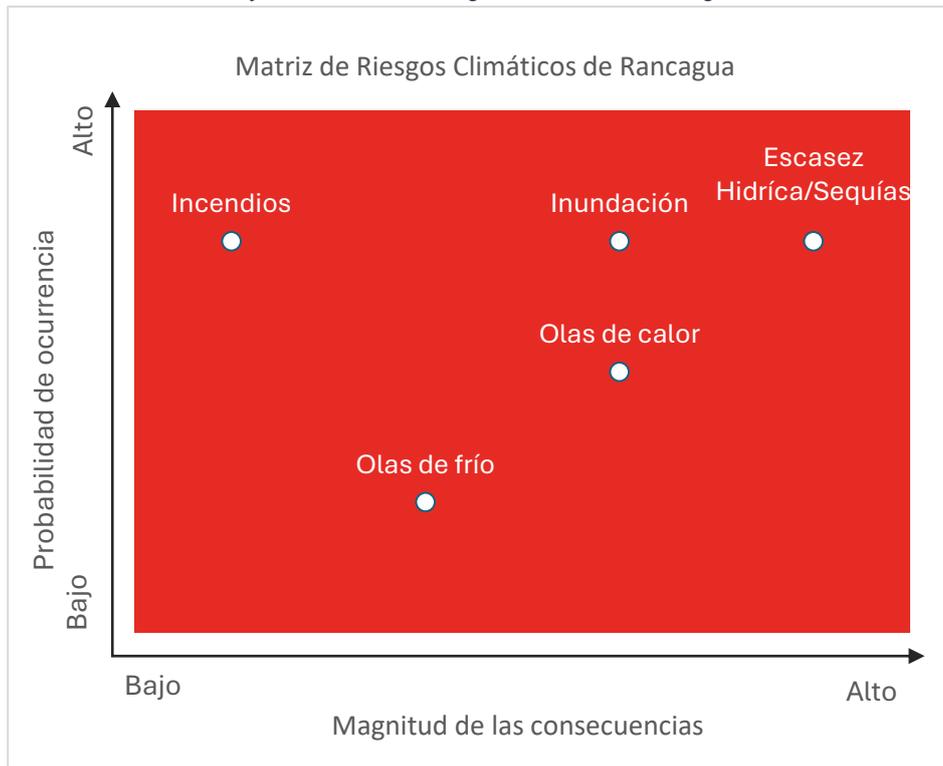
Fuente: Elaboración propia.

7.7 EVALUACIÓN DE NIVELES DE RIESGOS CLIMÁTICOS EN LA COMUNA

A continuación, se muestra la matriz de riesgos climáticos, según probabilidad de ocurrencia del evento climático y la magnitud de las consecuencias.

En esta matriz, se puede observar el nivel de riesgo para cada impacto generado por los eventos climáticos definidos con anterioridad, donde a mayor probabilidad de ocurrencia de dicho evento y mayor nivel de magnitud de sus consecuencias, mayor será el riesgo de sufrir estos efectos.

Gráfico 48: Matriz de Riesgos Climáticos de Rancagua.



Fuente: Elaboración propia.

Sin duda el mayor riesgo climático, es la Escasez Hídrica, esto debido a las bajas precipitaciones y con ello el aumento en las sequías, lo que trae como consecuencia una incertidumbre en seguridad hídrica para el consumo humano, además de consecuencias en el sector agrícola, donde se debe proyectar el cambio en los tipos de cultivo y la desaparición de la agricultura de subsistencia, la alta magnitud de sus consecuencias y como se vio anteriormente en los datos históricos, la tendencia es la disminución de las precipitaciones, dan como resultado que este riesgo sea prioritario.

Como segundo nivel de riesgo están las inundaciones, que, debido a las precipitaciones en tiempos muy cortos, ha dejado un colapso en los sistemas de recolección de aguas lluvias, dejando varios puntos de la ciudad inundados, así como también varios puntos de inundación en el sector rural, dejando pérdidas materiales considerables. Por otro lado, se tiene un porcentaje de la población más vulnerable ubicada en sector inundable como es la ribera del río Cachapoal, con un riesgo inminente ante las últimas crecidas del río.

El aumento sostenido de las temperaturas en el último tiempo ha dejado entre otras consecuencias, olas de calor cada vez con mayores temperaturas y tiempos de duración, lo que a su vez en la ciudad aumenta las islas de calor urbanas.

Lo anterior se realizó en base a la escala para evaluar la magnitud de las consecuencias del cambio climático en la comuna, disponible en la Guía de ¿Cómo elaborar un Plan de Acción comunal de cambio climático?

7.8 EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ADAPTATIVA DE LA COMUNA FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO

La evaluación de capacidad adaptativa de la comuna frente al cambio climático por medio de indicadores busca hallar debilidades y fortalezas respecto a las capacidades que tiene el municipio como la comunidad frente a eventos de vulnerabilidad.

Se trabaja con tres indicadores:

1. Vulnerabilidad y gestión del conocimiento
2. Planificación y capacidades municipal
3. Capacidad de adaptación al cambio climático

7.8.1 Capacidad adaptativa de la comunidad frente al cambio climático

A continuación, se presentan los indicadores de la capacidad adaptativa de la comunidad frente al cambio climático, la información presentada es una abstracción que hemos realizado de la encuesta que se encuentra como anexo N°1.

Tabla 30 Capacidad adaptativa de la comunidad frente al cambio climático.

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	
Gestión del conocimiento	Conocimientos de efectos del cambio climático en la comuna de Rancagua	71.6%	
	A la consulta ¿Sabía usted que el Municipio ha incorporado en el PRC de Rancagua medidas para mitigar el cambio climático tales como la regulación y conservación de canales, la conformación de la Red de infraestructura verde, el diseño y construcción de espacios públicos, áreas verdes y parques, asociada a su Ordenanza Local, para el uso de especies de bajo consumo hídrico? A la respuesta sí.	27.57%	
	A la consulta ¿Sabía usted que, como parte del PLADECO, el Municipio cuenta con el Plan Comunal para la Reducción de Riesgos de Desastres? A la respuesta Si.	20.39%	
	A la consulta ¿Sabía usted que el Municipio está elaborando la Política Medio Ambiental para Rancagua? A la respuesta sí.	24.19%	
	A la consulta: En relación con su salud personal ¿Qué le afecta más de la crisis climática?	La contaminación de aire porque no puedo hacer actividad al aire libre	29.7%
		La contaminación del agua y escasez hídrica	22.6%
		La contaminación por basurales como vertederos y microbasurales	28.1%
		El exceso de información produce ecoansiedad	2.3%
		Olas de calor	14.3%
		No afecta a la salud	3.0%
A la consulta: ¿Usted conoce la normativa ambiental vigente en la comuna de Rancagua? A la respuesta si la conozco	6.2%		

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	
Planificación y capacidades locales	La comunidad considera que la medida que debería implementar para mitigar/adaptar los efectos del cambio climático	Aumentar la cantidad de áreas verdes en la comuna	20.8%
		Fomentar el uso de transporte público, bicicletas y transporte particular compartido para disminuir las emisiones de contaminantes de vehículos	14.2%
		Incentivar el uso de calefacción con sistema que no sea contaminantes (sin quema de leña)	17.9%
		Implementar sistemas de uso eficiente del agua de riego de áreas verdes e incentivar optimizar el uso de agua en establecimientos educacionales	7.3%

		Realizar proyectos de reciclaje y compostaje domiciliario	21.7%
		Difundir y crear instancias para la educación ambiental sobre los efectos del cambio climático en la comuna.	18.1%
Qué medida que más ayudaría a la adaptación de su comunidad, tras un evento asociado al cambio climático (inundaciones, incendios forestales, olas de calor, etc.)		Generar instancias	23.2%
		Mayor y mejor articulación entre la comunidad e institucionalidad pertinente ya sea municipio, SENAPRED, delegación presidencial	41.1%
		Elaboración y ejecución planes de emergencia comunal	31.9%
		Otras medidas	3.8%
A la consulta: ¿Qué acción cree usted necesaria considerar en la planificación de medidas de mitigación contra el cambio climático?		Consideración el aumento de la infraestructura verde y parques	45.99%
		Aplicación de fachadas	5.20%
		Aumentar la red ciclovías	13.78%
		Incentivos normativos para el mejoramiento de los espacios públicos existentes	32.07%
		Ninguna	2.95%
A la consulta: ¿Qué iniciativa debería considerar el municipio en el diseño de sus proyectos, para mitigar el cambio climático?		Usar productos y materiales sustentables, hechos con energías renovables y reciclados	20.3%
		Mejorar la cobertura de transporte sustentable y la accesibilidad a áreas verdes y parques	27,00%
		Construcción de edificios energéticamente eficientes	6.6%
		Proteger la biodiversidad y el hábitat natural a través de un uso adecuado del suelo e integración del medio ambiente y ecosistemas locales	40.2%
		Reducción de basura en procesos de construcción	5.9%

INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PORCENTAJE	
Capacidad de adaptación al cambio climático	Disposición de la comunidad a realizar medidas de mitigación	utilizar mayor frecuencia el transporte público	21.10%
		separar residuos en casa	39.24%
		utilizar calefacción que no implique quema de combustible	28.83%
		utilizar métodos de ahorros de agua domiciliaria	10.83%
		Si bien el 50,77% de los encuestados utiliza vehículos y motocicletas a la consulta si estuviesen dispuestos a cambiar su medio de transporte por uno sustentable tal como ciclos bicicletas y scooter y/o vehículos eléctricos	46,98%

Fuente: Elaboración propia

7.8.2 Capacidad adaptativa del municipio frente al cambio climático

La Ley Marco de Cambio Climático (2022) nos obliga a elaborar un Plan de Acción Comunal, un instrumento nuevo para el municipio de Rancagua. Este diagnóstico preliminar evalúa las capacidades de adaptación actuales.

A través de una encuesta a 14 directivos, identificamos conocimientos sobre los impactos del cambio climático y la existencia de servicios municipales para eventos extremos. Sin embargo, detectamos una atención de personal especializado y financiamiento para enfrentar las proyecciones climáticas futuras.

En particular, la Dirección de Gestión Ambiental ha reducido su equipo, mientras que el Departamento de Gestión de Riesgo de Desastres, si bien cuenta con profesionales enfocados en mitigación y prevención, requiere más personal para abordar las proyecciones climáticas.

Los resultados de la encuesta evidencian un amplio desconocimiento entre los participantes (21% a 64%), lo cual es comprensible considerando la reciente promulgación de la Ley Marco de Cambio Climático en 2022. Al ser una legislación nueva, es natural que su alcance y alcances aún no sean ampliamente conocidos por los municipios.

A continuación, se detallan los resultados de los criterios evaluados para determinar las capacidades de adaptación institucional.

Tabla 31 Capacidad adaptativa de la comuna frente al cambio climático del municipio.

CRITERIO DE EVALUACIÓN DE CAPACIDADES DE ADAPTACIÓN	PREGUNTAS	SI, NO Y EN PROCESO
Capacidad de las unidades municipales para adaptarse a impactos	¿Las unidades municipales cuentan con el financiamiento necesario para enfrentar las proyecciones del cambio climático?	No
	¿Las unidades municipales cuentan con el personal necesario para enfrentar las proyecciones del cambio climático?	No
Conocimiento de los impactos	¿La municipalidad maneja una base de datos sobre eventos climáticos pasados?	En proceso
	¿La municipalidad integra la experiencia de los eventos climáticos pasados en los instrumentos de planificación territorial?	En proceso
Estado de los servicios municipales ante desastres	¿Existen planes de continuidad de servicios municipales frente a eventos extremos del clima?	Si
	¿Estos planes son actualizados constantemente?	Si
Recursos económicos	¿La municipalidad cuenta con recursos calificados para integrar el cambio climático en la gestión municipal?	Si
	¿La municipalidad cuenta con personal calificado para integrar el cambio climático en la gestión municipal?	Si
Acceso a tecnologías	¿La municipalidad puede acceder a tecnologías para adaptarse al cambio climático?	Si
Relación entre municipalidad y otros actores	¿La municipalidad tiene voluntad de crear lazos de colaboración con instituciones u organizaciones respecto al desarrollo de conocimiento en cambio climático?	Si
	¿La municipalidad tiene voluntad de crear lazos de colaboración con instituciones u organizaciones respecto al desarrollo de capacidades en cambio climático?	Si

Fuente: Elaboración propia.

8. Cuantificación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Si bien la cuantificación detallada de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel comunal es fundamental para diseñar estrategias de mitigación efectivas, la ausencia de un inventario específico a escala local no impide iniciar un análisis preliminar de la situación ambiental de la comuna de Rancagua.

En este sentido, el presente informe se basa en los datos proporcionados por el Sistema Nacional de Información de Calidad de Aire (SINCA) para generar una primera aproximación de la calidad del aire en la comuna. A través del análisis de las concentraciones de los principales contaminantes atmosféricos normados en Chile, se busca identificar las zonas con mayores niveles de contaminación y establecer posibles relaciones con las actividades productivas y el uso del suelo.

Esta aproximación inicial, aunque no cuantifica directamente las emisiones de GEI, nos permitirá:

- Contextualizar la situación ambiental de Rancagua en relación con las tendencias regionales y nacionales.
- Identificar los principales contaminantes atmosféricos y sus fuentes potenciales.
- Establecer una línea base para futuras evaluaciones y comparaciones.
- Orientar las acciones de monitoreo y evaluación a nivel local.

Los resultados obtenidos a partir del análisis de los datos del SINCA serán complementados con una revisión de los inventarios regionales de GEI, lo que permitirá obtener una visión más completa de las emisiones y su distribución espacial. Esta información conjunta será fundamental para comprender las interacciones entre las emisiones de GEI y la calidad del aire, y para diseñar estrategias de mitigación y adaptación más efectivas.

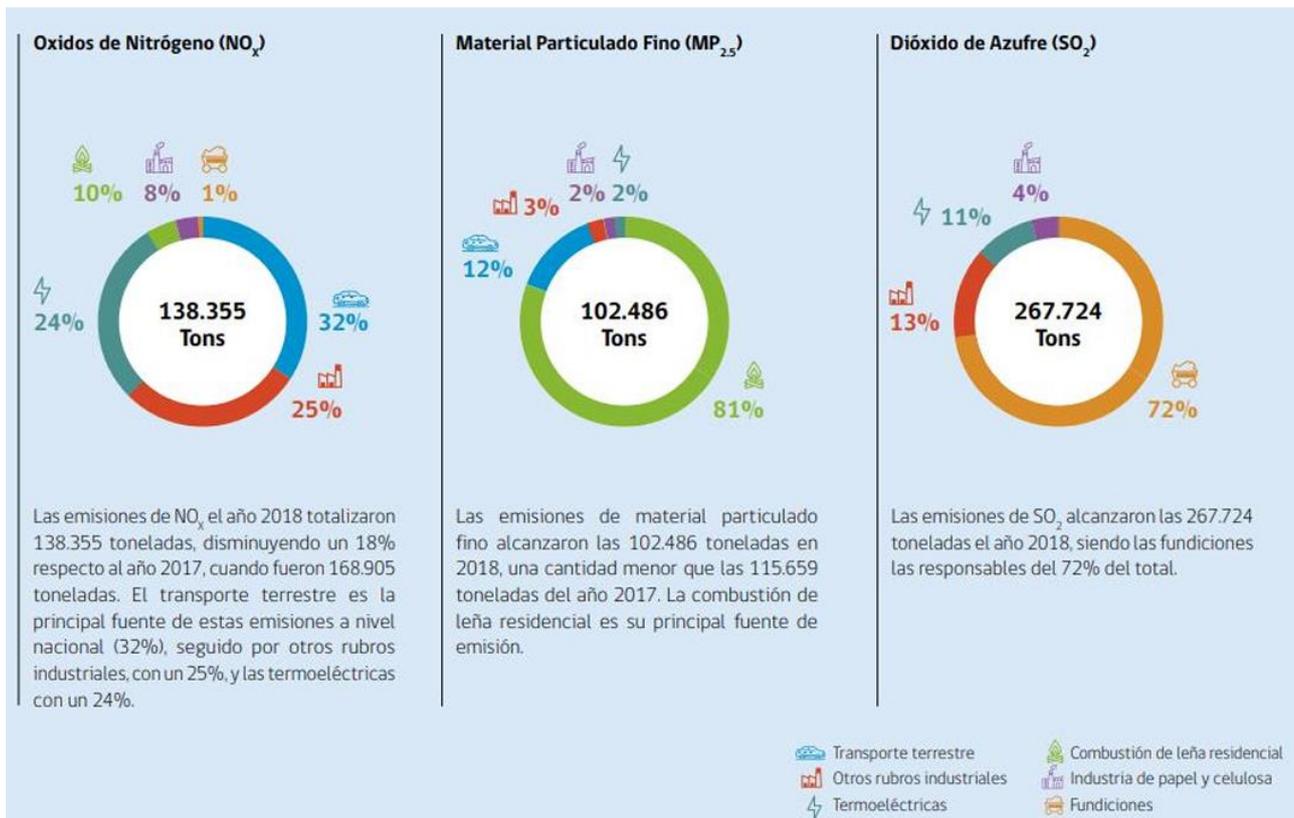
La comuna es parte del Plan de Descontaminación Atmosférica para el Valle Central de la Región del O'Higgins (D.S. N°1/2021 del Ministerio del Medio Ambiente), el cual es un instrumento de gestión ambiental, que, a través de la definición e implementación de medidas y acciones específicas, tiene por finalidad reducir los niveles de contaminación del aire, con el objeto de resguardar la salud de la población.

Rancagua cuenta con dos declaratorias, Declara zona saturada por MP_{10} (DS N°7-2009), como concentración anual y de 24 horas al Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins y Declara zona saturada por $MP_{2,5}$ (DS N°42-2017), como concentración anual y de 24 horas Valle Central de la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins.

8.1 Emisiones y Absorciones de Gases de Efecto Invernadero

A nivel nacional se ha identificado a la combustión de leña residencial, las fundiciones de cobre, la industria del papel y celulosa, las centrales termoeléctricas, el transporte en ruta y otros rubros industriales como las principales fuentes de emisiones de contaminantes locales: material particulado fino ($MP_{2,5}$), dióxido de azufre (SO_2) y óxidos de nitrógeno (NOX). (MMA, 2020)

Figura 78 Contribución de la emisión de NO_x, MP_{2,5}, SO₂ a nivel nacional según tipo de fuente, 2018



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente 2020

De acuerdo con el informe de evaluación ambiental de Chile 2016, elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), las emisiones de la mayoría de los principales contaminantes atmosféricos han ido en aumento desde el año 2005. (Ministerio del Medio Ambiente, 2016).

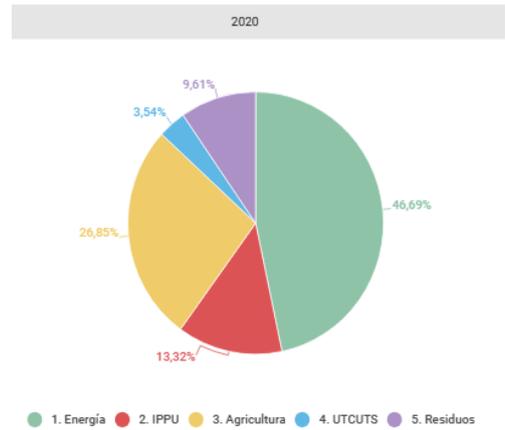
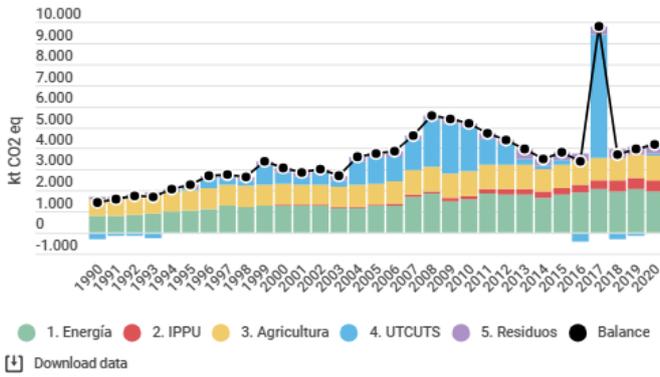
Las emisiones de MP_{2,5}, MP₁₀ y de monóxido de carbono (CO) se incrementaron cerca de un 10% entre 2005 y 2011, mientras que las emisiones de óxidos de azufre (SO_x), descendieron un 25% entre 2007 y 2011. Esto último se atribuye a la reducción de emisiones de las siete fundiciones de cobre chilenas, que históricamente fueron responsables de la mayoría de estas, mediante la implementación de planes de control que conllevaron a una mayor eficiencia dentro de las fundiciones²².

De acuerdo con el último Informe del Estado del Medio Ambiente (2020) del Ministerio de Medio Ambiente de Chile, para el año 2018, la combustión de leña residencial, principal fuente de emisión de material particulado fino (MP_{2,5}).

En 2020, la región de O'Higgins emitió directamente 4.034 ktCO₂ eq (sin considerar el sector UTCUTS), representando un 3,8% del total nacional. El principal emisor fue el sector Energía (46,69%), que incluye transporte (terrestre, ferroviario, marítimo y aéreo), generación eléctrica (industrias, comercio, servicios públicos y residenciales) y otros usos. Las emisiones de transporte terrestre, energía estacionaria, rellenos sanitarios y refrigerantes han aumentado significativamente en los últimos años, impulsando la tendencia general (SNICHILE.cl 2024).

²² Implementación de la Norma de Emisión para Fundiciones de Cobre y Fuentes Emisoras de Arsénico.

Gráfico 49 O'Higgins: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) de alcance 1 por sector, 1990-2020



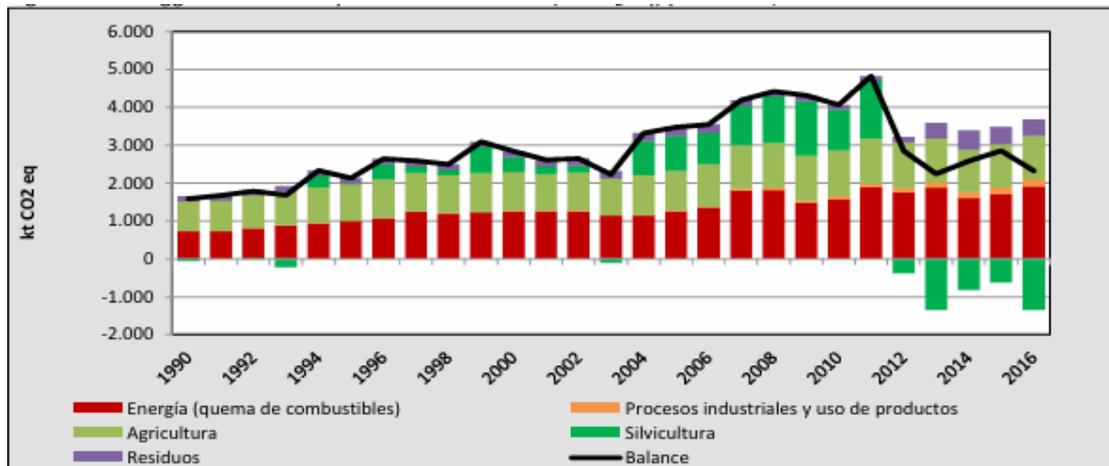
*IPPU: Procesos industriales (no quema de combustible) y uso de productos (principalmente refrigerantes).

Fuente: SIN Chile, Sistema Nacional e Inventarios de Gases de Efecto Invernadero, MMA

Por otra parte, el sector UTCUTS emitió 148 ktCO₂ eq en 2020 (0,3% del total nacional), principalmente debido a la cosecha forestal, el consumo de leña y los incendios forestales (como el de 2017).

Además, absorbió -1.352 ktCO₂ eq, producto de la vegetación. Es importante destacar que a partir de 2012 se implementó un nuevo método para recolectar datos sobre el consumo de leña, lo que ha mejorado la confiabilidad de las cifras más recientes. En 2016, el balance entre emisiones y absorciones del sector UTCUTS fue de 2.323 ktCO₂ eq, un 46,4% superior al de 1990 y un 3,6% mayor al de 2013.

Gráfico 50: O'Higgins: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ EQ) por sector, serie 1990-2016

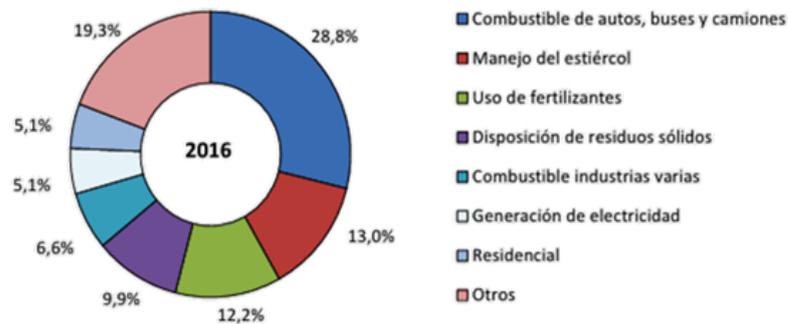


Fuente: Inventarios regionales de gases de efecto invernadero, Serie 1990-2016, Oficina de Cambio Climático Ministerio del Medio Ambiente, junio de 2019

Las principales fuentes de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la región, sin considerar sumideros, fueron:

- Transporte: El consumo de combustibles fósiles en vehículos representó el 28.8% del total.
- Agricultura: Destacaron las emisiones por manejo del estiércol (13.0%) y uso de fertilizantes (12.2%).
- Residuos: La generación de metano en la disposición de residuos sólidos contribuyó con un 9.9%.
- Industria y energía: La quema de combustibles en diversas industrias (6.6%), la generación de electricidad (5.1%) y el uso residencial representaron una porción significativa.
- Otras fuentes: El 19.3% restante se atribuye a una variedad de actividades.

Gráfico 51: O'Higgins: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Inventarios regionales de gases de efecto invernadero, Serie 1990-2016, Oficina de Cambio Climático Ministerio del Medio Ambiente, junio de 2019

8.2 Estado de la Calidad del Aire en la comuna de Rancagua

De acuerdo con el informe, la ciudad latinoamericana más contaminada, destacan dentro de las primeras 10 más afectadas por MP_{10} , se encuentran Coyhaique, Rancagua y Andacollo. La preocupación actual del país por controlar los contaminantes atmosféricos y mejorar la calidad del aire, se ha centrado en el $MP_{2,5}$ y el MP_{10} , por ser los que más afectan la salud de las personas.

De acuerdo con las concentraciones reportadas en el Informe del estado del medio ambiente (2020), las ciudades del centro y sur del país exhiben altos niveles de concentración de $MP_{2,5}$ en el promedio trianual 2017-2019, superando los 20 microgramos por metro cúbico fijados como límite máximo en la normativa vigente.

Como se ha comentado anteriormente, los niveles de $MP_{2,5}$ varían su concentración dependiendo de las diferentes condiciones de ventilación y por el tipo de fuentes contaminantes. La zona norte al 2019 presenta buenos índices de $MP_{2,5}$ debido a que cuenta con mejores condiciones de ventilación y porque las principales fuentes de emisión en dicha zona, las fundiciones de cobre y las termoeléctricas, están reguladas. En el centro y sur las características geográficas y meteorológicas determinan condiciones propicias para la acumulación y transformación de los contaminantes, especialmente en la época más fría (mayo-agosto). A lo anterior se agregan las emisiones del transporte, la industria y sobre todo la combustión de leña residencial para calefacción.

- Material particulado respirable (MP_{10}),
- Material particulado fino ($PM_{2,5}$),
- Dióxido de azufre (SO_2),
- Óxidos de nitrógeno (NO_x) = dióxido de nitrógeno (NO_2) + monóxido de nitrógeno (NO)
- Ozono (O_3)
- Monóxido de carbono (CO)

A) EMISIONES MATERIAL PARTICULADO RESPIRABLE MP_{10}

El material particulado es una mezcla de partículas sólidas y líquidas suspendidas en la atmosfera las que son clasificadas de acuerdo con su diámetro aerodinámico. El MP_{10} corresponde a partículas con un diámetro aerodinámico menor a $10 \mu m$ y su importancia radica en que debido a su reducido tamaño pueden ingresar en las vías respiratorias. Su composición es variada y dependerá de su fuente de emisión.

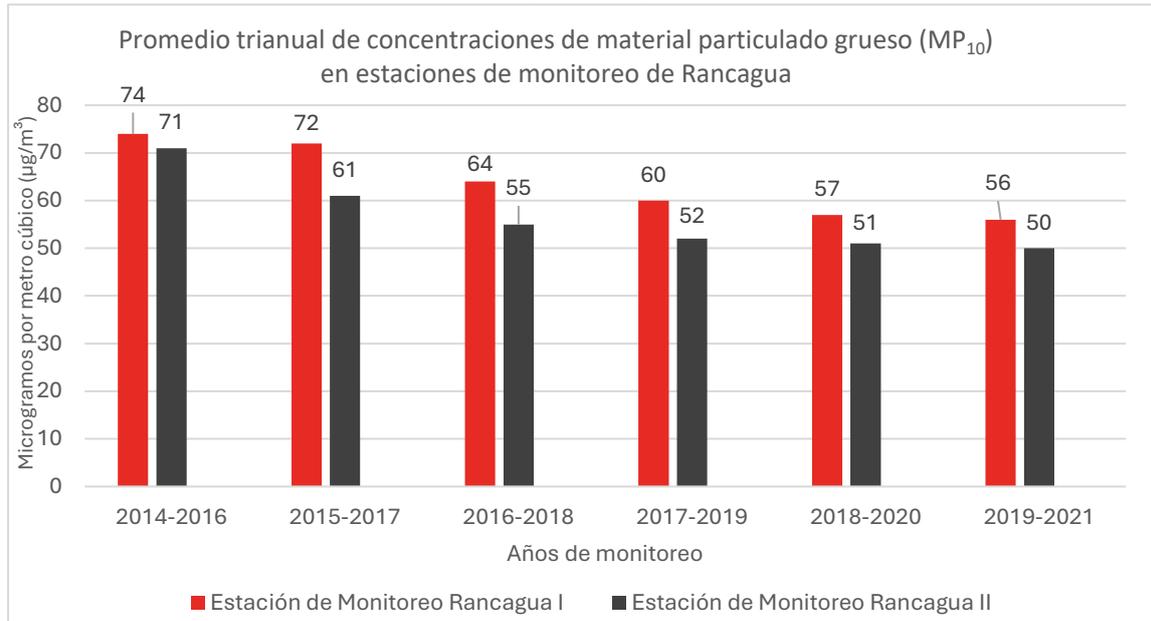
Las principales fuentes de emisión del MP_{10} se relacionan a procesos mecánicos (Kim y otros 2011), algunas de ellas son: re-suspensión de polvo por tránsito vehicular o por acción del viento, caminos no pavimentados, obras en construcción, chimeneas o combustiones de bajo rendimiento.

La exposición de la población a altas concentraciones de MP10 produce efectos adversos en la salud, los que pueden ser clasificados como agudos o crónicos.

Ingresa al sistema respiratorio aumentando la mortalidad en adultos mayores, infantes y neonatos. Aumenta las cardiopatías pulmonares, agrava el asma, enfermedades pulmonares crónicas. A menor diámetro de partícula mayor es la permeabilidad en el organismo, siendo mayores sus efectos en la salud (OMS).

Las concentraciones de este contaminante (MP₁₀) en la comuna de Rancagua desde el 2014 a la 2021 han superado 50 µg/m³ sobrepasando la norma.

Gráfico 52: Promedio trianual de concentraciones de material particulado grueso (MP₁₀) en estaciones de monitoreo de Rancagua (2014-2021)

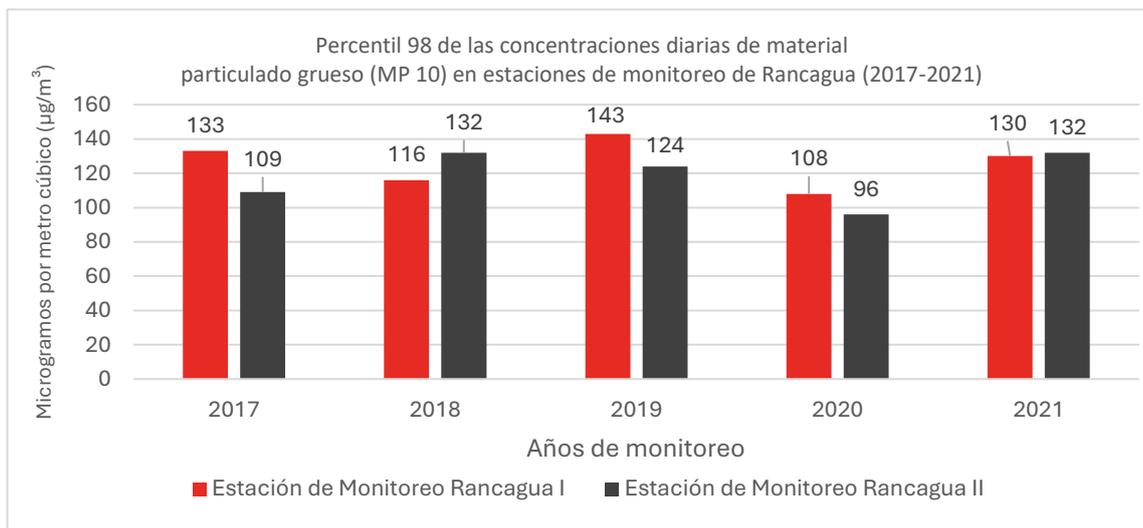


Fuente Ministerio de Medio Ambiente.

Promedio trianual de concentraciones de material particulado grueso (MP₁₀)

En 2021, el 25,6% (10 de 39) de las estaciones de monitoreo con representatividad poblacional sobrepasaron el límite normativo anual para MP₁₀ (150 µg/m³N). Las concentraciones de este contaminante en Rancagua en las estaciones ubicadas en Rancagua I es de 130 µg/m³N y en Rancagua II 132 µg/m³N en el año 2021, estando dentro de los parámetros esperados.

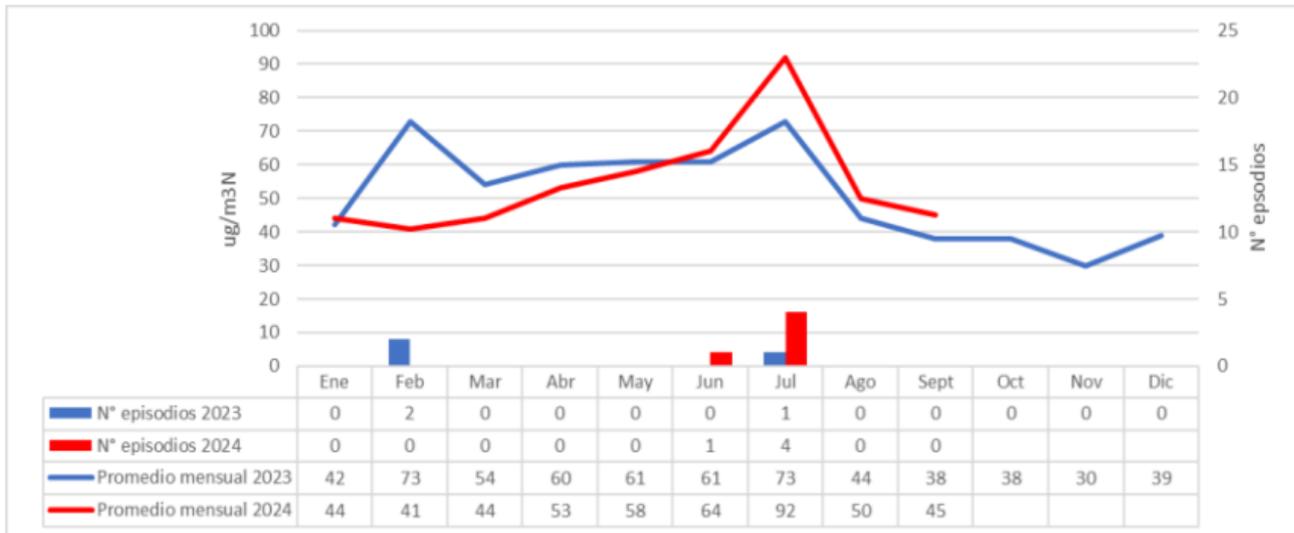
Gráfico 53: Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado grueso (MP₁₀) en estaciones de monitoreo de Rancagua 2017 - 2021



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

Según el resumen diario del número de episodios críticos de MP10 observado a nivel comunal para las zonas donde aplican Planes de Gestión de Episodios y zonas de interés Sanitario. El número de episodios se encuentra actualizado con datos validados hasta el día 30/09/24 son mayores que 2023 con un aumento de 1 a 4 episodios en el mes de julio entre 2023 y 2024.

Gráfico 54: Comparación de concentraciones y episodios críticos de MP₁₀ por zona Rancagua



Fuente: Reporte Mensual de Episodios críticos para MP₁₀, Reporte septiembre 2024, Depto. de redes, división de calidad del aire, Ministerio Medio Ambiente.

B) EMISIONES MATERIAL PARTICULADO FINO MP_{2,5}

El Material Particulado Fino (MP_{2,5}) es un contaminante atmosférico que corresponde a aquellas partículas líquidas o sólidas en suspensión con un diámetro aerodinámico menor a 2,5µm, el cual, debido a su tamaño, puede recorrer todo el tracto respiratorio e incluso atravesar los alveolos pulmonares, lo que presenta un alto riesgo para la salud de la población. Su composición química es variable y dependerá de sus fuentes de emisión.

Las fuentes de emisión del MP_{2,5} son variadas y pueden ser de origen antropogénico, natural, directas e indirectas.

Se tiene como fuentes de emisión antropogénicas directas a los productos de los procesos de combustión de combustibles fósiles, actividades industriales como las fundiciones de cobre, uso vehicular, quemas agrícolas, incendios forestales, calefacción principalmente a leña en la zona centro sur del país, entre otros²³.

Por fuentes indirectas se considera a la formación de aerosoles secundarios mediante reacciones químicas y fotoquímicas, procesos de nucleación y coagulación de partículas ultrafinas ocurridas en la atmósfera principalmente a partir de gases precursores como el dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NOx), compuestos orgánicos volátiles (COV's) (Ziemann & Atkinson, 2012) y el amoníaco (NH₃).

Los principales mecanismos de formación de MP secundario son: (1) reacciones de gases con compuestos oxidados formando especies con presión de vapor baja, seguido por la nucleación para formar nuevas partículas o condensándose en partículas ya existentes (ej. Oxidación de SO₂ en H₂SO₄); (2) otra secuencia es a partir de reacciones de gases en la superficie de partículas ya existentes formando productos en fase

²³ MMA, 2021, Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente, Capitulo: Calidad del Aire. Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente 2021

condensada (ej. $\text{HNO}_3(\text{g})$) con partículas de sal marina para formar NaNO_3); (3) y reacciones en la fase acuosa de nieblas, nubes o aerosol de partículas (ej. oxidación del sulfato).

Las principales fuentes de $\text{MP}_{2,5}$ de origen natural son los aerosoles marinos, las emisiones producto de las erupciones volcánicas y la re-suspensión y erosión de materiales producto del viento.

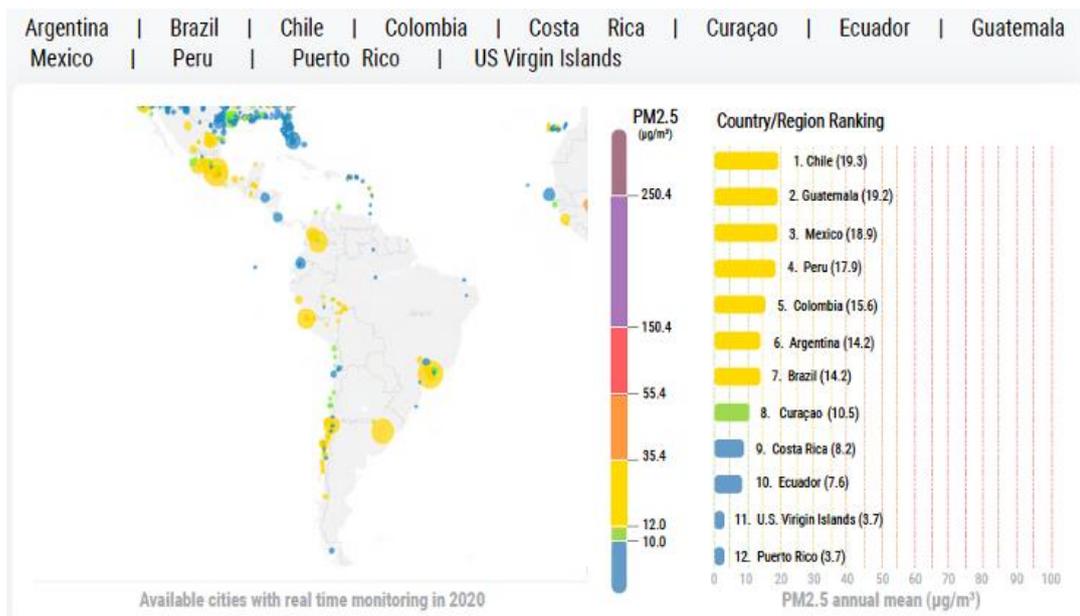
Los efectos en la salud se pueden clasificar en: agudos y crónicos (Román y otros 2004). Los agudos se relacionan a una alta concentración de contaminantes en tiempos cortos de exposición y los crónicos a exposiciones prolongadas en el tiempo, produciendo patologías de mayor gravedad

A continuación, se nombran algunos de los efectos adversos en la salud que puede producir el $\text{MP}_{2,5}$:

- Aumento en la mortalidad prematura,
- Aumento en admisiones hospitalarias en pacientes con enfermedades pulmonar obstructiva crónica y con enfermedad cardiovascular,
- Exacerbación de los síntomas e incremento del asma,
- Aumento de riesgo de infartos al miocardio,
- Inflamación pulmonar,
- Inflamación sistémica,
- Disfunciones endoteliales y vasculares,
- Desarrollo de aterosclerosis,
- Incremento en la incidencia de infecciones,
- Cáncer respiratorio²⁴.

El Informe World Air Quality Report 2020, muestra que Chile ocupa el lugar 26 en el ranking de los países más contaminados por $\text{MP}_{2,5}$. En relación con Latinoamérica y el Caribe, Chile lidera el ranking, donde 6 ciudades chilenas se encuentran entre las más contaminadas por $\text{PM}_{2,5}$, siendo Coyhaique la más contaminada (figuras 82 y 83).

Figura 79 El Índice de calidad del aire y concentraciones de $\text{MP}_{2,5}$ para Chile durante el año 2020 en comparación a países de Sudamérica y el Caribe



Fuente: 2020 World Air Quality Report analyzes $\text{PM}_{2,5}$ data.

²⁴ EPA, Efectos del material particulado (PM) sobre la salud y el medioambiente abril, 2024

Figura 80 El Índice de calidad del aire para las 15 ciudades más contaminadas de Sudamérica y el Caribe.

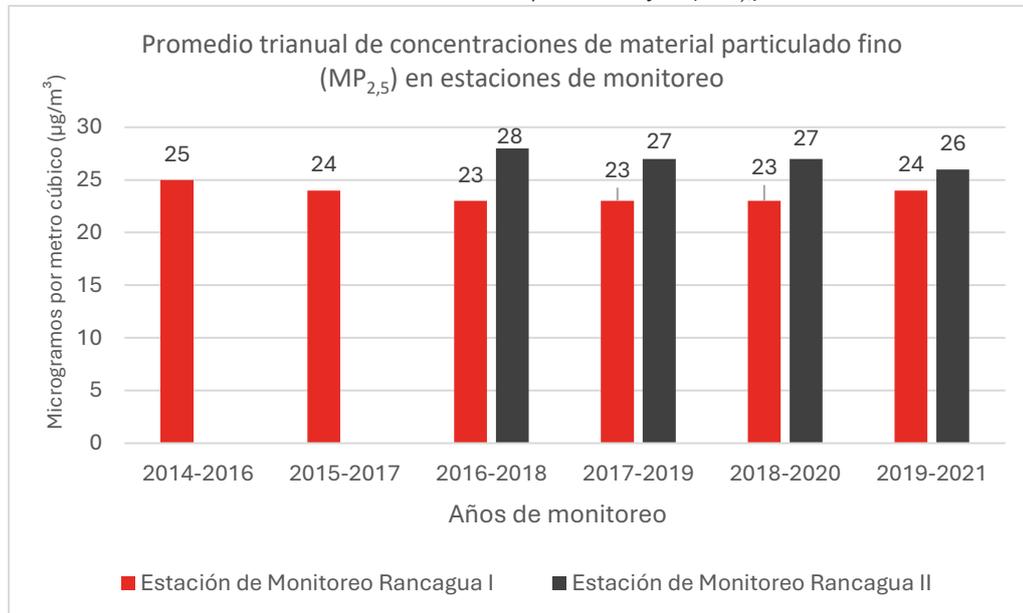
Most Polluted Regional Cities

Rank	City	2020 AVG
1	Coyhaique, Chile	33.3
2	Padre las Casas, Chile	28.6
3	Nacimiento, Chile	27.3
4	Toluca, Mexico	27.1
5	Tijuana, Mexico	26.1
6	Puebla, Mexico	24.6
7	Guadalajara, Mexico	24.5
8	García, Mexico	23.9
9	Rancagua, Chile	23.8
10	Emiliano Zapata, Mexico	23.7
11	Santiago, Chile	23.6
12	Nezahualcóyotl, Mexico	23.3
13	Los Cerrillos, Chile	23.1
14	Minatitlán, Mexico	22.9
15	Juárez, Mexico	22.9

Fuente: 2020 World Air Quality Report analyzes PM_{2.5} data.

El 2020, a nivel nacional el 56% (28 de 50) de las estaciones de monitoreo con representatividad poblacional presentaron concentraciones superiores al valor de la norma primaria anual para MP_{2,5} (20 µg/m³). Las estaciones ubicadas en la zona sur del país registraron las mayores concentraciones, debido principalmente a la combustión de leña residencial. (REMA 2022). Los promedios de Rancagua son 23 µg/m³ en la estación I y 27 µg/m³ en la estación II, superado el valor normal.

Gráfico 55: Promedio trianual de concentraciones de material particulado fino (MP_{2,5}) en estaciones de monitoreo



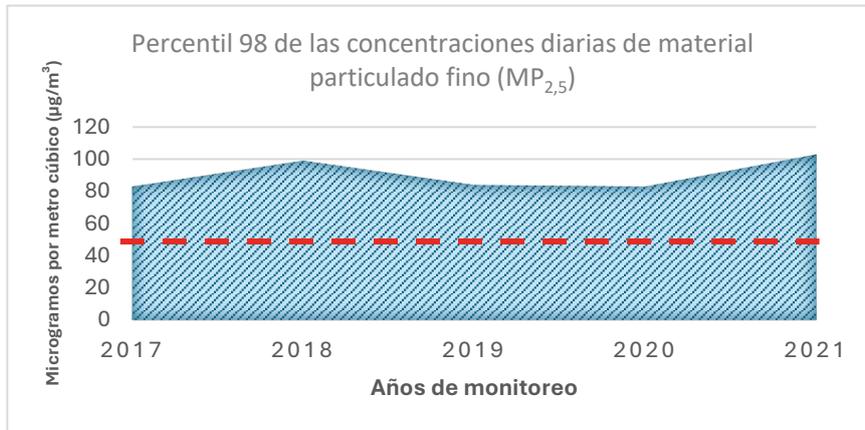
Fuente Informe SINCA- Ministerio del Medio Ambiente.

Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino (MP_{2,5})

En 2021, de las 48 estaciones que monitorearon el percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino (MP_{2,5}), 35 registraron concentraciones sobre el valor límite (50 µg/m³) de la norma diaria de MP_{2,5} (promedio de 24 horas), las que representan el 72,9% del total.

Las concentraciones diarias para material particulado fino (MP_{2,5}) en la comuna de Rancagua 103 µg/m³ sobrepasando la norma.

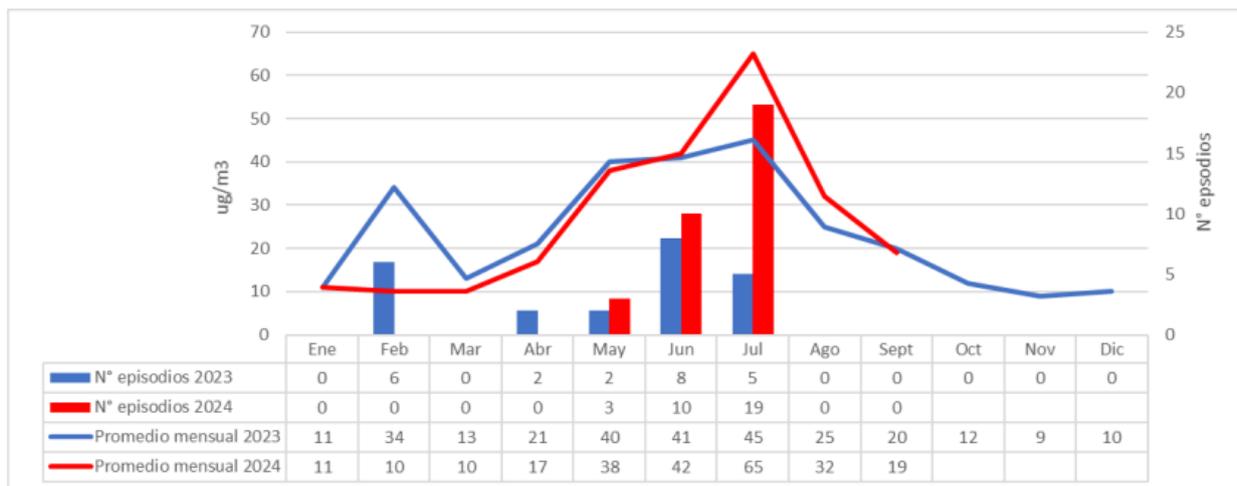
Gráfico 56: Percentil 98 de las concentraciones diarias de material particulado fino (MP_{2,5}) años 2018 -2021



Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

Según el resumen diario del número de episodios críticos de MP_{2,5} observado a nivel comunal para las zonas donde aplican Planes de Gestión de Episodios y zonas de interés Sanitario. El número de episodios se encuentra actualizado con datos validados hasta el día 30/09/24 son mayores que 2023 con un aumento de 5 a 19 episodios en el mes de julio entre el año 2023 y 2024.

Gráfico 57: Comparación de concentraciones y episodios por zona Rancagua



Fuente: Reporte Mensual de Episodios críticos para MP_{2,5}, Reporte septiembre 2024, Depto. de redes, división de calidad del aire, Ministerio medio Ambiente.

C) EMISIONES DIÓXIDO DE AZUFRE SO₂

El dióxido de azufre (SO₂) es un gas incoloro con un olor irritante característico. Este olor es perceptible a diferentes niveles, dependiendo de la sensibilidad individual.

El SO₂ no es inflamable, no es explosivo y es relativamente estable.

El Dióxido de Azufre (SO₂) que proviene principalmente de la combustión de combustibles fósiles (madera, carbón y derivados del petróleo) ha estado históricamente involucrado en los principales episodios de alta contaminación atmosférica.

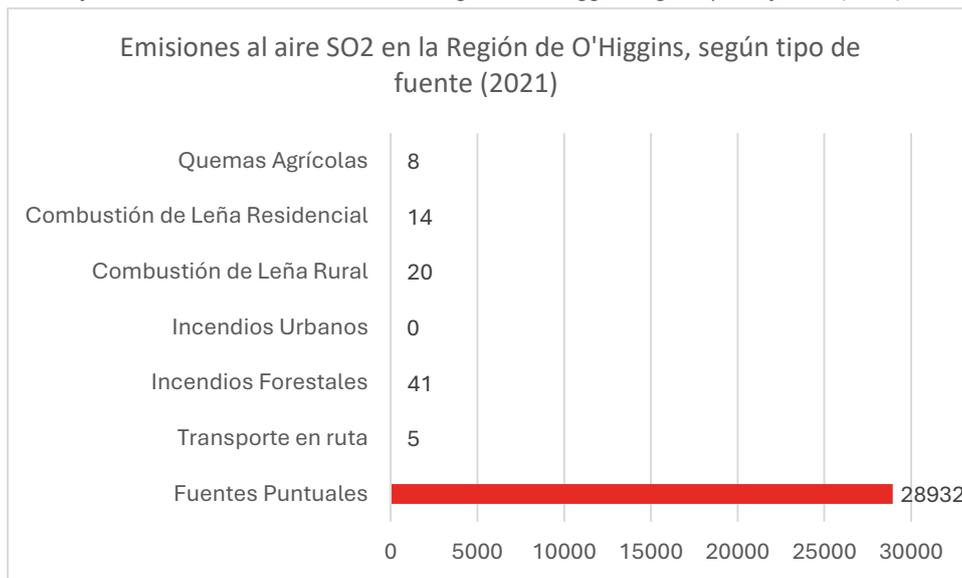
Las emisiones que conducen a altas concentraciones de SO₂ generalmente también conducen a la formación de otros SOx.

El anhídrido sulfuroso (SO₂) en el aire se genera principalmente por actividades asociadas con la combustión de combustibles fósiles (carbón, aceite) tal como ocurre en plantas de energía o de la fundición de cobre. En la naturaleza, el anhídrido sulfuroso puede ser liberado al aire por erupciones volcánicas²⁵.

La exposición a dióxido de azufre en el aire produce una variedad de efectos agudos y crónicos sobre la salud de la población. Particularmente sobre las personas portadoras de asma. La evidencia toxicológica demuestra los mecanismos de daño, tanto respiratorio como sistémico. También la evidencia epidemiológica indica daño respiratorio y cardiovascular agudo, así como daño crónico respiratorio y sobre el desarrollo fetal.

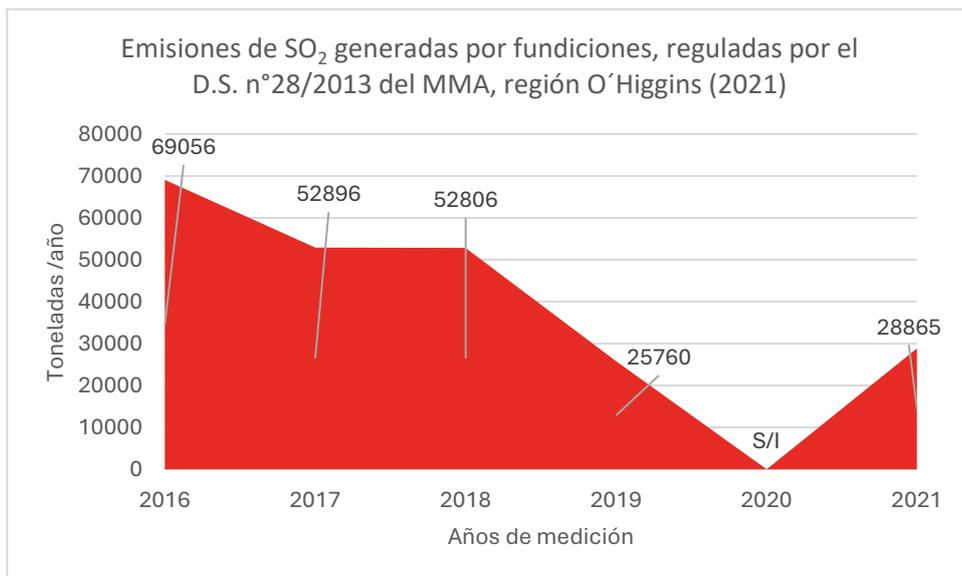
En el caso del SO₂ de la región de O'Higgins, el principal tipo de fuente de emisión son las fuentes puntuales. Estas emisiones están directamente relacionadas con las fundiciones de cobre (REMA 2024).

Gráfico 58: Emisiones al aire de SO₂ en Región de O'Higgins según tipo de fuente (2021)



Fuente Ministerio de Medio Ambiente.

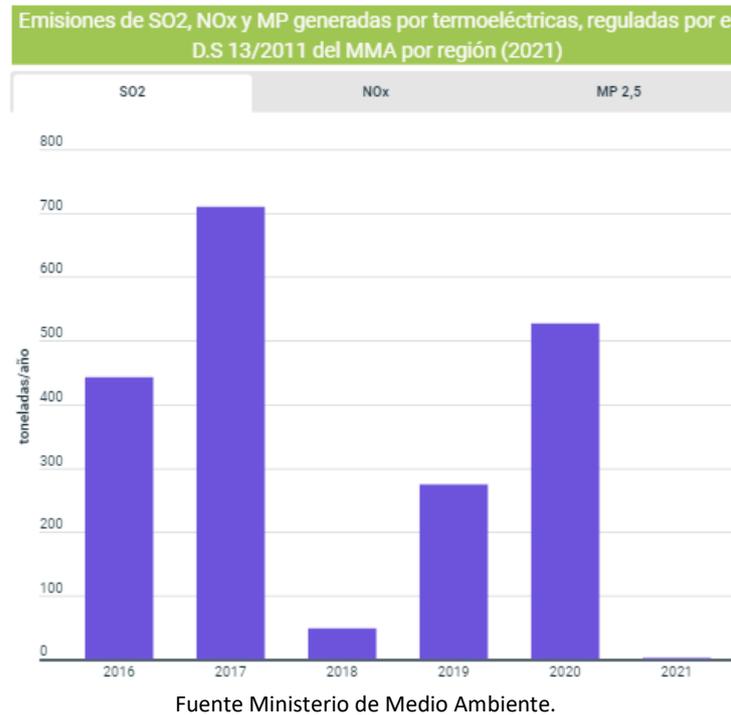
Gráfico 59: Emisiones de SO₂ generadas por fundiciones, reguladas por el D.S. n°28/2013 del MMA, región O'Higgins (2021)



Fuente Ministerio de Medio Ambiente.

²⁵ ATSDR Resúmenes de Salud Pública – Anhídrido sulfuroso

Gráfico 60: Emisiones de SO₂ generadas por termoeléctricas, reguladas por el D.S. N°13/2013 del MMA, región O'Higgins (2021)



D) EMISIONES ÓXIDOS DE NITRÓGENO NO_x = DIÓXIDO DE NITRÓGENO (NO₂) + MONÓXIDO DE NITRÓGENO (NO)

Los óxidos de nitrógeno (NO_x) son una mezcla principalmente formada por el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO₂), estos gases no son inflamables y tienen una apariencia que va de incolora a pardo a temperatura ambiente. El monóxido de nitrógeno es un gas de olor dulce penetrante a temperatura ambiente, mientras que el dióxido de nitrógeno tiene un fuerte olor desagradable. El dióxido de nitrógeno es un líquido a temperatura ambiente, pero se transforma en un gas pardo-rojizo a temperaturas sobre 20°C. Ambos tienen un gran impacto toxicológico en la salud dependiendo de las concentraciones. (MMA, 2021)

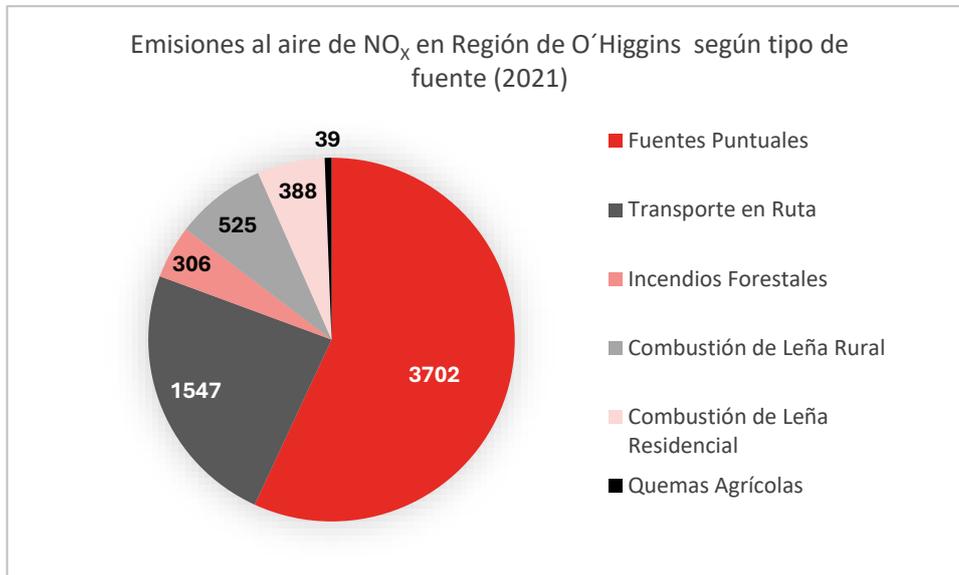
Las principales fuentes de NO_x son los procesos de combustión en los motores de vehículos, la combustión del carbón, petróleo, o gas natural. Los NO_x se usan en combustibles para cohetes, en la nitrificación de compuestos químicos orgánicos y en la manufactura de explosivos.

Los principales procesos de remoción de NO_x son reacciones químicas con otras sustancias en el aire. La reacción del NO₂ con sustancias químicas producidas por la luz solar lleva a la formación de ácido nítrico, el principal constituyente de la lluvia ácida. El NO₂ reacciona con los Compuestos Orgánicos Volátiles (COV_s) en presencia de luz solar formando ozono y smog en el aire que respiramos.

Las personas con enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y con problemas cardíacos son más sensibles a los efectos del NO_x, así como menores de 6 años y mayores de 65 años. La exposición a corto plazo provoca hiperreactividad bronquial, aumento de síntomas respiratorios y exacerbaciones de asma, aumenta la respuesta a la provocación con alérgenos y disminución de la actividad mucociliar. A largo plazo puede causar posible disminución de la actividad pulmonar, contribuye al desarrollo de asma y aumenta las infecciones respiratorias (MMA, 2021).

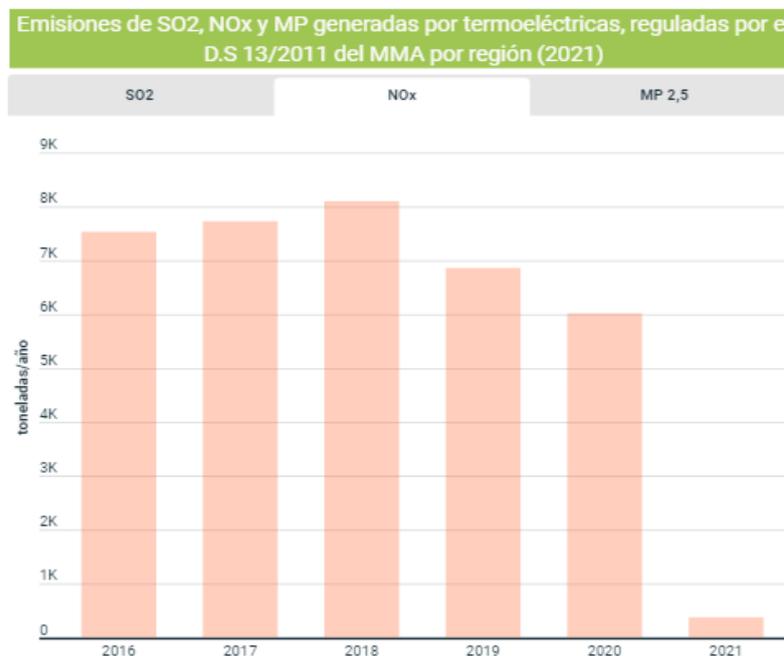
En el caso del NO_x de la región de O'Higgins, el principal tipo de fuente de emisión son las fuentes puntuales y transporte en ruta. Estas emisiones están directamente relacionadas con industrias, termoeléctrica y la cantidad de vehículos que circulan diariamente.

Gráfico 61: Emisiones al aire de NO_x en Región de O'Higgins según tipo de fuente (2021)



Fuente Ministerio de Medio Ambiente.

Gráfico 62: Emisiones de NO_x generadas por termoeléctricas, reguladas por el D.S. N°13/2013 del MMA, región O'Higgins (2021)



Fuente Ministerio de Medio Ambiente.

E) EMISIONES OZONO O₃

El ozono (O₃) se forma en la atmósfera por dos mecanismos. En la estratosfera (parte superior de la atmósfera) el ozono se forma por la reacción del O₂ con la radiación ultravioleta, formando una capa protectora que evita que la radiación de alta energía llegue a la superficie (capa de ozono). El espesor de esta capa es variable y dependerá de la estación del año y el nivel de concentración de compuestos que destruyen el ozono. Por otro

lado, en la troposfera (capa de la atmósfera cercana a la superficie), el O₃ se forma por reacciones químicas entre los compuestos orgánicos volátiles (COV_s) y los óxidos de nitrógeno (NO_x) en presencia de luz solar, este compuesto es el principal componente del “smog”.

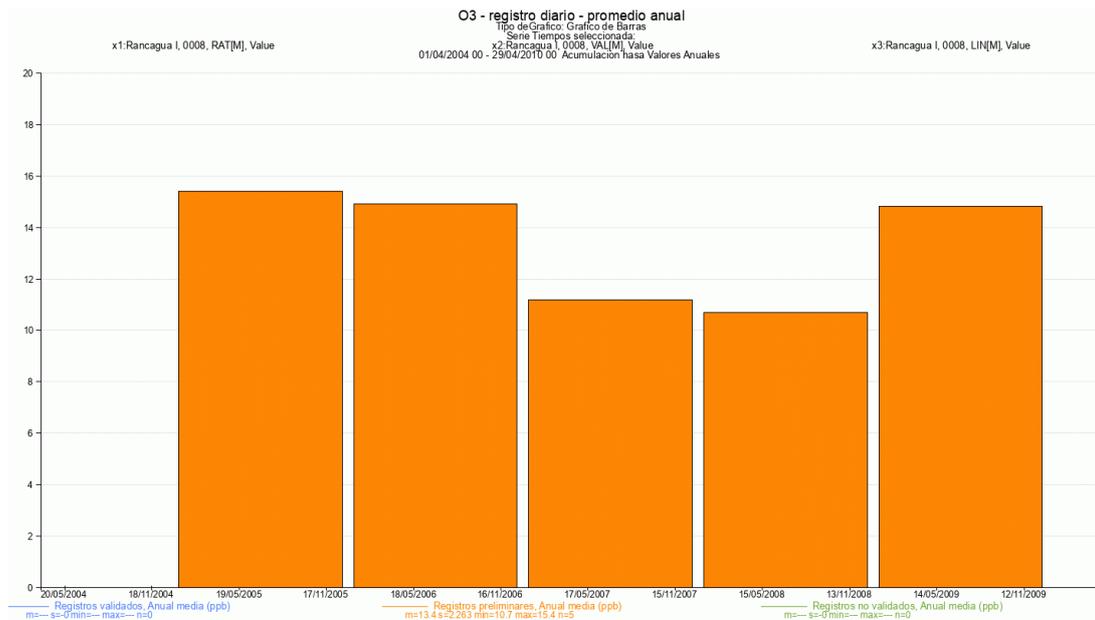
El O₃ troposférico puede transportarse largas distancias por el viento, por lo que incluso las zonas rurales pueden experimentar altos niveles lo que puede tener efectos en la salud humana y el medio ambiente (Ministerio del Medio Ambiente, 2021).

Los sumideros de ozono incluyen reacciones químicas, deposición en el suelo y casquetes polares, y disolución en aguas oceánicas. Debido a que el ozono es relativamente insoluble, la deposición húmeda es un proceso no significativo.

El ozono es un irritante respiratorio capaz de penetrar en las vías respiratorias e irritar las mucosas y los tejidos pulmonares. La exposición a altas concentraciones puede causar disminución de la función pulmonar, crisis en personas asmáticas, falta de aliento, dolor, tos e incluso la muerte. Los efectos de la exposición al ozono variarán dependiendo de la concentración, la duración de la exposición y el volumen de aire inhalado.

Según el registro que se cuenta del 2005 al 2009, el nivel actual de O₃ en Rancagua está por debajo de los valores normativos que corresponde menor a 120 µg/m³N (61 ppbv).

Gráfico 63: Registro promedio anual de O₃



Fuente: SIMA, Ministerio de Medio Ambiente.

F) EMISIONES MONÓXIDO DE CARBONO CO

El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro e insípido que se produce por la combustión incompleta de combustibles fósiles tales como la gasolina, el gas natural, el petróleo, el carbón y la madera. El CO es el contaminante del aire más abundante y ampliamente distribuido en la capa baja de la atmósfera (tropósfera). Las principales fuentes son la emisión de los vehículos motorizados y algunos procesos industriales y la combustión residencial de leña para calefacción y cocción de alimentos. (MMA, 2016).

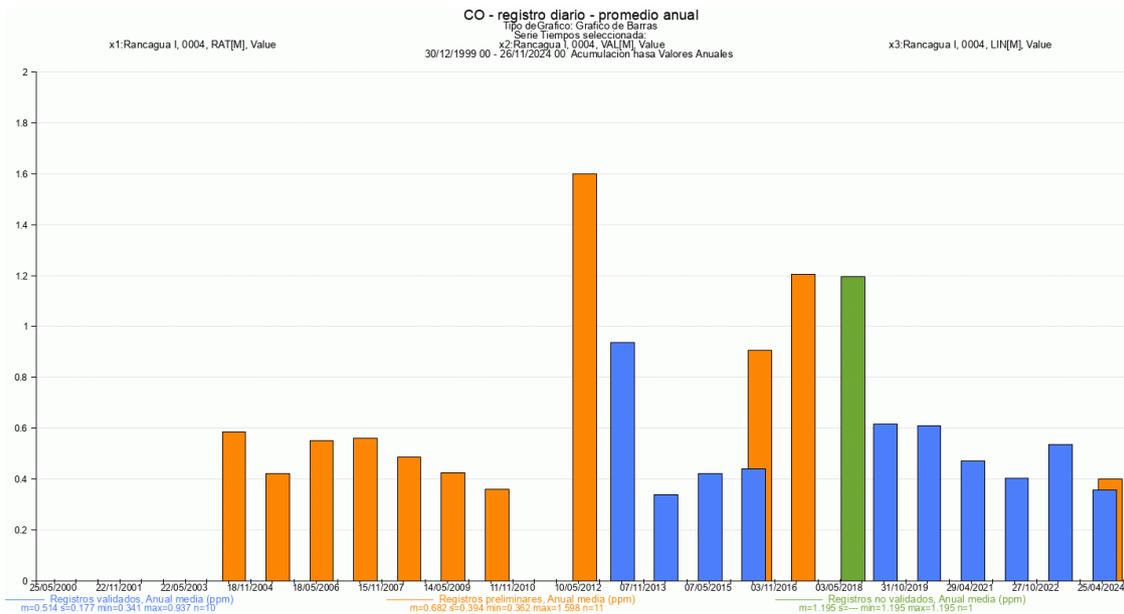
El principal proceso de remoción del CO de la atmósfera es la oxidación en presencia de oxígeno a dióxido de carbono (CO₂), también sufre procesos de deposición en suelos y en mantos de nieve como disolución en el océano.

Respirar aire con una alta concentración de CO reduce la cantidad de oxígeno que se transporta en el torrente sanguíneo y hacia los órganos críticos como el corazón y el cerebro, ya que el CO sustituye al oxígeno en la sangre formando la carboxihemoglobina (COHb). En concentraciones bajas produce fatiga en personas sanas y dolor en el pecho en personas con enfermedades cardíacas. En concentraciones moderadas puede provocar angina, visión deficiente, disminución de la función cerebral y en concentraciones mayores provoca déficit de coordinación y visión, jaquecas, mareos, confusión, náuseas, síntomas similares a los de la gripe que se solucionan después de dejar la casa. Es fatal en concentraciones muy altas (EPA, 2021).

Los niveles altos de CO en el aire son especialmente dañinos para las personas con algunos tipos de enfermedades cardíacas, debido a que estas tienen una capacidad reducida para llevar sangre oxigenada al corazón en las que el corazón necesita más oxígeno de lo habitual, como es cuando realizan ejercicio físico o están bajo estrés. En estas situaciones, la exposición a corto plazo a niveles elevados de CO puede resultar en una reducción de oxígeno en el corazón acompañada de dolor en el pecho, también conocido como angina. (EPA, 2021)

Según el registro que se cuenta del 2004 al 2024, el nivel actual de CO en Rancagua está por debajo de los valores normativos que corresponde menor a 10 mg/m³N (9 ppmv).

Gráfico 64: Registro promedio anual de CO



Fuente: SIMA, Ministerio de Medio Ambiente.

8.3 Análisis prospectivo de las emisiones de gases de efecto invernadero

De acuerdo con la información de las emisiones de la comuna podemos reconocer un aumento en la tendencia de material particulado MP₁₀ Y MP_{2,5}, lo que se ve reflejado en el aumento de episodios de preemergencia en la comuna.

La mala calidad de aire reconociendo a Rancagua como zona saturada y riesgo para la calidad de vida de los habitantes de la comuna, era una realidad que en el año 2020 ya estaba reconocida como una amenaza.

Figura 81 Presentación de la problemática zona saturada

PRONÓSTICO CALIDAD DEL AIRE

ALERTA AMBIENTAL

MEJORAR EL AIRE QUE RESPIRAMOS

TAREA DE TODOS

El Rancaguino.
194 años en la Región de O'Higgins
Viernes 11 de Octubre de 2019 \$ 400 Art. 8.600 N° 25.528

Plan de descontaminación plantea prohibición de uso de leña en Rancagua y Machalí

Fue publicado en el diario oficial el anteproyecto de Plan de Descontaminación Atmosférica para el valle central de la región. Ahora se abre un periodo de consulta ciudadana previo a la elaboración definitiva del plan.

VALLE CENTRAL ZONA SATURADA MP10 MP2,5

Sería amenaza para la calidad de vida de sus habitantes.

Oportunidad para realizar cambios estructurales.

Calefacción consciente.

Movilidad sustentable, incentivo a modos masivos y no emisores de contaminantes.

Áreas caminables.

MESA DE TRANSPORTE SUSTENTABLE

NUEVA OPORTUNIDAD EN PROYECTO PDA MP2,5



Fuente: Presentación SECPLAC 2020, Movilidad Sustentable.

La Municipalidad a trabajo favorecer la movilidad sustentable libre de emisiones, priorizando modos no motorizados o masivos, mejorando la movilidad a pie y aumentado la red de ciclovías, implementado estándares de accesibilidad universal, mejorando los espacios públicos, conservando la ciudad a escala humana, dar máxima prioridad a modos no motorizados y de transporte público entre otras medidas.

Figura 82 Autoridades locales comprometidas con la movilidad sustentable.



Rancagua: Alcalde evita congestión y llega en bicicleta a punto de prensa

Alcalde continúa promoviendo el uso de la bicicleta en estudiantes de Rancagua

Continúa reunión de análisis para extender red de ciclovías en el damero central de Rancagua.

Ahora @alcaldesoto presentando Plan de Movilidad Sustentable a directores de establecimientos educacionales del damero central de Rancagua.

Fuente: Presentación SECPLAC 2020, Movilidad Sustentable.

Si bien esta línea estratégica de movilidad sustentable y espacios públicos apoya la mitigación al cambio climático, también se reconoce la necesidad de abordar otras líneas estratégicas como son:

- La infraestructura verde,
- la educación ambiental (educación y sensibilización del municipio como la ciudadanía),
- la autonomía energética (gestión de energía como fomento e incorporación de ERNC y EE) y
- la gestión de residuos (minimizar y manejo de residuos inorgánicos y orgánicos).

ANEXO 1

ENCUESTA: DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO A LA COMUNIDAD RESPECTO AL CAMBIO CLIMÁTICO.

Mediante una encuesta online, se realizó un sondeo a la ciudadanía sobre la visión que estos tienen ante los efectos del cambio climático en la comuna, a continuación, se expondrán gráficamente los resultados que arrojó esta encuesta.

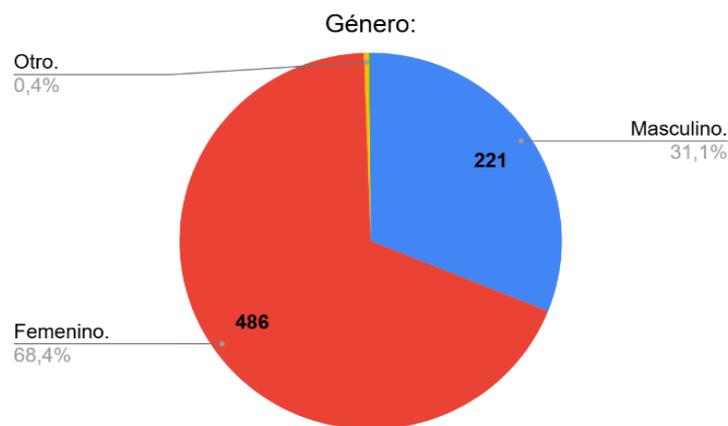
OBSERVACIÓN: si bien se recibieron 800 respuestas en la encuesta de forma general, de ellas 87 personas declararon que no eran residentes de la comuna, por lo que, para efectos del Plan de Acción Contra el Cambio Climático (PACCC) y el cruce de datos no se consideraron en la tabulación. Además de ello, dentro del recuento de los 800 hay 2 respuestas de prueba por parte del equipo, las cuales se realizaron en primera instancia para verificar el correcto funcionamiento y reducir el margen de error de la encuesta en línea, de este modo las respuestas realmente consideradas totalizan 711.

Residentes de Rancagua	711
No residentes	87
Preguntas de Prueba	2
Total	800

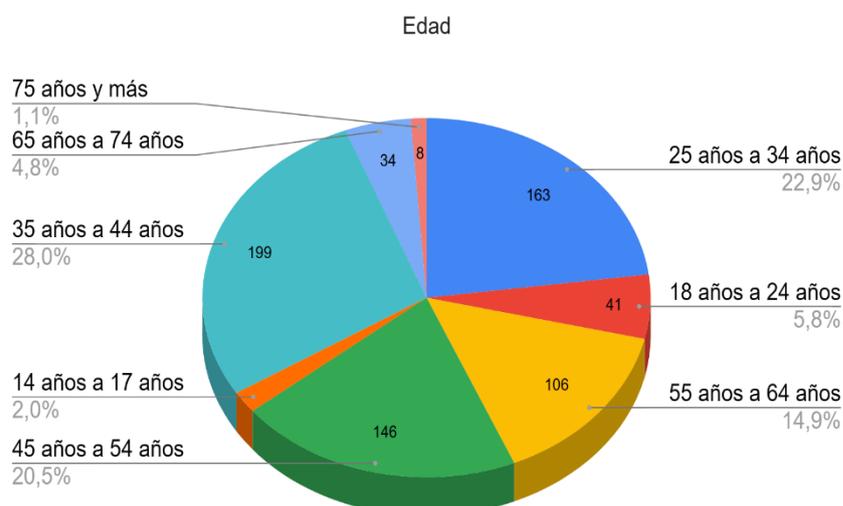
A continuación, se presenta la caracterización de la población encuestada por:

Género - Edad - Sector de Residencia - Identificación con un Pueblo Originario - Situación de Discapacidad - Nacionalidad - Nivel Educativo - Situación Laboral - Situación Económica.

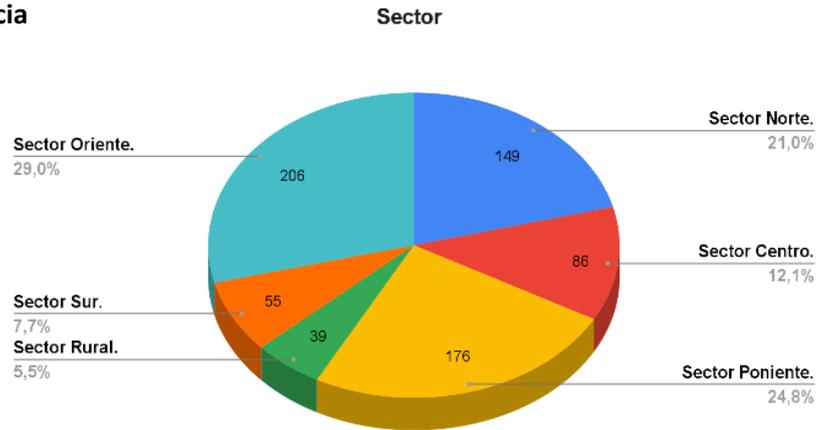
1. Género:



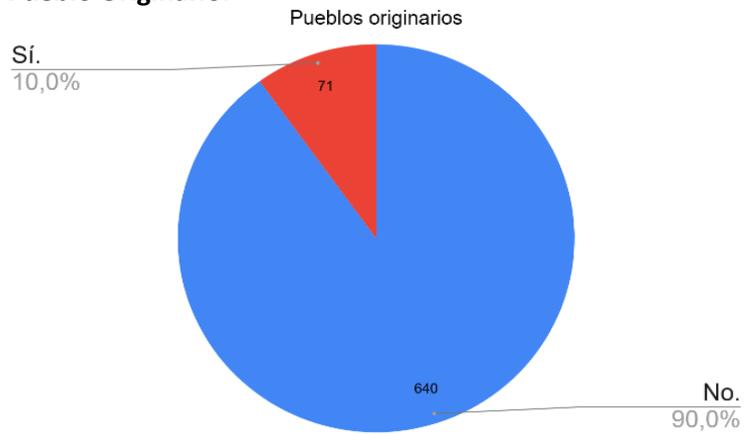
2. Edad:



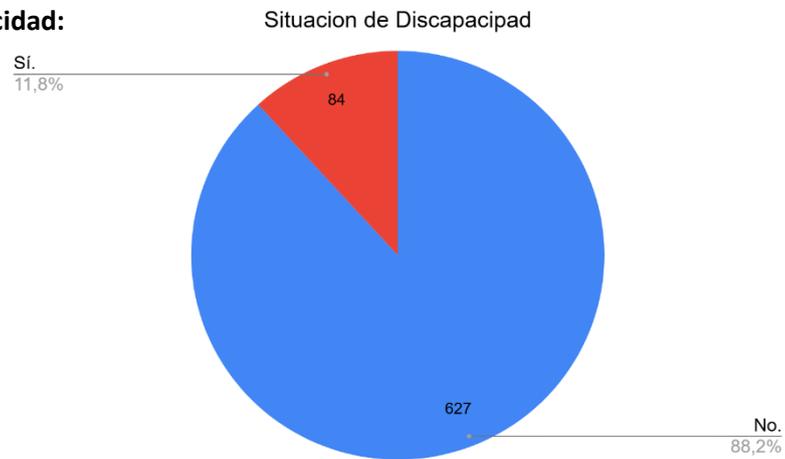
3. Sector de Residencia



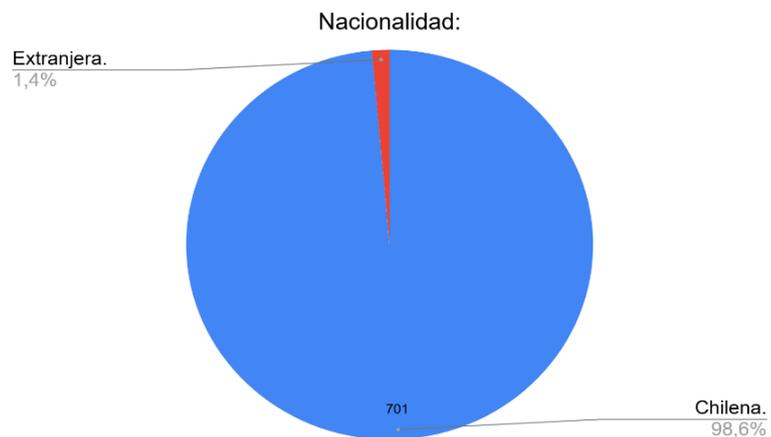
4. Identificación con un Pueblo Originario:



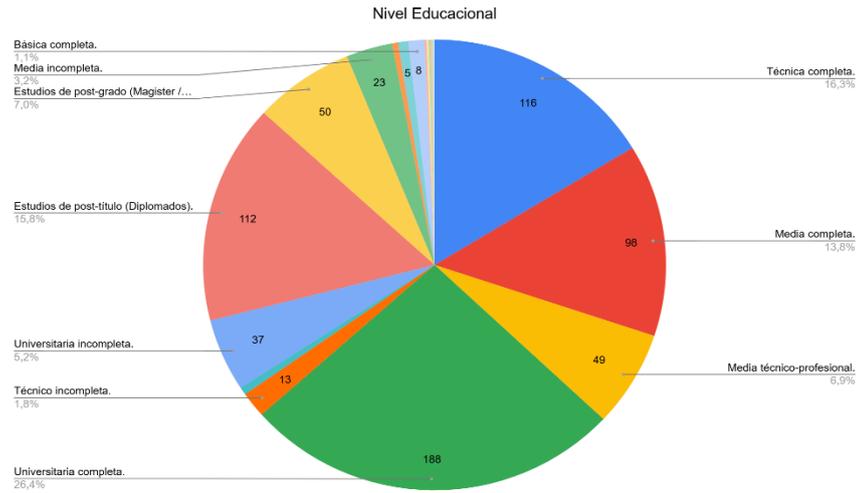
5. Situación de Discapacidad:



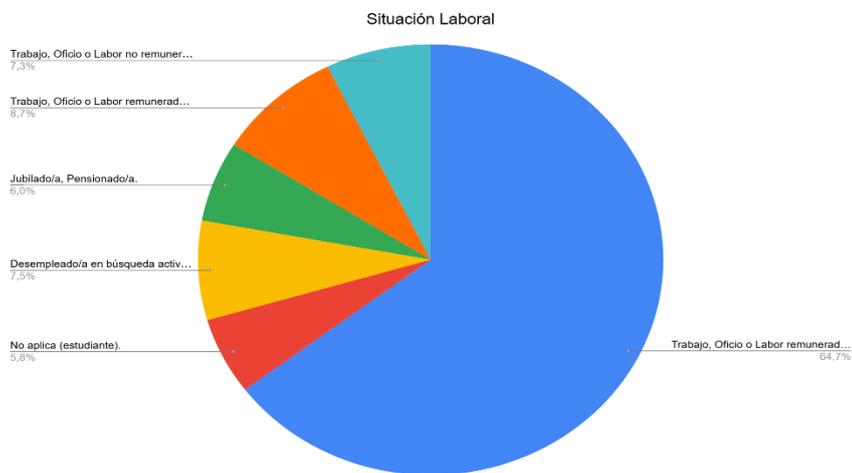
6. Nacionalidad:



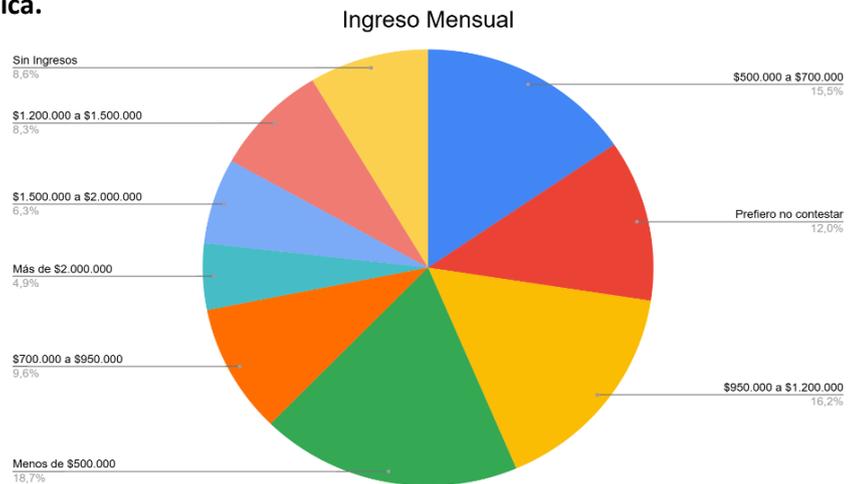
7. Nivel Educativo:



8. Situación Laboral:



9. - Situación Económica.

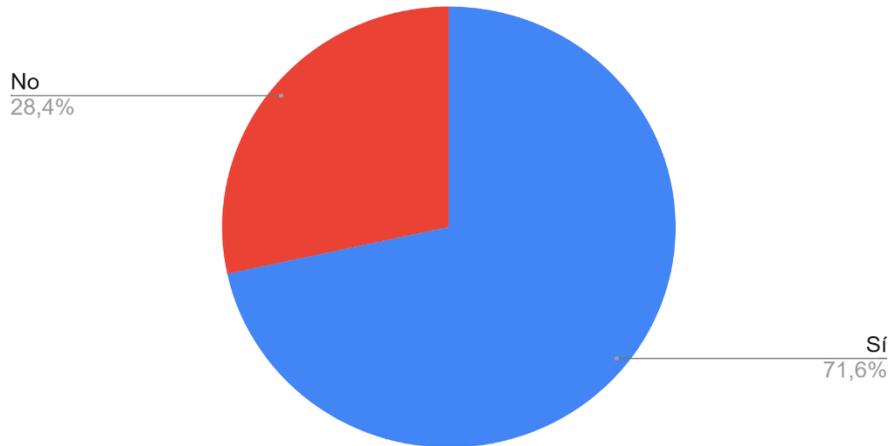


10. ¿Usted conoce los efectos del cambio climático en la comuna de Rancagua?

Un 71,6% de la muestra encuestada **dice conocer los efectos del cambio climático en la comuna**, cabe destacar que en los seis sectores en que se subdivide la comuna, prevalece esta opción, sin embargo, en el rango etario de 35-44 presenta la mayor tasa de desconocimiento sobre el tema con un 8,58% con relación al total de la muestra encuestada.

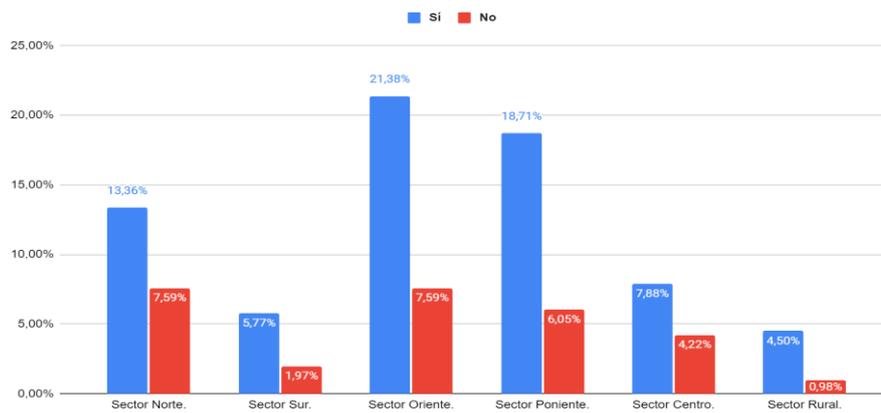
Finalmente, en términos de género, el porcentaje femenina que respondió la encuesta alcanzó un 49,23% superando al género masculino con un 22,08%.

10.- ¿Usted conoce los efectos del cambio climático en la comuna de Rancagua?



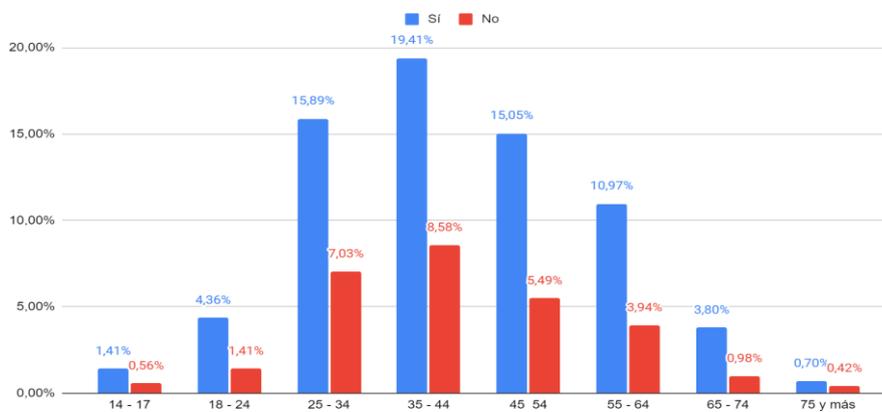
SECTOR:

10.- ¿Usted conoce los efectos del cambio climático en la comuna de Rancagua?



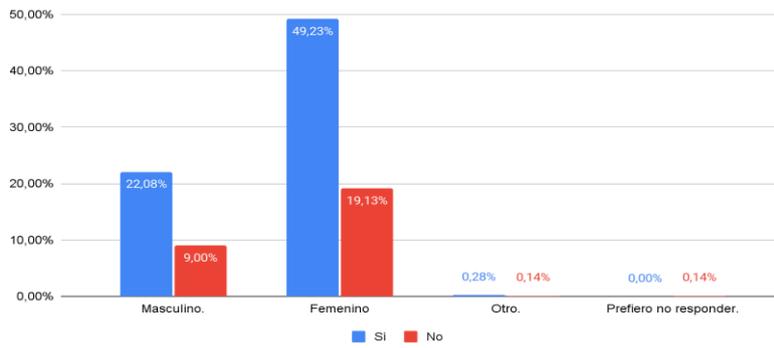
EDAD:

10.- ¿Usted conoce los efectos del cambio climático en la comuna de Rancagua?



GÉNERO

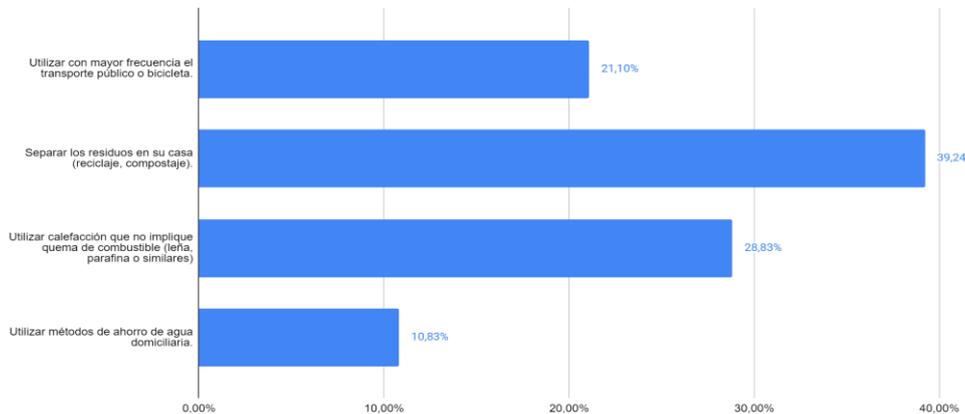
10.- ¿Usted conoce los efectos del cambio climático en la comuna de Rancagua?



11.- ¿Cuál de las siguientes acciones realiza o estaría dispuesta(o) a realizar para mitigar los efectos del cambio climático?

Dentro de estas acciones destaca la separación de residuos con un 39,24% a nivel comunal, resaltando en la distribución por sector, la zona norte con 10,41% y la ciudadanía perteneciente al rango etario de 35 - 44 años.

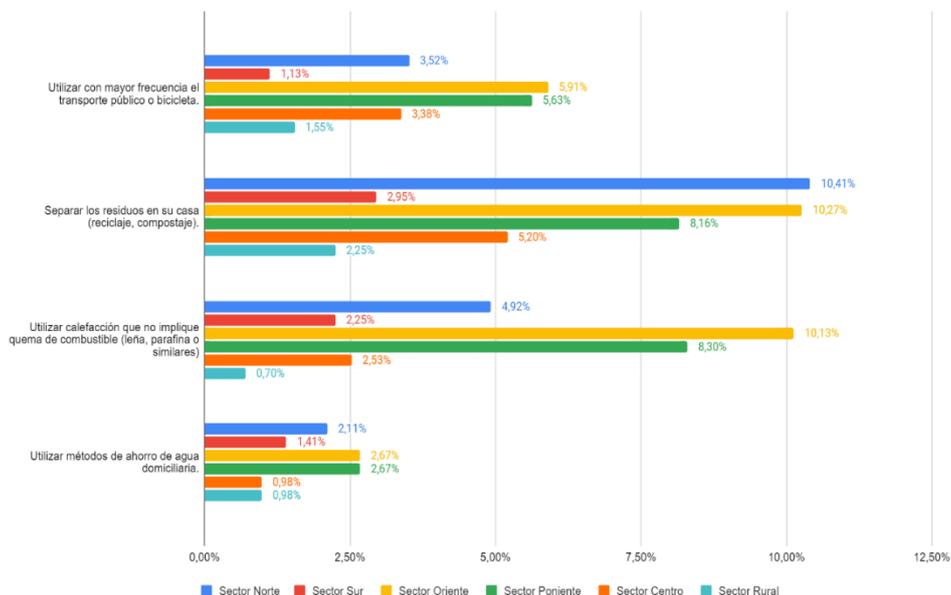
11.- ¿Cuál de las siguientes acciones realiza o estaría dispuesta(o) a realizar para mitigar los efectos del cambio climático?



En cuanto a una segunda opción, en términos de género solo la muestra masculina prefiere aumentar la frecuencia en el uso del transporte público o bicicleta, en cambio la muestra femenina prefiere utilizar calefacción no combustible.

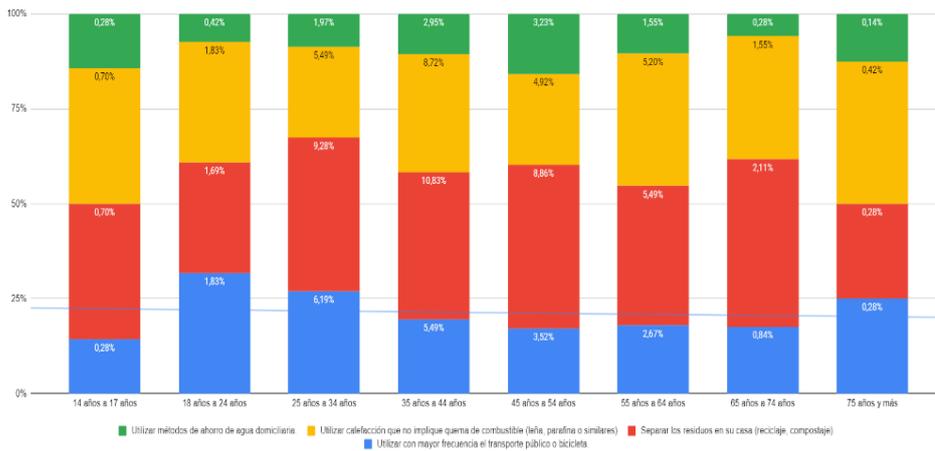
SECTOR:

11.- ¿Cuál de las siguientes acciones realiza o estaría dispuesta(o) a realizar para mitigar los efectos del cambio climático?



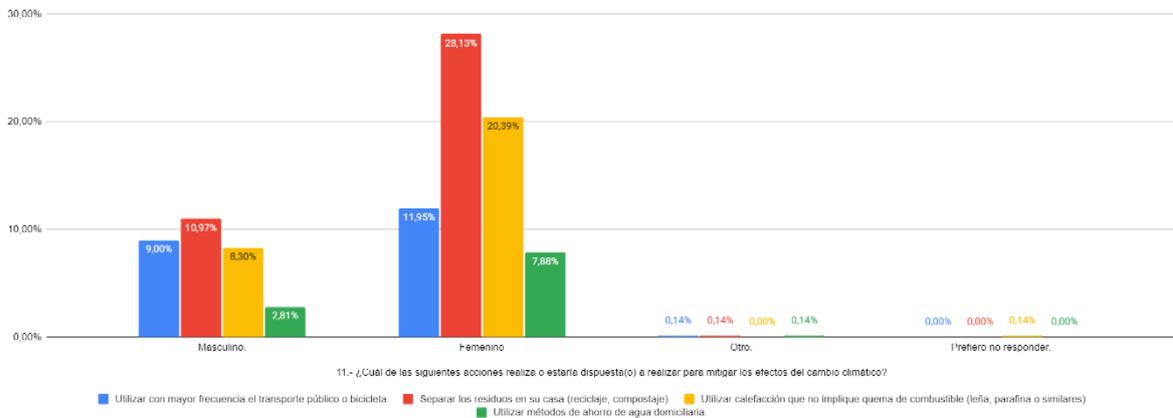
EDAD:

11.- ¿Cuál de las siguientes acciones realiza o estaría dispuesta(o) a realizar para mitigar los efectos del cambio climático?



GÉNERO:

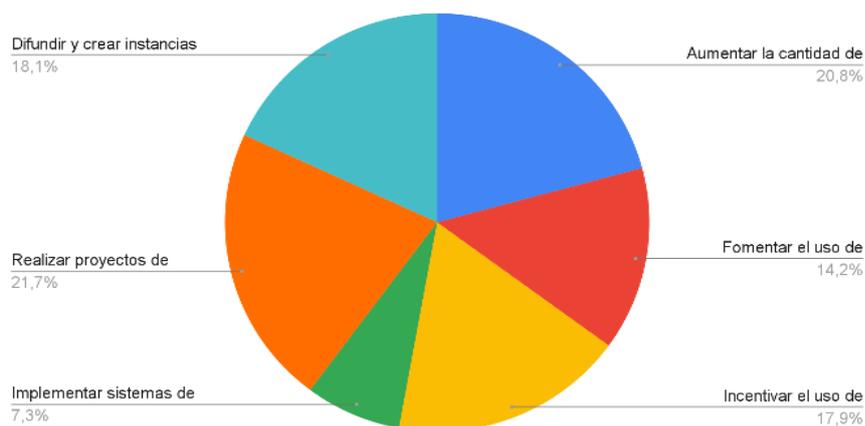
11.- ¿Cuál de las siguientes acciones realiza o estaría dispuesta(o) a realizar para mitigar los efectos del cambio climático?



12.- ¿Cuál de las siguientes medidas cree usted que debería implementar la Municipalidad de Rancagua para mitigar/adaptar los efectos del cambio climático en la comuna? Seleccione la más importante para usted.

En cuanto a medidas que la ciudadanía considera atractiva para que el municipio las imparta en la comuna, se encuentra en primer lugar el implementar proyectos que tengan relación con el reciclaje, compostajes domiciliarios, con un 21,7% de aprobación de la ciudadanía, seguido de un aumento en las zonas de áreas verdes.

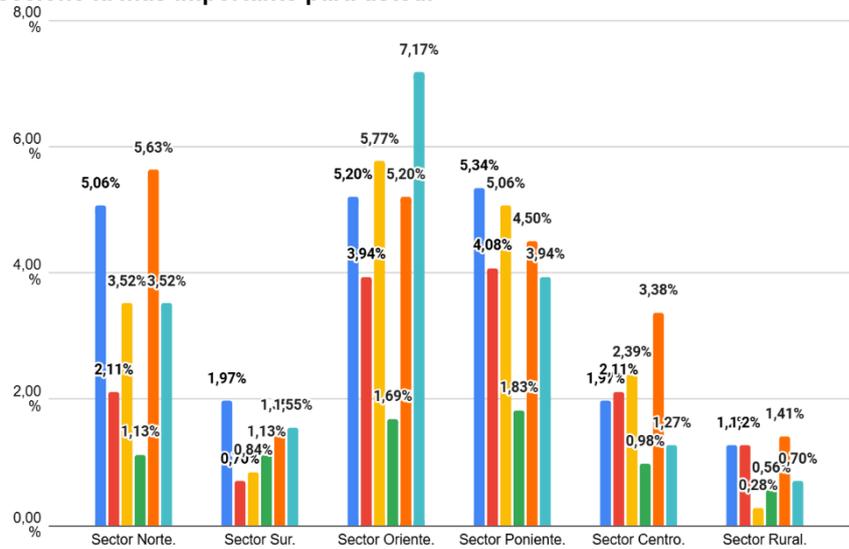
12.- ¿Cuál de las siguientes medidas cree usted que debería implementar la Municipalidad de Rancagua para mitigar/adaptar los efectos del cambio climático en la comuna? Seleccione la más importante para usted.



SECTOR:

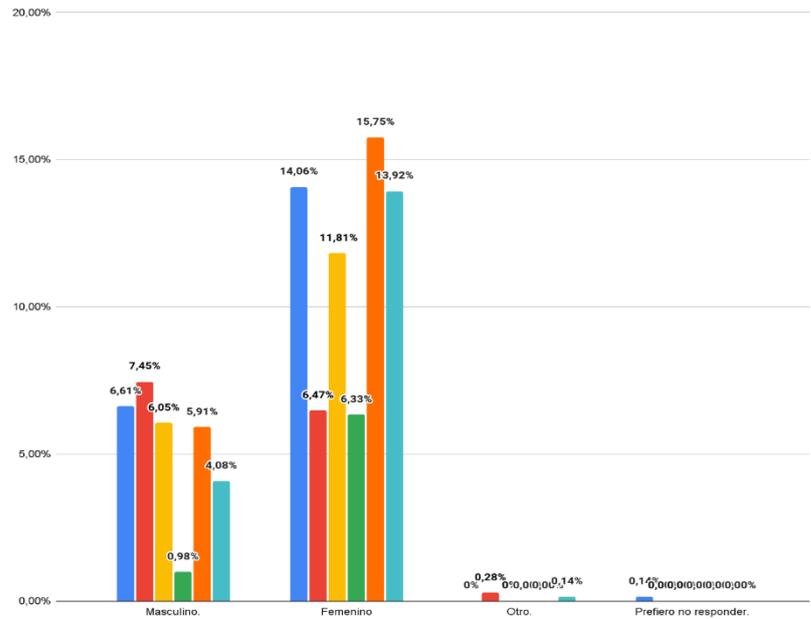
12.- ¿Cuál de las siguientes medidas cree usted que debería implementar la Municipalidad de Rancagua para mitigar/adaptar los efectos del cambio climático en la comuna? Seleccione la más importante para usted.

- Aumentar la cantidad de áreas verdes en la comuna.
- Fomentar el uso de transporte público, bicicleta y transporte
- Incentivar el uso de calefacción con sistemas que
- Implementar sistemas de uso eficiente del agua de
- Realizar proyectos de reciclaje y compostaje...
- Difundir y crear instancias para la educación



GÉNERO:

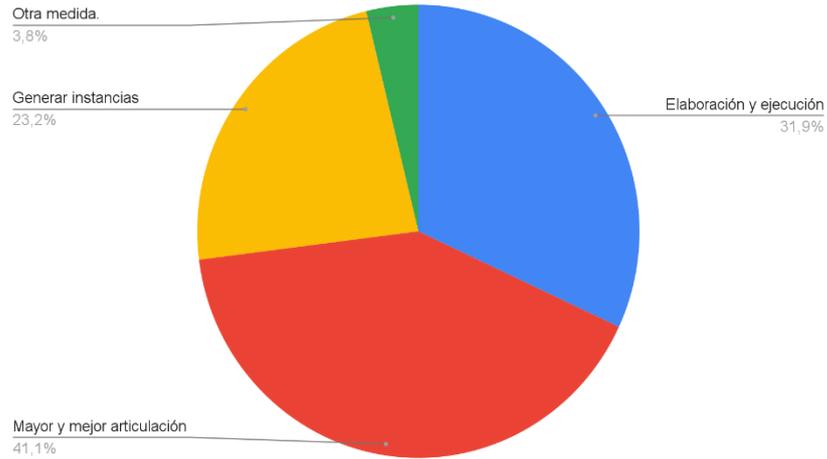
- Aumentar la cantidad de áreas verdes en la comuna.
- Fomentar el uso de transporte público, bicicleta y transporte particular compartido para disminuir las emisiones de contaminantes de vehículos.
- Incentivar el uso de calefacción con sistemas que no sean contaminantes (sin quema de leña)
- Implementar sistemas de uso eficiente del agua de riego de áreas verdes e incentivar optimizar el uso de agua en establecimientos educacionales.
- Realizar proyectos de reciclaje y compostaje domiciliarios.
- Difundir y crear instancias para la educación ambiental sobre los efectos del cambio climático en la comuna.



13.- ¿Cuál es la medida que más ayudaría a la adaptación de su comunidad, tras un evento asociado al cambio climático (inundaciones, incendios forestales, olas de calor, etc.)?

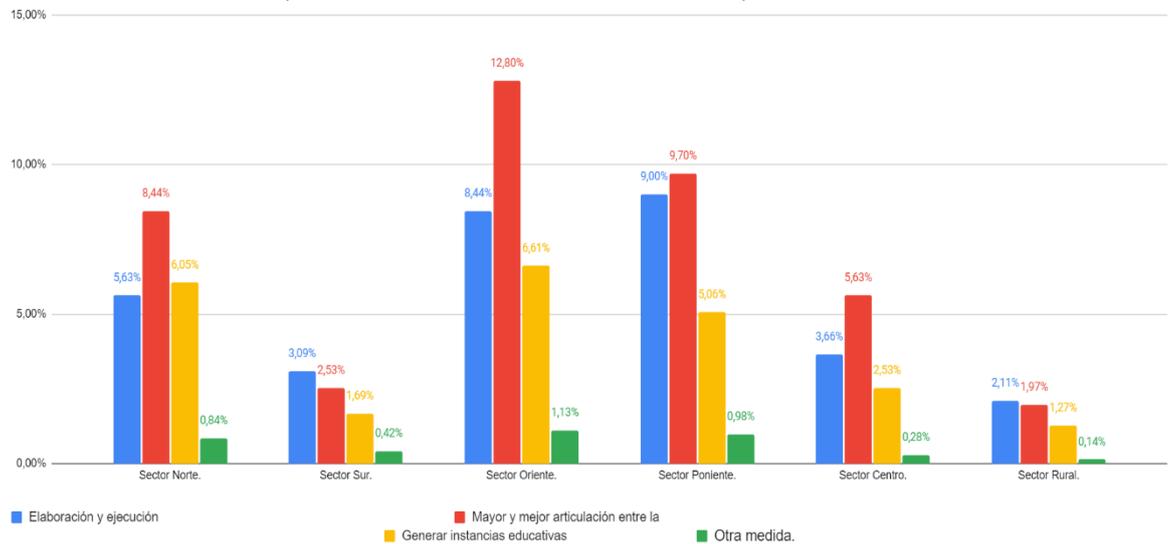
Según la ciudadanía encuestada, la articulación entre la comunidad e institucionalidad pertinente ya sea municipio, SENAPRED, delegación presidencial es una opción viable ante un evento asociado al cambio climático, representando un 41,1% de las respuestas, seguido por la opción de elaborar y ejecutar planes de emergencia comunal con un 31,9%.

Entre los sectores de la comuna, se replican las preferencias, sin embargo, en el sector sur y rural se invierten las preferencias, es decir, en primer lugar, se presenta la opción de elaboración y creación del plan de emergencia comunal, quedando en segundo lugar la articulación de la comunidad y las instituciones.



SECTOR:

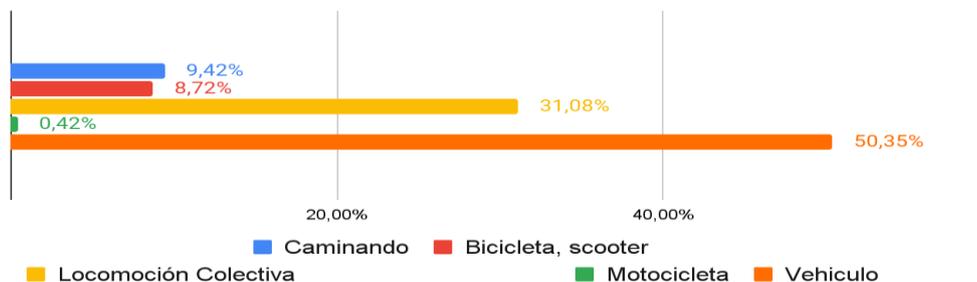
13.- ¿Cuál es la medida que más ayudaría a la adaptación de su comunidad, tras un evento asociado al cambio climático (inundaciones, incendios forestales, olas de calor, etc.)?



14.- ¿Cómo se moviliza usted frecuentemente al interior de la comuna de Rancagua?

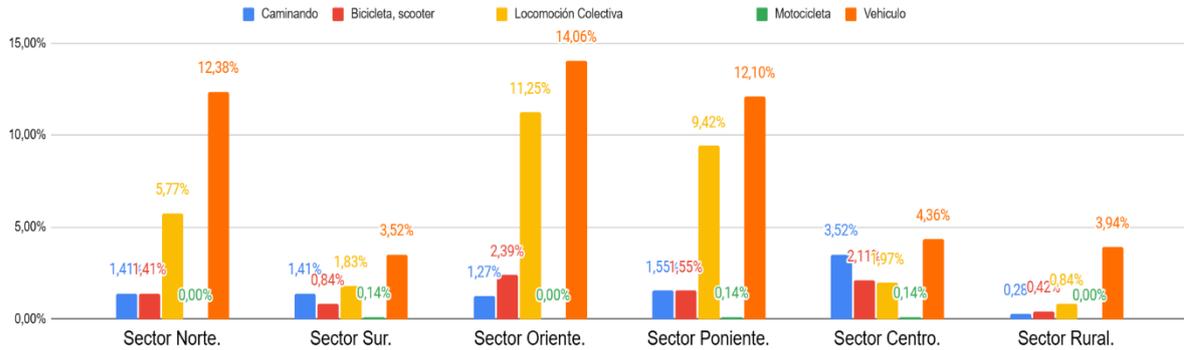
En términos de movilización un 50.35% dice utilizar vehículo, existiendo una gran diferencia la segunda opción preferente, cabe destacar que solo en el sector centro la diferencia porcentual es mínima, un 0.84% de diferencia entre el traslado en auto y caminando, demostrando que quienes pertenecen en el sector centro, equiparan la caminata y el uso de automóvil.

14.- ¿Como se moviliza usted frecuentemente al interior de la comuna de Rancagua?



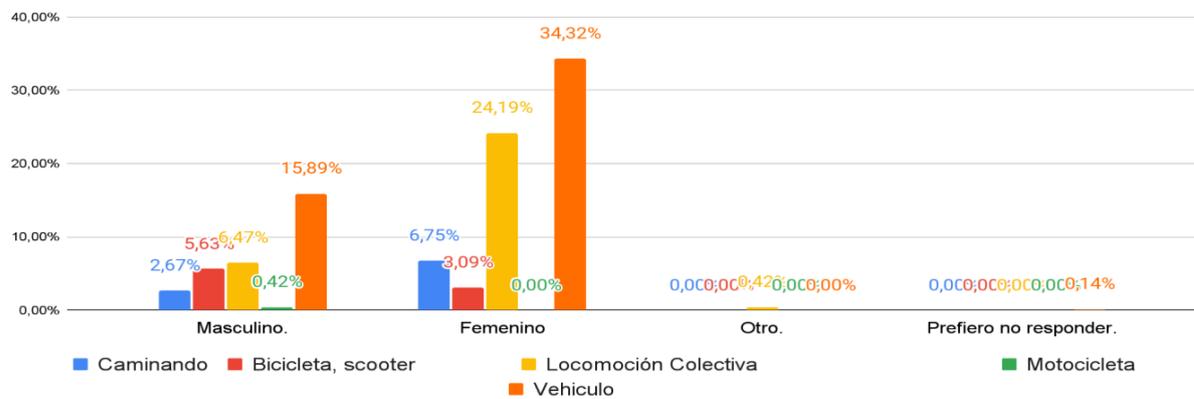
SECTOR:

**14.- ¿Cómo se moviliza usted frecuentemente al interior de la comuna de Rancagua?
Datos por sector**



GÉNERO:

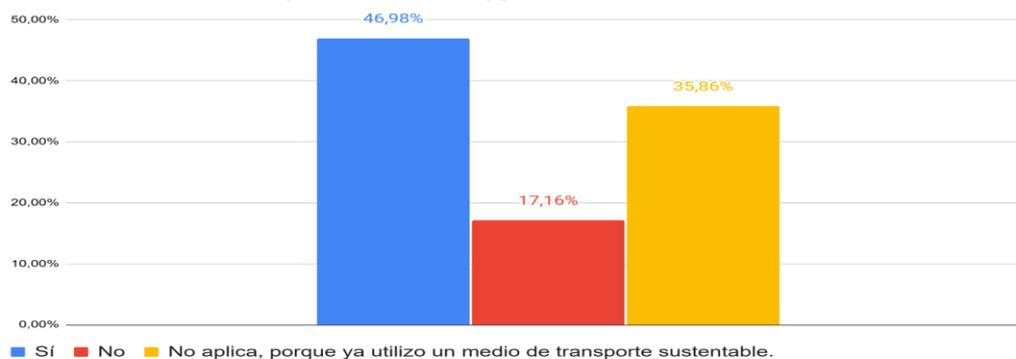
14.- ¿Como se moviliza usted frecuentemente al interior de la comuna de Rancagua?



15.- Si su respuesta anterior fue Motocicleta o Vehículo Privado, ¿usted estaría dispuesta/o a cambiar su medio de transporte por uno sustentable, tal como ciclos (bicicleta, scooter) y/o vehículo eléctrico?

Un 46,98% de las respuestas, se muestran a favor a cambiar y/o modificar su método de transporte por uno sustentable. Mientras que un 17,16% respondió de forma negativa a dicha consulta e indica que no está dispuesto a cambiar su método de transporte actual.

15.- Si su respuesta anterior fue Motocicleta o Vehículo Privado, ¿usted estaría dispuesta/o a cambiar su medio de transporte por uno sustentable, tal como ciclos (bicicleta, scooter) y/o vehículo eléctrico?

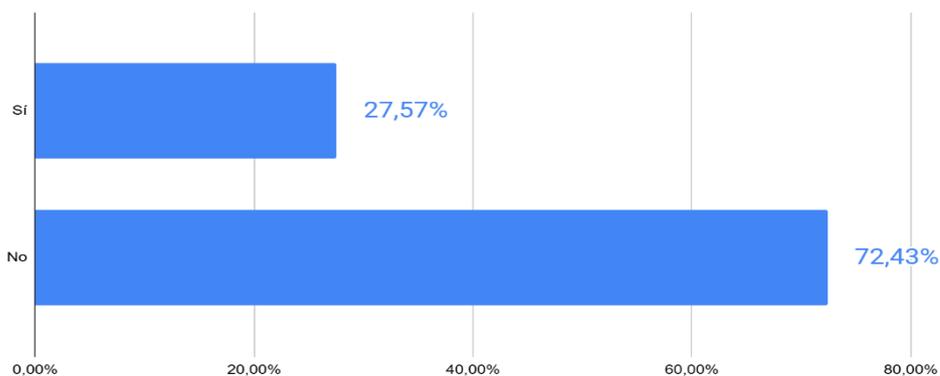


16.- ¿Sabía usted que el Municipio ha incorporado en el PRC de Rancagua medidas para mitigar el cambio climático tales como la regulación y conservación de canales, la conformación de la Red de infraestructura verde, el diseño y construcción de espacios públicos, áreas verdes y parques, asociada a su Ordenanza Local, para el uso de especies de bajo consumo hídrico?

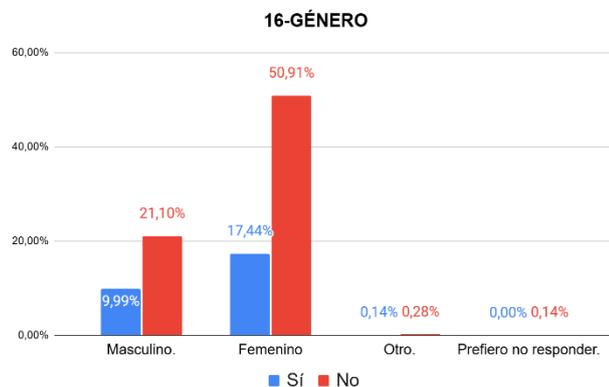
El 72,43% de las respuestas indican que no sabe acerca de las medidas tomadas mediante el plan regulador comunal. Mientras que un 27,57% indica que sí sabe acerca de las acciones que se han tomado en pos de la mitigación del cambio climático.

La tendencia de acumulación de respuestas de la presente encuesta se mantiene, la mayor concentración de ellas pertenece al género femenino y pertenecen al sector oriente y poniente en su mayoría.

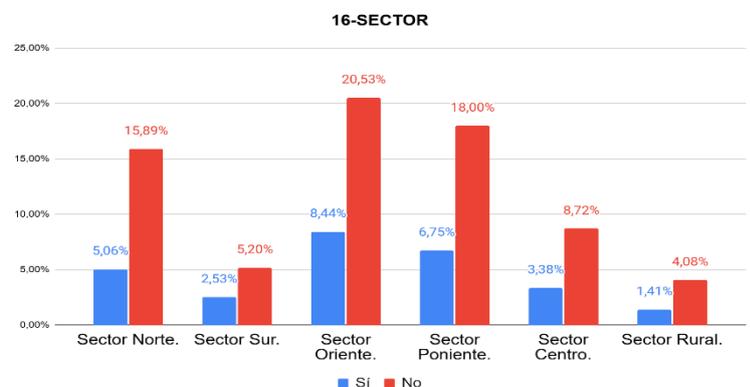
16.- ¿Sabía usted que el Municipio ha incorporado en el PRC de Rancagua medidas para mitigar el cambio climático tales como la regulación y conservación de canales, la conformación de la Red de



GÉNERO:



SECTOR:



17.- ¿Qué acción cree usted necesaria considerar en la planificación de medidas de mitigación contra el cambio climático?

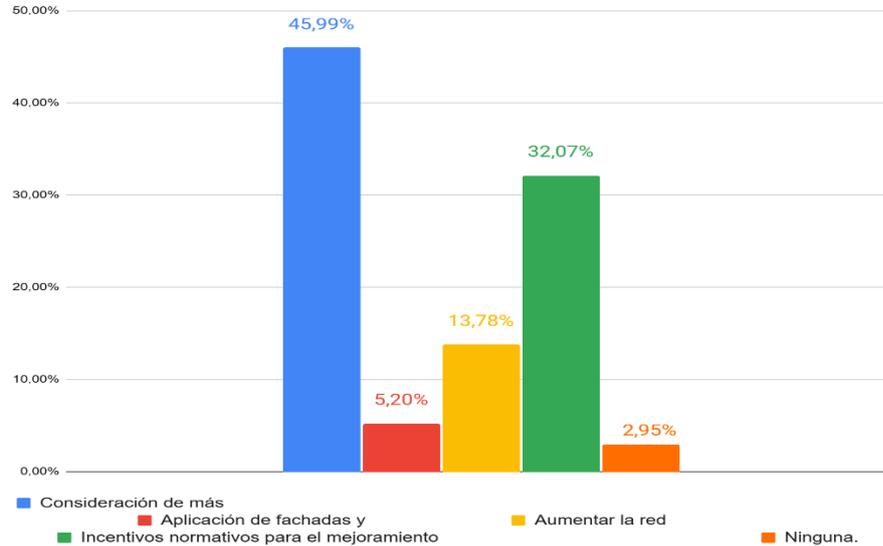
El 45.99% de las respuestas, se inclinan por la opción de “considerar el aumento de la infraestructura verde y parques”. Seguido por la opción acerca de la implementación de “incentivos normativos para el mejoramiento de los espacios públicos existentes” con el 32.07% de las elecciones.

Las respuestas dadas por las personas encuestadas indican una inclinación hacia el mejoramiento de las áreas verdes y el aumento de ellas, a la vez que se requiere actualizar la normativa vigente para mejorar/adaptar los espacios verdes que ya existen en la comuna.

Con respecto a las respuestas desglosadas por género, se observa que las tendencias se mantienen en todas las opciones, situación que se repite con el apartado de los sectores de la comuna, donde las tendencias son

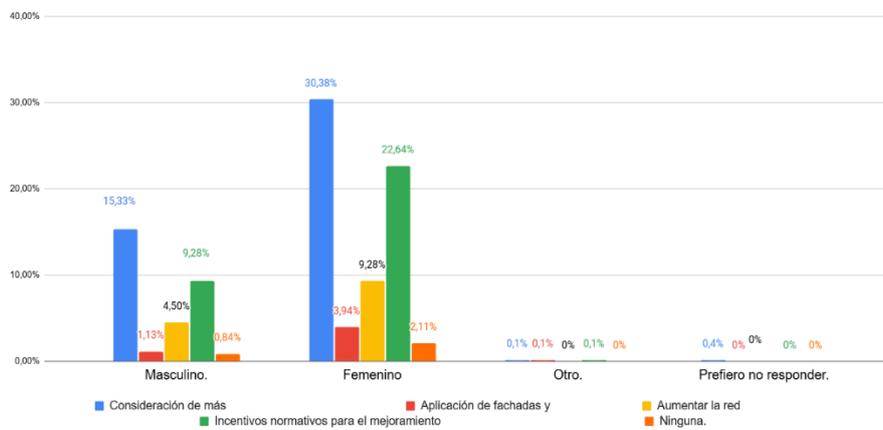
una constante a excepción del sector rural donde la segunda opción fue “aumentar la red de ciclovías” dicho cambio en la tendencia se podría explicar por una necesidad propia de la población de dicho sector en particular.

17.- ¿Qué acción cree usted necesaria considerar en la planificación de medidas de mitigación contra el cambio climático?



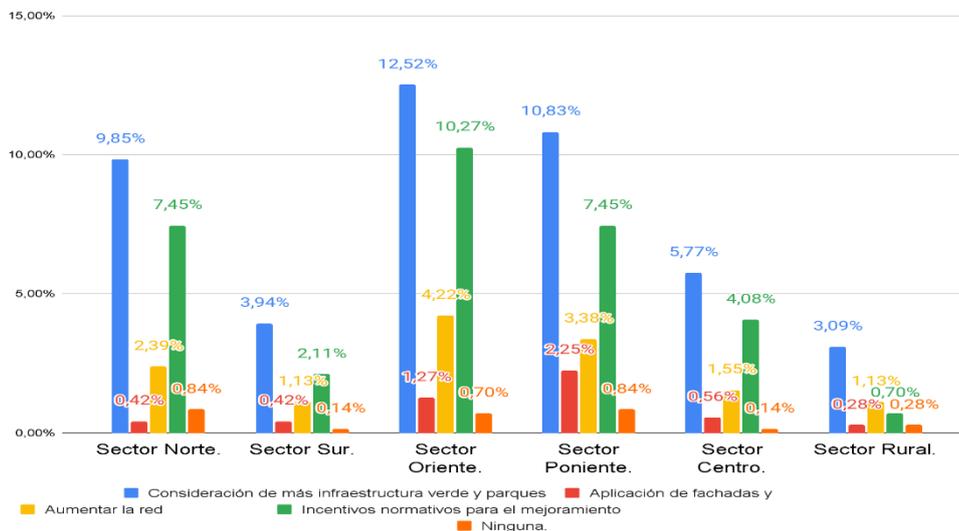
GÉNERO:

17.- ¿Qué acción cree usted necesaria considerar en la planificación de medidas de mitigación contra el cambio climático?



SECTOR:

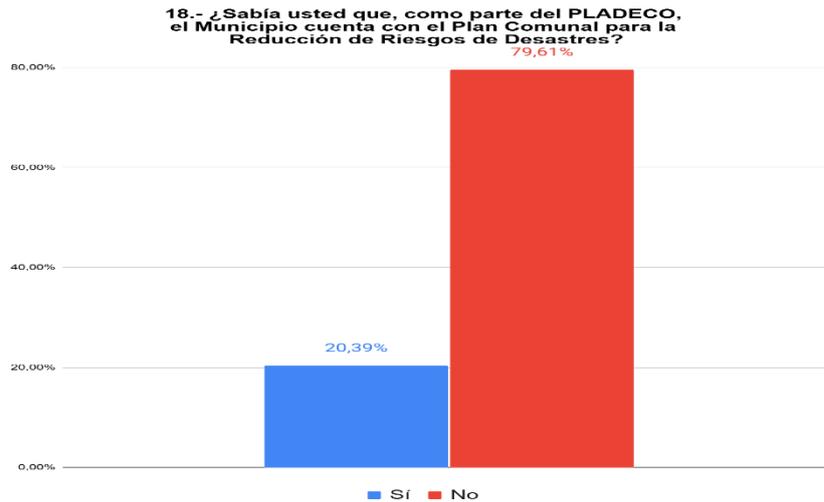
17.- ¿Qué acción cree usted necesaria considerar en la planificación de medidas de mitigación contra el cambio climático?



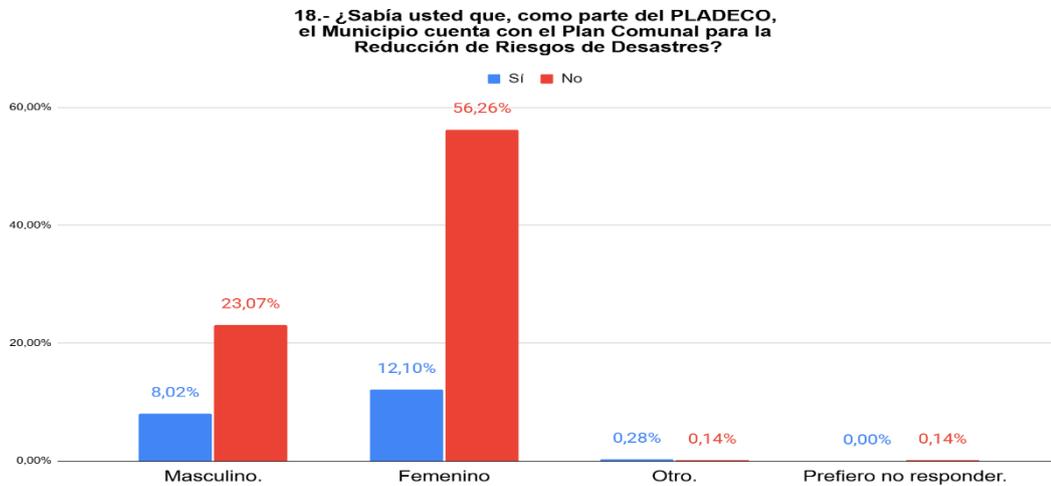
18.- ¿Sabía usted que, como parte del PLADECO, el Municipio cuenta con el Plan Comunal para la Reducción de Riesgos de Desastres?

Con respecto a la información que mantiene la población acerca del contenido del PLADECO en relación con la reducción de riesgos y desastres dentro de la comuna, el 79.61% de las personas indica que no conoce dicha información. Por lo que, se puede inferir un desconocimiento a gran escala de los contenidos del PLADECO por parte de la población de la comuna de Rancagua.

Con respecto al desglose por género, dicha tendencia al desconocimiento se mantiene, siendo la del género femenino la más notoria.



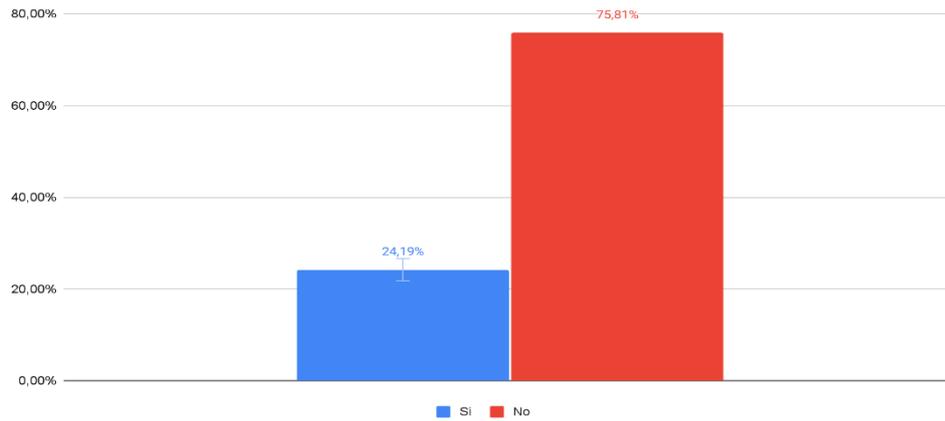
GÉNERO:



19.- ¿Sabía usted que el Municipio está elaborando la Política Medio Ambiental para Rancagua?

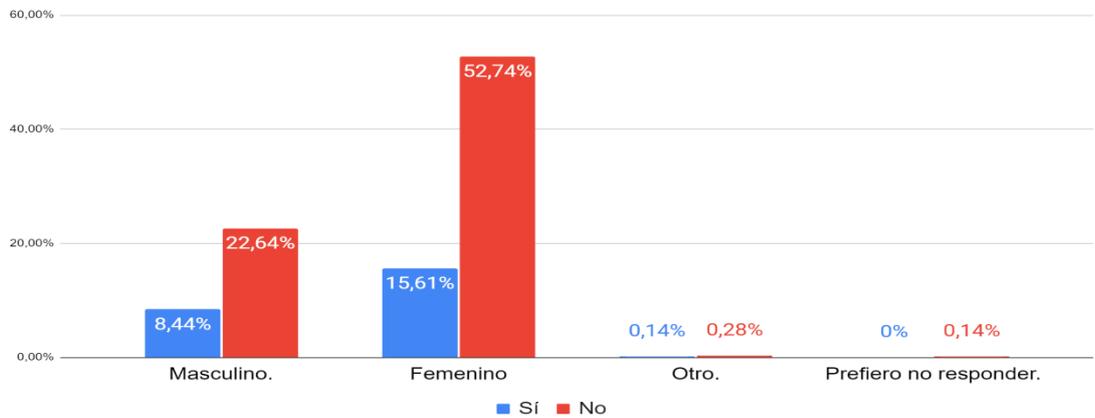
Con respecto al conocimiento por parte de la población con respecto a la elaboración de la política ambiental de la comuna, el 75.81% de la población indica que no sabe acerca de la elaboración de dicha política. Con respecto al desglose por género y sector las tendencias que favorecen la respuesta “No” se mantienen, por lo que resulta apropiado indicar que la población de Rancagua desconoce en gran medida lo que tiene que ver con el desarrollo de la política ambiental de la comuna.

19.- ¿Sabía usted que el Municipio está elaborando la Política Medio Ambiental para Rancagua?



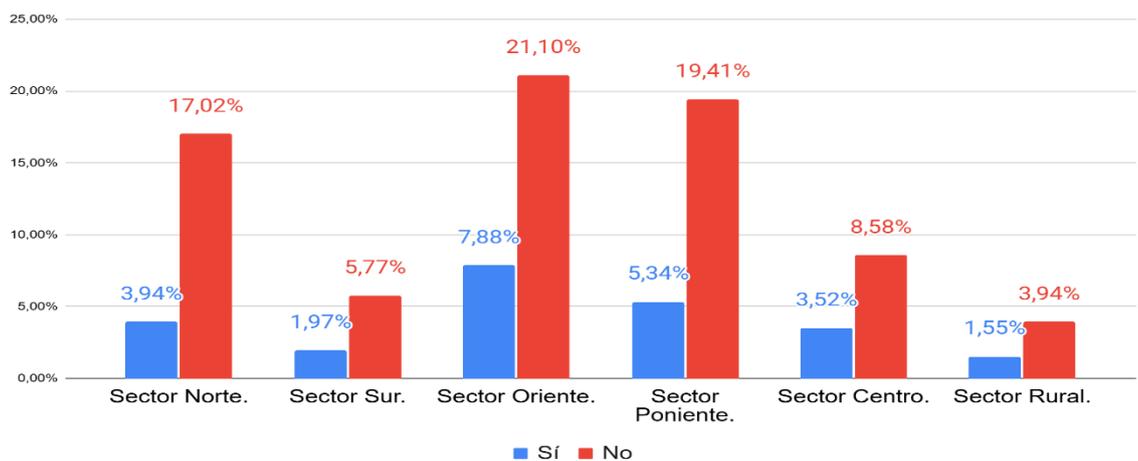
GÉNERO:

19.- ¿Sabía usted que el Municipio está elaborando la Política Medio Ambiental para Rancagua?



SECTOR:

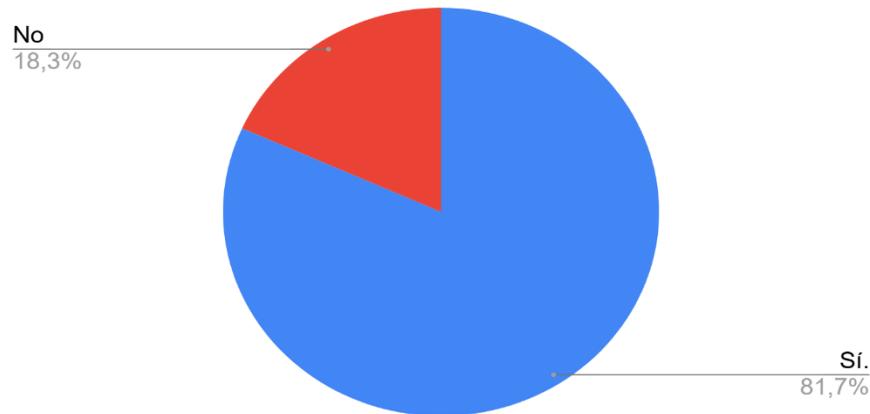
19.- ¿Sabía usted que el Municipio está elaborando la Política Medio Ambiental para Rancagua?



20.- Frente a la amenaza del cambio climático ¿Usted se siente vulnerable (propensión a verse afectado negativamente)?

En relación con el sentimiento de vulnerabilidad por parte de las personas que respondieron la presente encuesta, el 81.7% de ellas indica que “Sí” se siente vulnerable a los efectos del cambio climático, siendo en mayor proporción la población femenina entre 25 a 45 años, el perfil de las personas que perciben mayor vulnerabilidad frente a los eventos producidos por efecto del cambio climático.

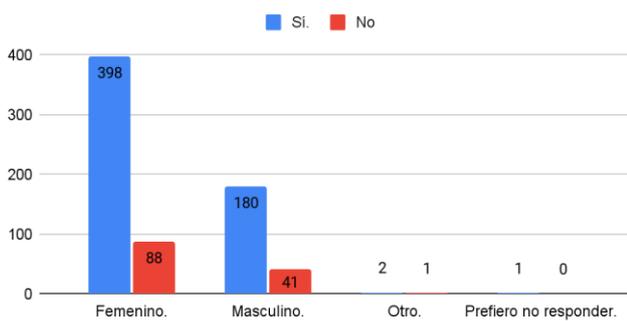
Frente a la amenaza del cambio climático ¿Usted se siente vulnerable (propensión a verse afectado negativamente)?



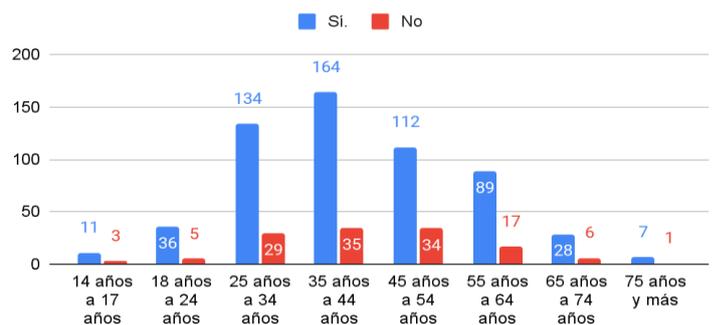
GÉNERO:

EDAD:

20.- Frente a la amenaza del cambio climático ¿Usted se siente vulnerable?



20.- Frente a la amenaza del cambio climático ¿Usted se siente vulnerable?



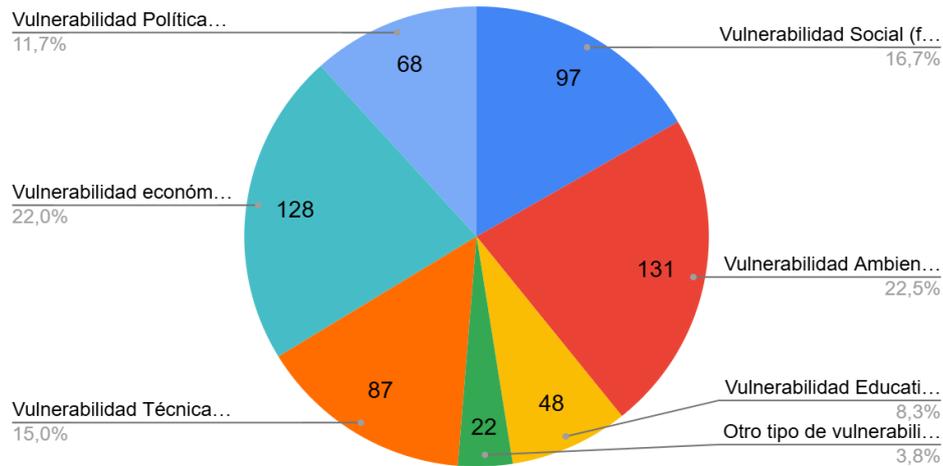
21.- Según usted, ¿Cuál es la vulnerabilidad a la que se siente mayormente expuesto/a frente al cambio climático?

Dentro de las respuestas dadas, es posible identificar tres mayorías, las cuales son, vulnerabilidad ambiental, con 22% de las elecciones, posteriormente vulnerabilidad económica con un 22% y finalmente vulnerabilidad social con 16.7%.

En el apartado de género, no es posible dilucidar grandes diferencias en las tendencias marcadas por los resultados generales, es más lo que respecta a las opciones elegidas por personas identificadas como Masculinas y Femeninas no existen diferencias dentro de las distintas opciones.

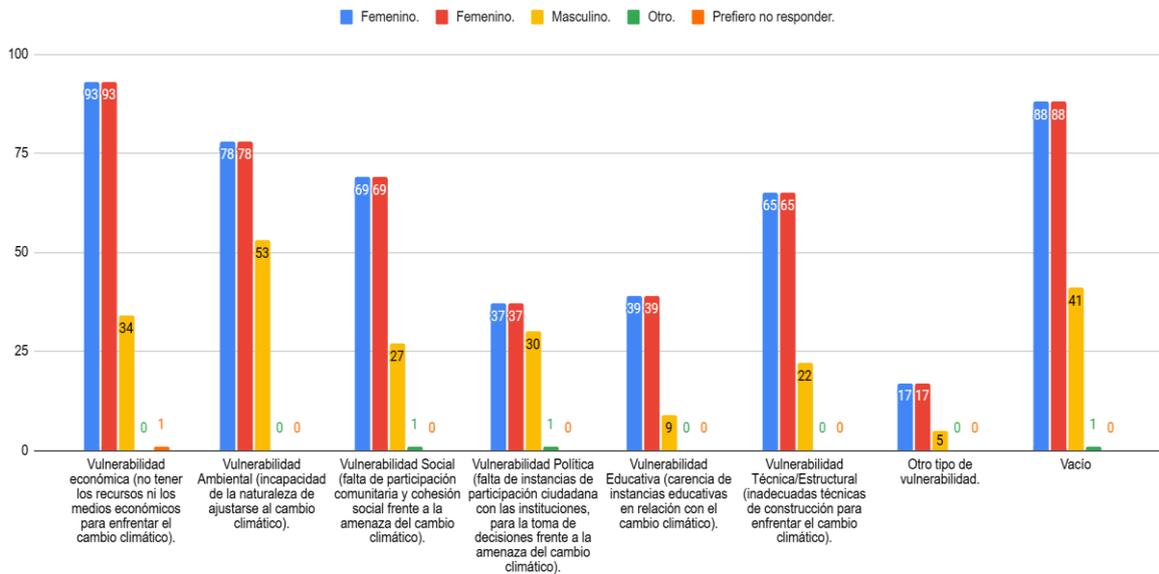
Donde las tendencias y diferencias se vuelven notorias es en apartado etario, puesto que resulta ser un diferencial relevante a la hora de definir ciertas carencias y/o vulnerabilidades climáticas. Los adultos jóvenes 25 - 40 años se mantuvieron acorde a las respuestas observadas en el apartado general, sin embargo, en los tramos siguientes las preferencias cambian y toman relevancia apartados como la vulnerabilidad política para las personas de 45 a 54 años y la vulnerabilidad educativa para el tramo siguiente que corresponde al de 55 a 64 años.

Según usted, ¿Cuál es la vulnerabilidad a la que se siente mayormente expuesto/a frente al cambio climático?



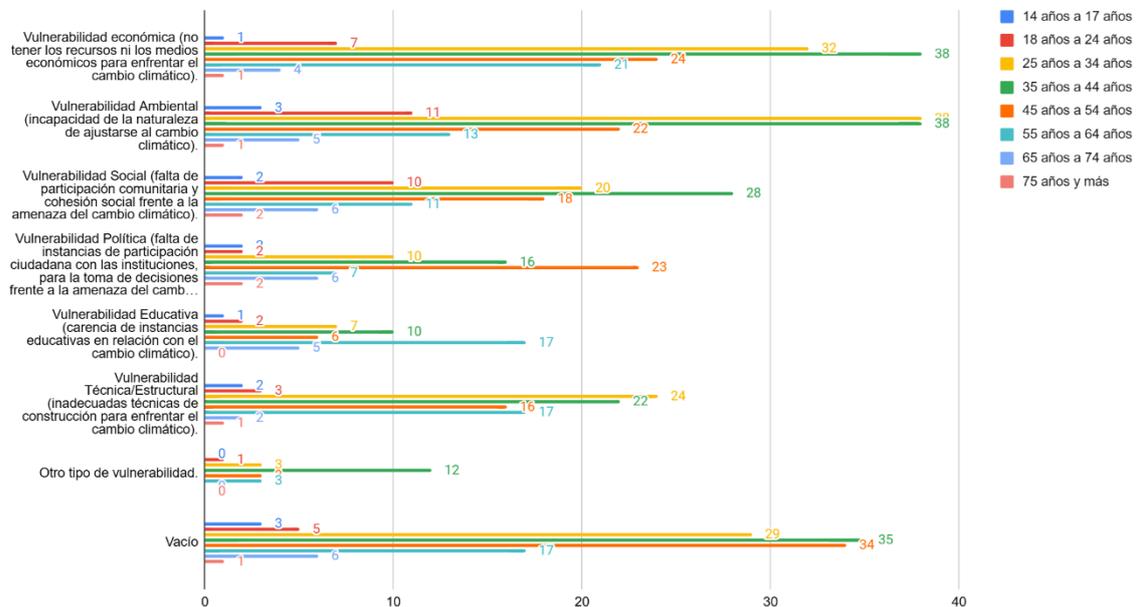
GÉNERO:

Pregunta 21 - Género



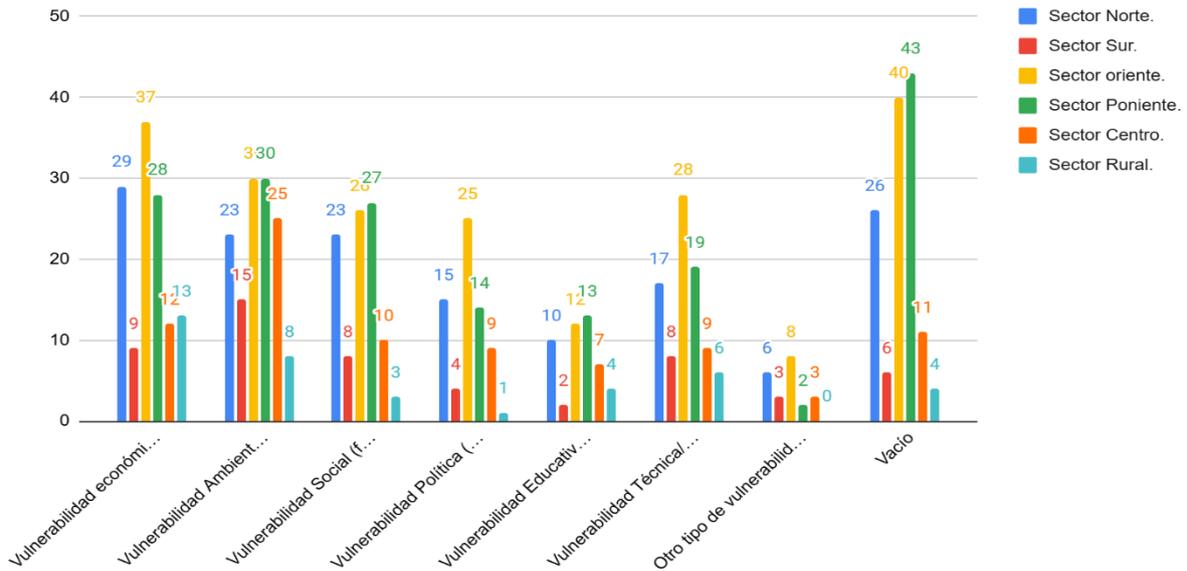
EDAD:

Pregunta 21 - Edad



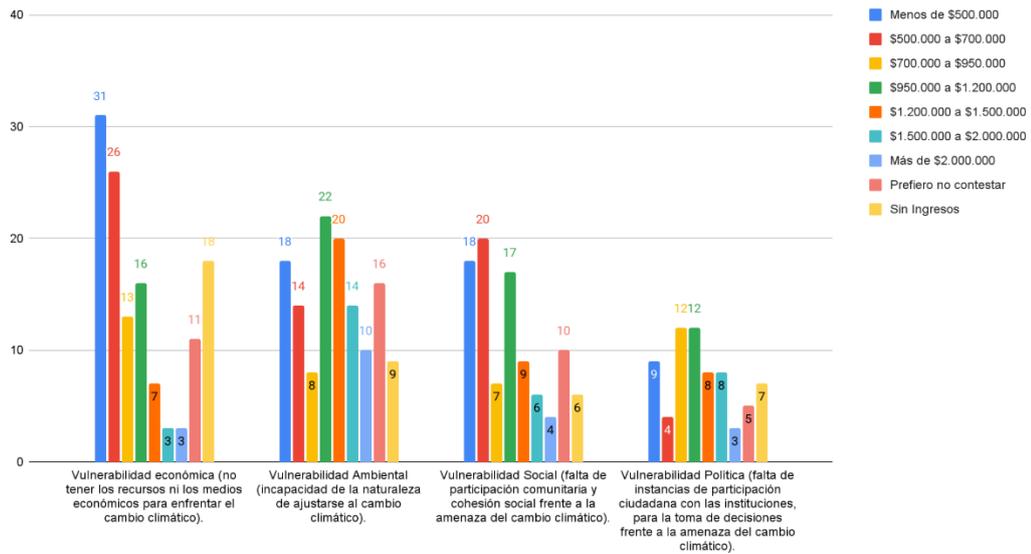
SECTOR:

Pregunta 21 - Sector

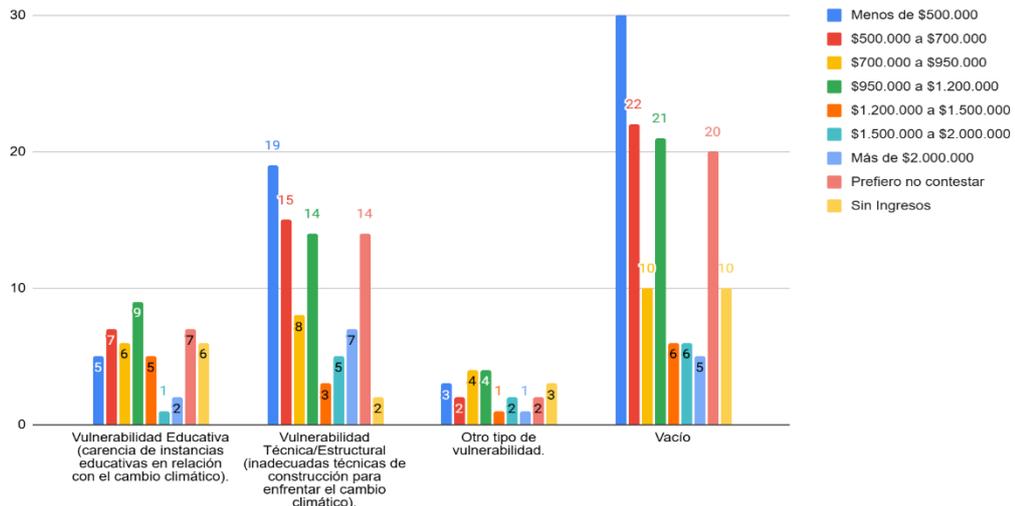


INGRESOS ECONÓMICOS:

Pregunta 21 - Ingresos Económicos (1ra parte)



Pregunta 21 - Ingresos Económicos (2da parte)



22.- ¿Qué iniciativa debería considerar el municipio en el diseño de sus proyectos, para mitigar el cambio climático?

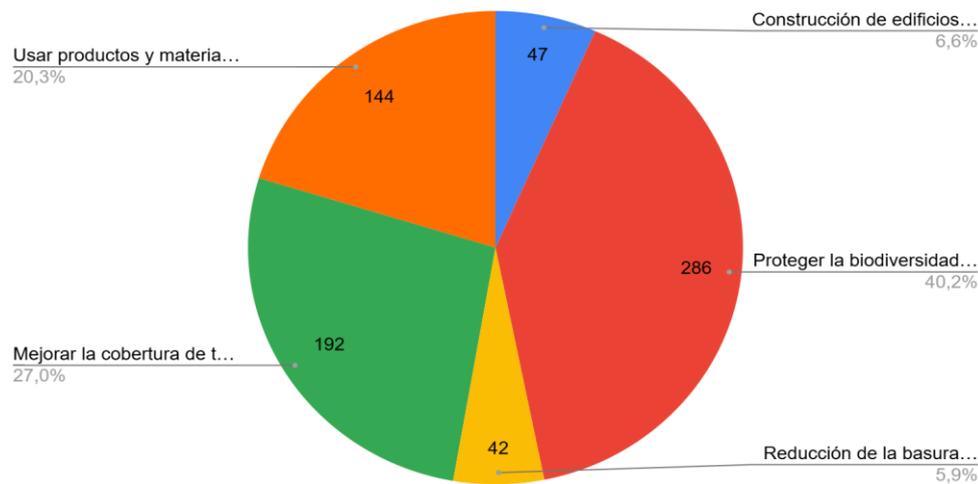
La mayoría de las personas encuestadas (286) considera que el municipio debería priorizar la iniciativa de "proteger la biodiversidad y el hábitat natural a través de un uso adecuado del suelo e integración del medio ambiente y ecosistemas locales" en el diseño de sus proyectos. En segundo lugar, 192 personas eligieron "mejorar la cobertura de transporte sustentable y la accesibilidad a áreas verdes y parques", mientras que la tercera opción más votada, con 144 preferencias, fue "usar productos y materiales sustentables, hechos con energías renovables y reciclados".

En cuanto a género, las preferencias de los encuestados se mantienen similares a las del total general.

Respecto a los ingresos económicos, la iniciativa de proteger la biodiversidad y el hábitat natural sigue siendo la más preferida, excepto entre quienes declararon "sin ingresos", que priorizan "mejorar la cobertura de transporte sustentable y accesibilidad a áreas verdes". A nivel de sectores, la opción de proteger la biodiversidad es la más elegida, con una distribución de las demás alternativas similar al total general.

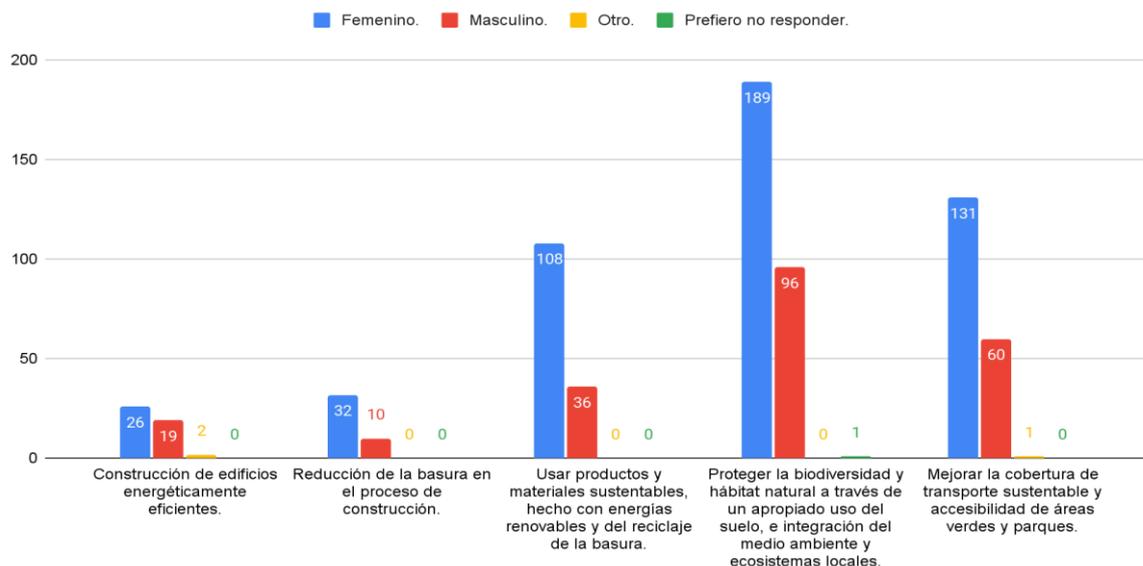
Finalmente, en relación a la edad, se destaca que el grupo entre 18 y 24 años prefiere, con gran diferencia, "mejorar la cobertura de transporte sustentable y accesibilidad a áreas verdes" por sobre las otras iniciativas.

¿Qué iniciativa debería considerar el municipio en el diseño de sus proyectos, para mitigar el cambio climático?



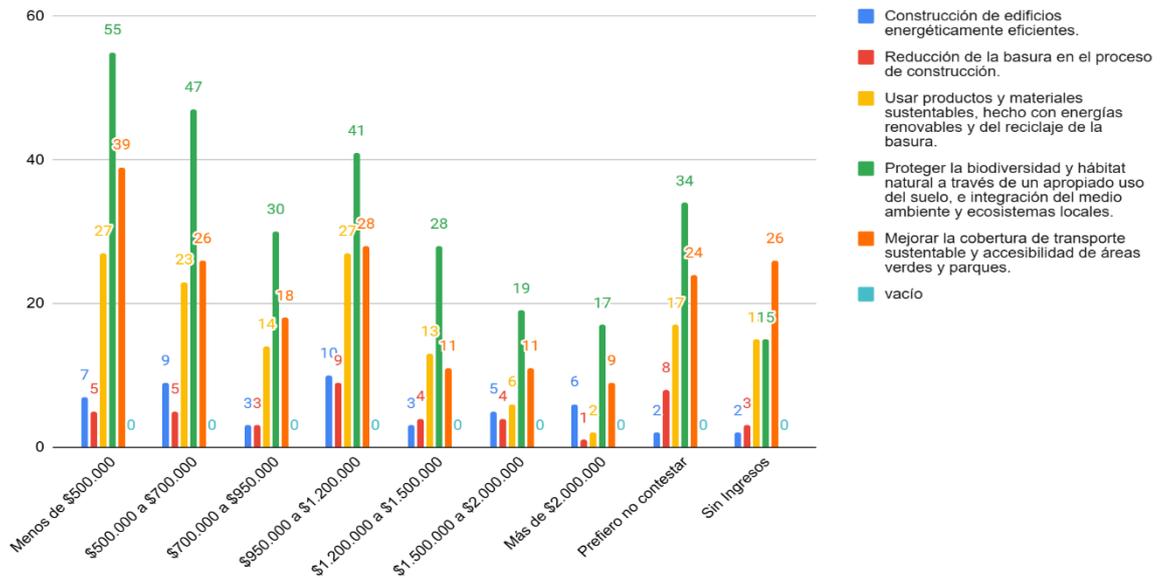
GÉNERO:

Pregunta 22 - Género



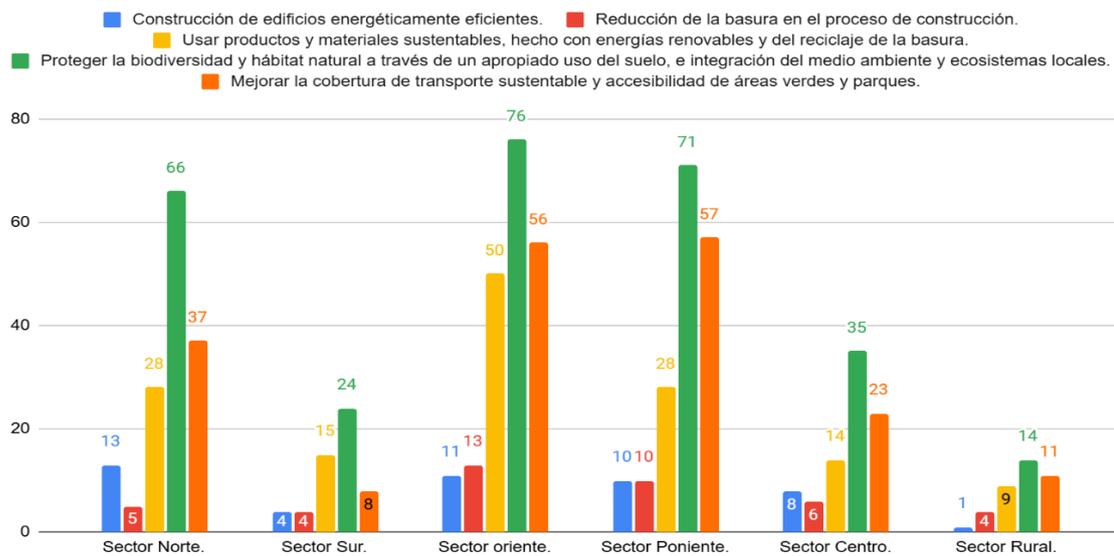
INGRESOS ECONÓMICOS:

Pregunta 22 - Ingresos Económicos



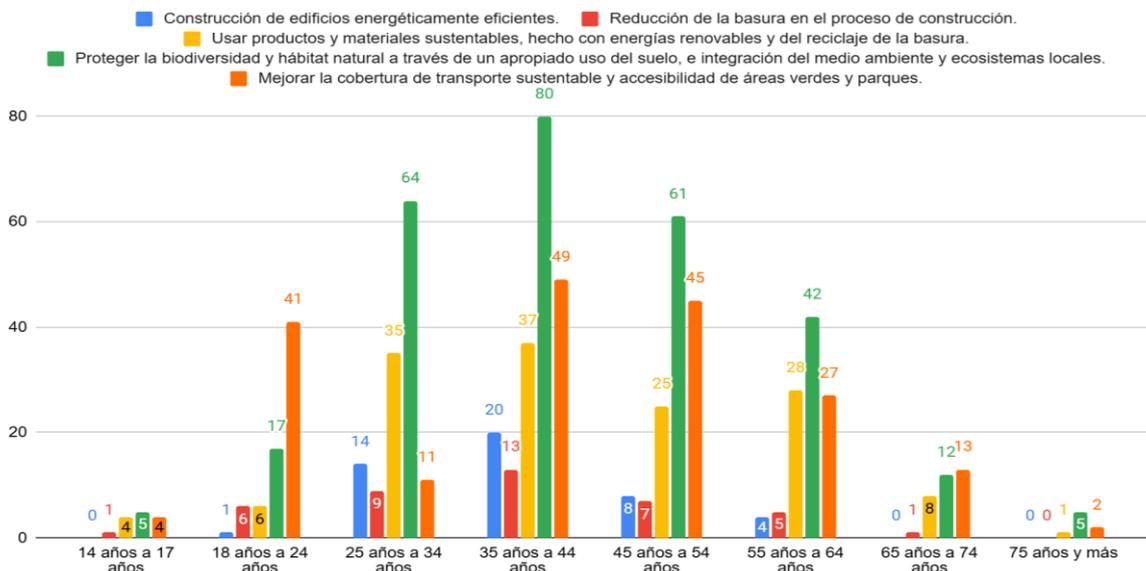
SECTOR:

Pregunta 22 - Sector



EDAD:

Pregunta 22 - Edad

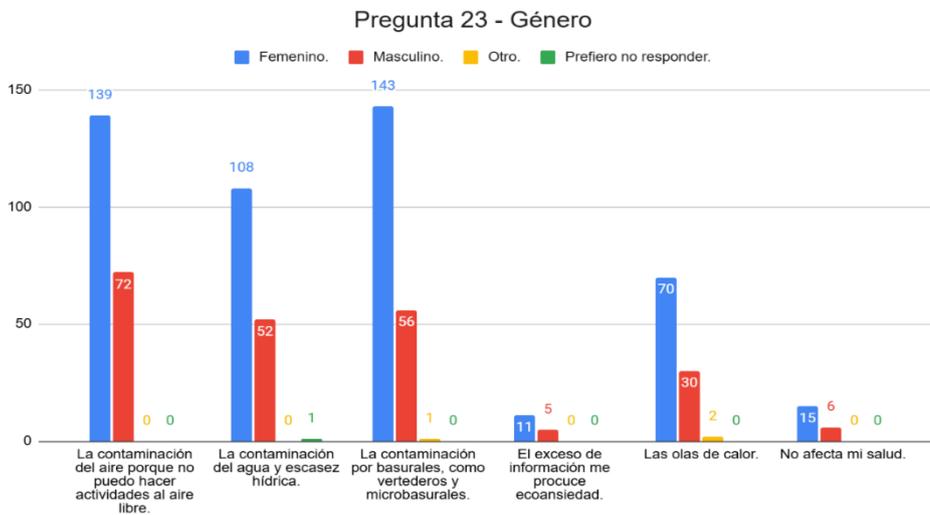


23.- En relación con su salud personal ¿Qué le afecta más de la crisis climática?

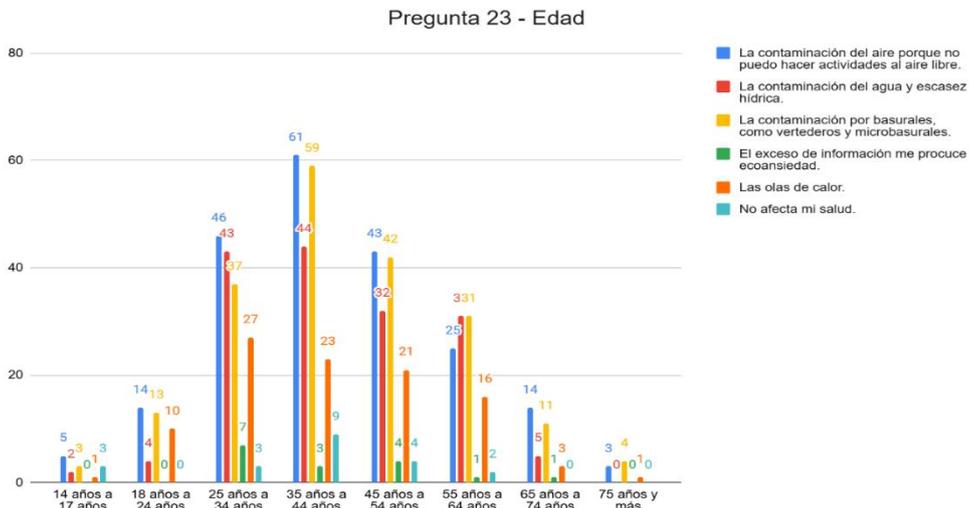
dentro de las afectaciones del cambio climático se encuentra el bienestar personal, una de las opciones, la ciudadanía considera con un 29,7% que la contaminación del aire les afecta directamente ya que no permite realizar actividad física al aire libre; también, en el sector oriente resalta la alta respuesta a la opción que tiene relación a la existencia de microbasurales considerándolo un efecto perjudicial para su bienestar.



GENERO:

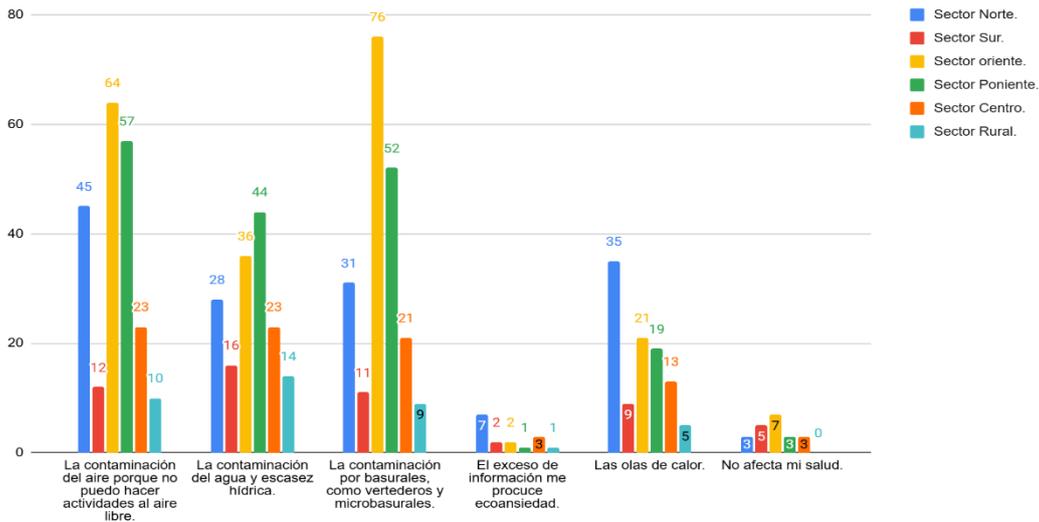


EDAD:



SECTOR:

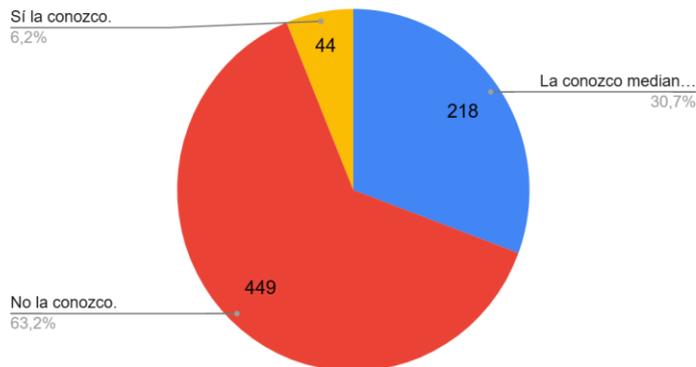
Pregunta 23 - Sector



24.- ¿Usted conoce la normativa ambiental vigente en la comuna de Rancagua?

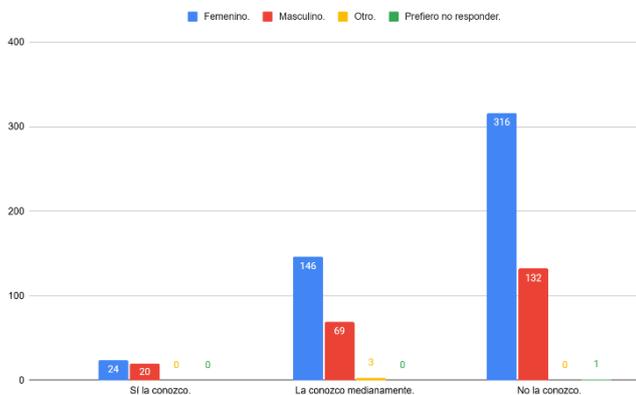
Sobre el conocimiento de normativas ambientales, en la comuna un 63,2% dice no conocerla siendo transversal esta opción en términos de género y sectores de la comuna.

¿Usted conoce la normativa ambiental vigente en la comuna de Rancagua?



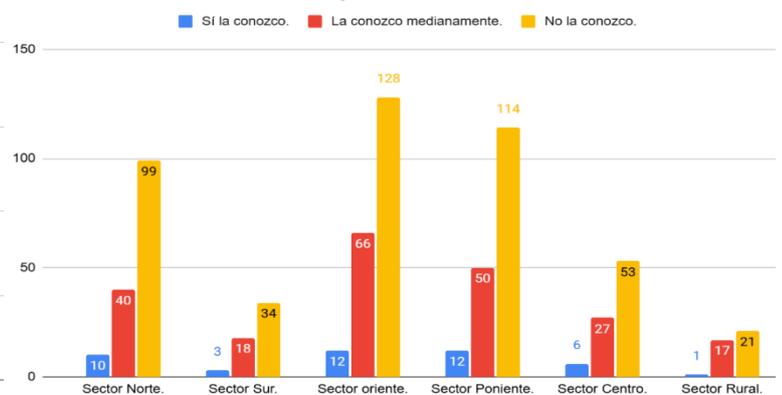
GÉNERO:

Pregunta 24 - Género



SECTOR:

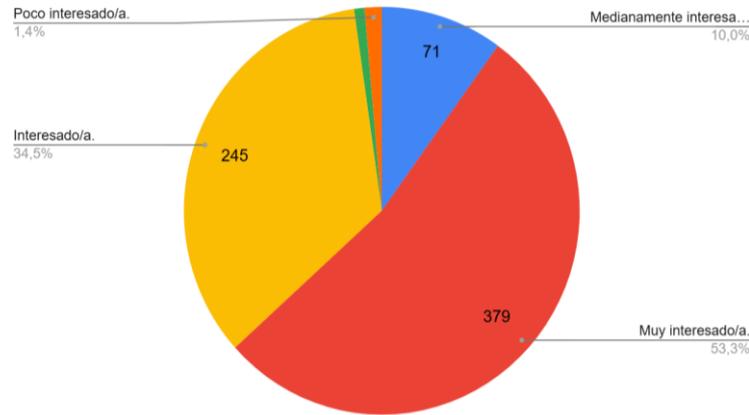
Pregunta 24 - Sector



25.- ¿Qué tan interesado/a se encuentra usted en la conservación del ambiente?

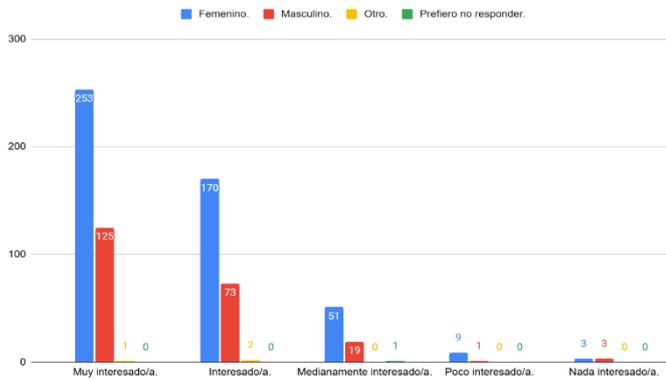
En cuanto al interés de la comuna en temáticas de conservación ambiental, un 53,3% se muestra muy interesado, destacando esta opción por unanimidad en todos los sectores de Rancagua

¿Qué tan interesado/a se encuentra usted en la conservación del ambiente?



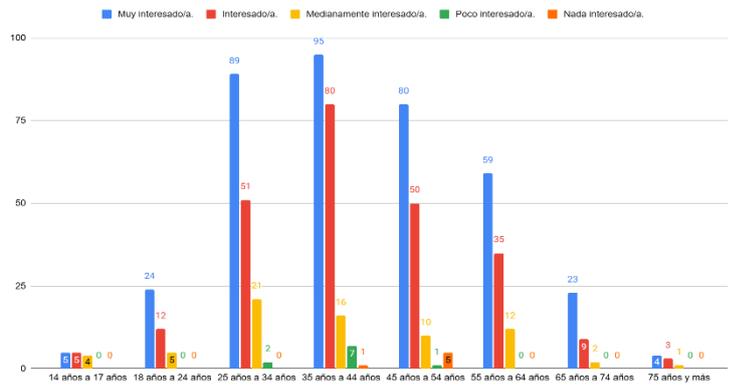
GÉNERO:

Pregunta 25 - Género



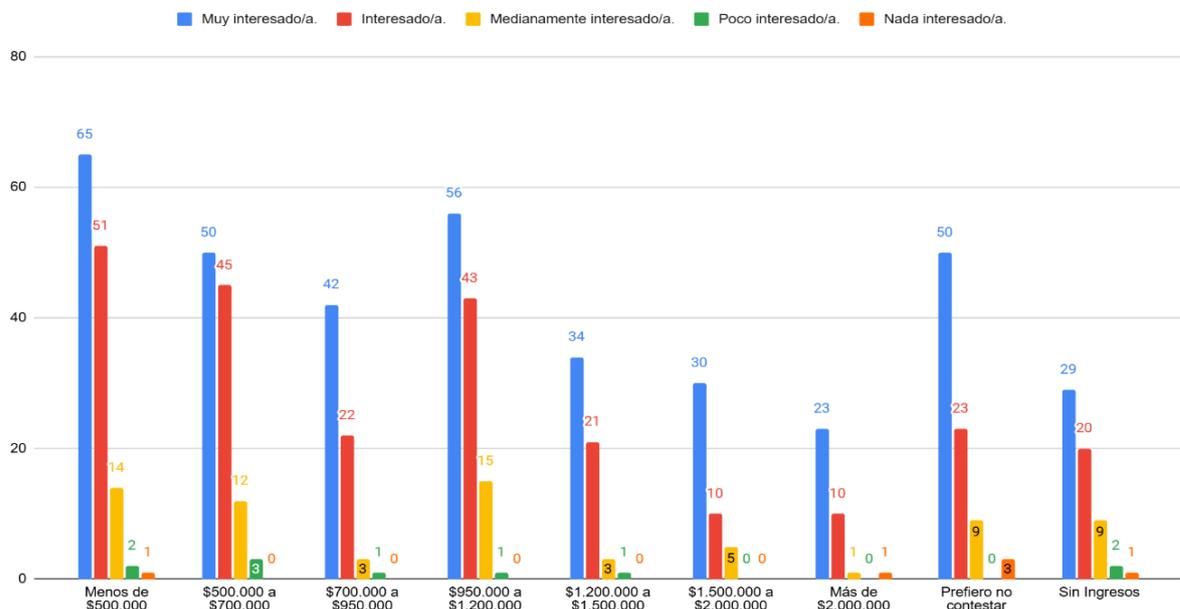
EDAD:

Pregunta 25 - Edad



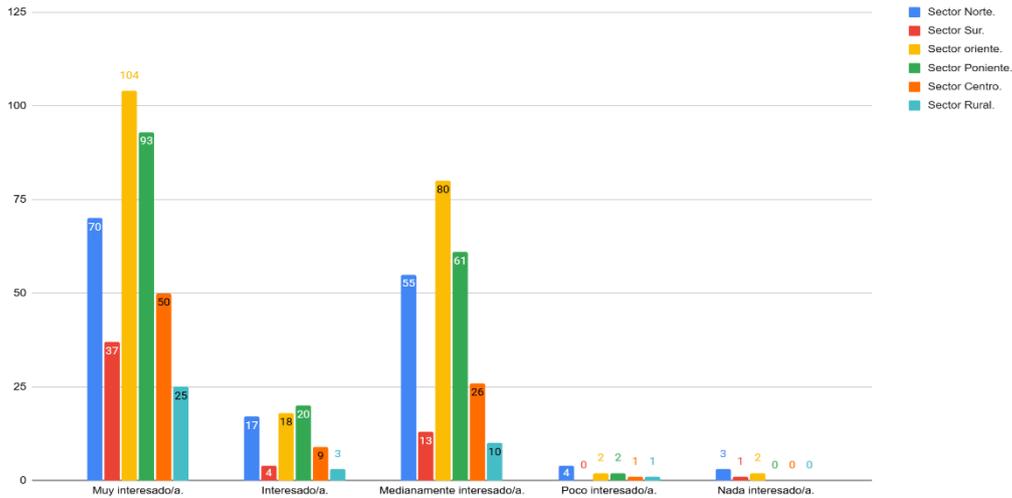
INGRESOS ECONÓMICOS:

Pregunta 25 - Ingresos Económicos



SECTOR:

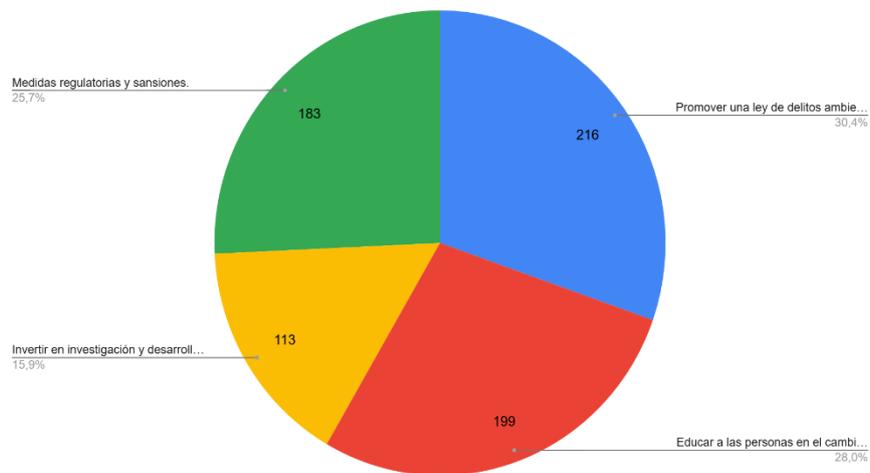
Pregunta 25 - Sector



26.- Según su visión ¿Cómo la Municipalidad de Rancagua podría enfrentar los problemas de contaminación a corto plazo?

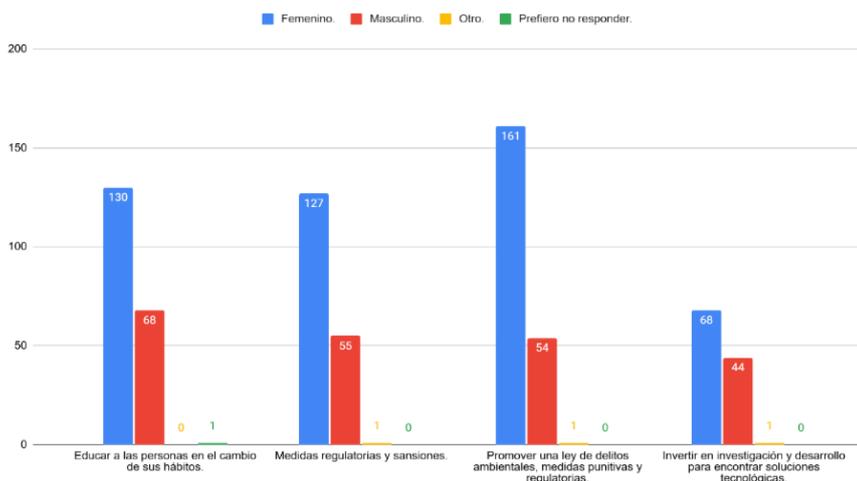
En base a los resultados que arrojó esta encuesta, un 30,4% de la muestra encuestada cree que promover una ley de delitos ambientales puede ayudar a enfrentar problemas de contaminación, sin embargo, dentro de la población masculina, la opción que tuvo más adhesión fue la de “educar a las personas en el cambio de sus hábitos”. adicional a esto, se puede apreciar que la población de 25 años a 44 años se inclina por medidas de tipo regulatorias/normativas en materia de contaminación.

Según su visión ¿Cómo la Municipalidad de Rancagua podría enfrentar los problemas de contaminación a corto plazo?



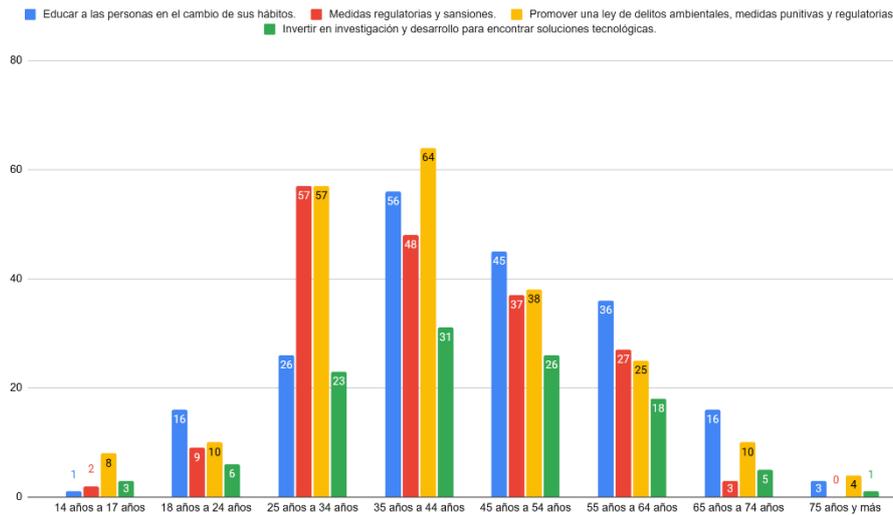
GÉNERO:

Pregunta 26 - Género



Pregunta 26 - Edad

EDAD:

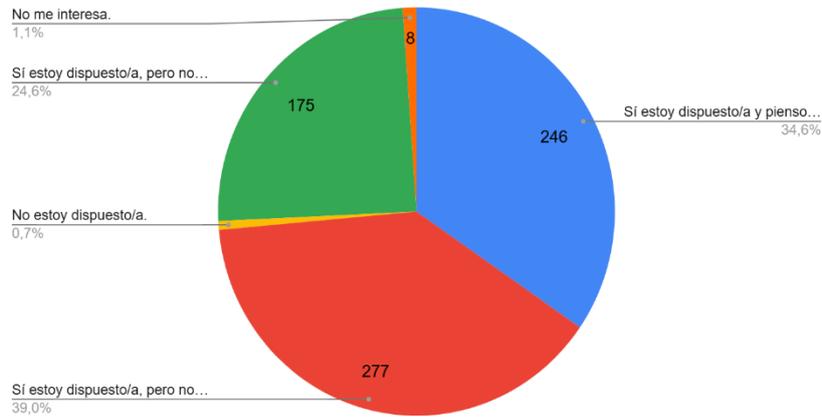


27.- Una vivienda eficiente energéticamente permite ahorrar energía y costos al presupuesto familiar. ¿Usted estaría dispuesta/o a invertir y/o postular a subsidios de mejoramiento térmico que promueve el Estado?

Entre los resultados, se observa la intencionalidad de la ciudadanía en transitar a una vivienda energéticamente sustentable, sin embargo, temas como el costo o el cómo hacerlo se vuelven un determinante para esta transición.

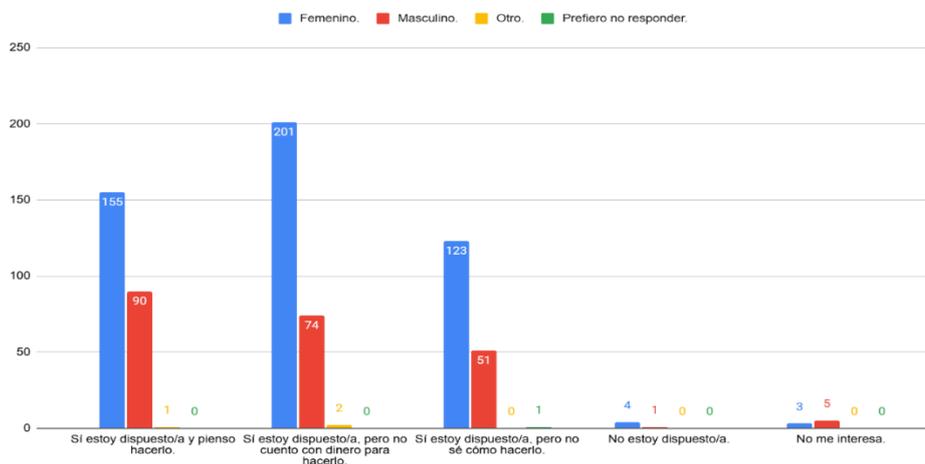
En términos de género, se puede apreciar que, en la mayoría de los varones, están dispuesto a hacerlo y lo harán; a diferencia de las damas, tienen el impedimento monetario para transformar su vivienda a una eficiente energéticamente.

Una vivienda eficiente energéticamente permite ahorrar energía y costos al presupuesto familiar. ¿Usted estaría dispuesto/a a invertir y/o postular a subsidios de mejoramiento térmico que promueve el Estado?



GÉNERO:

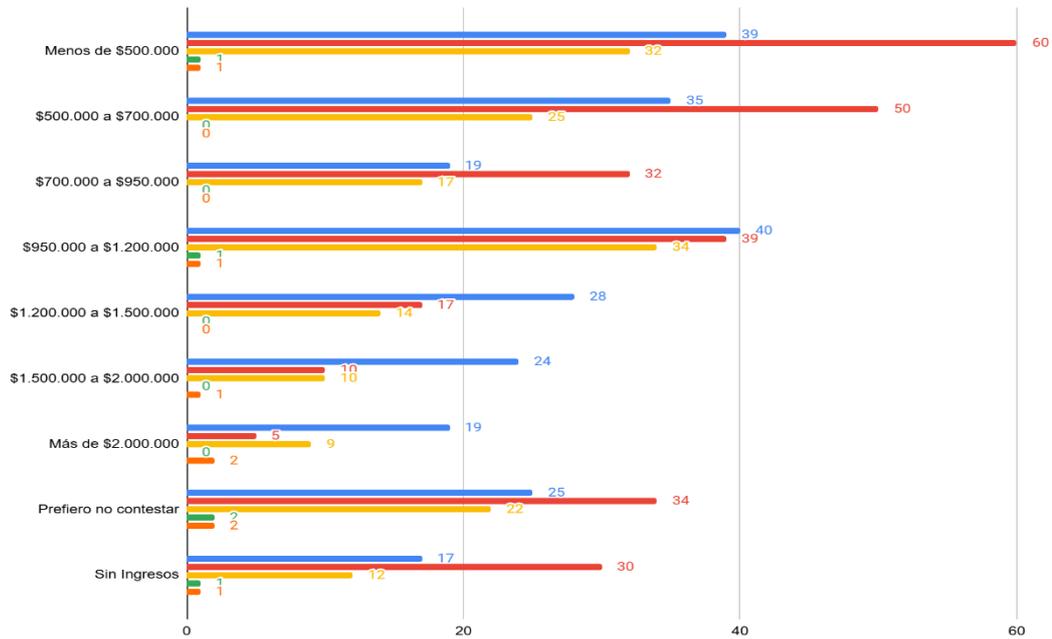
Pregunta 27 - Género



INGRESOS ECONÓMICOS:

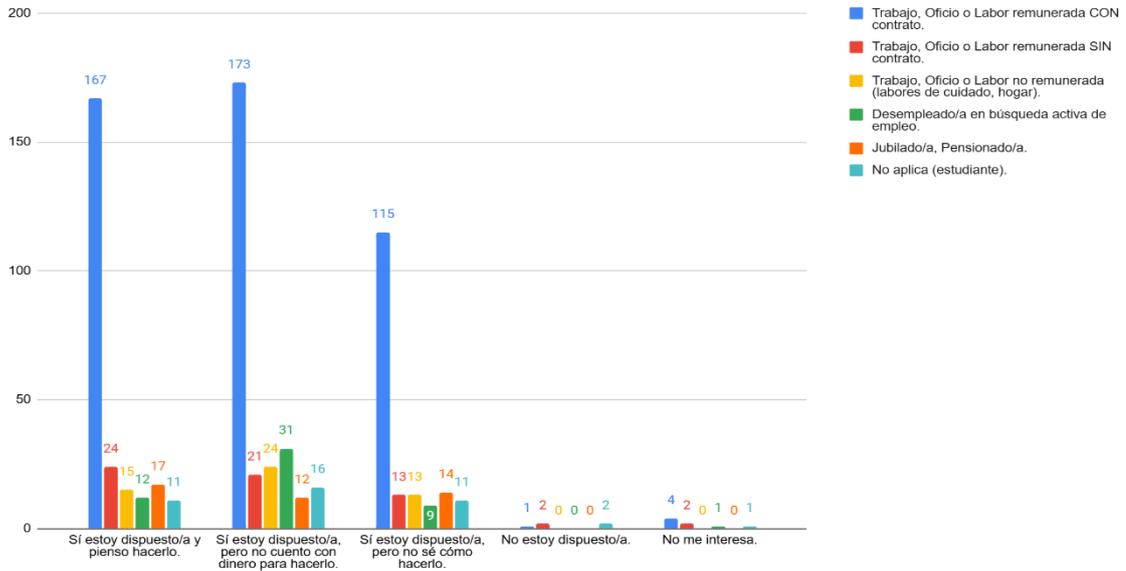
Pregunta 27- Ingresos Económicos

■ Sí estoy dispuesto/a y pienso hacerlo.
 ■ Sí estoy dispuesto/a, pero no cuento con dinero para hacerlo.
 ■ Sí estoy dispuesto/a, pero no sé cómo hacerlo.
 ■ No estoy dispuesto/a.
 ■ No me interesa.



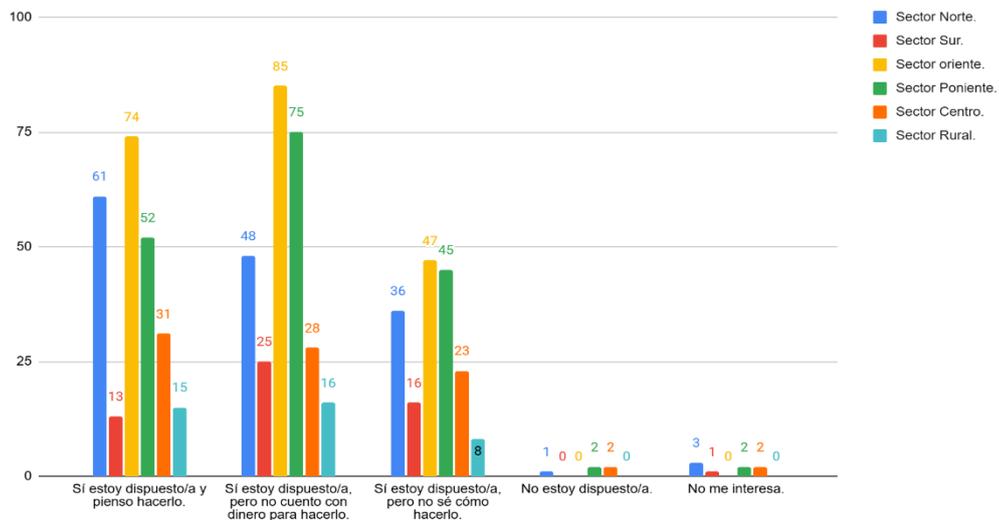
SITUACIÓN LABORAL:

Pregunta 27 - Situación Laboral



SECTOR:

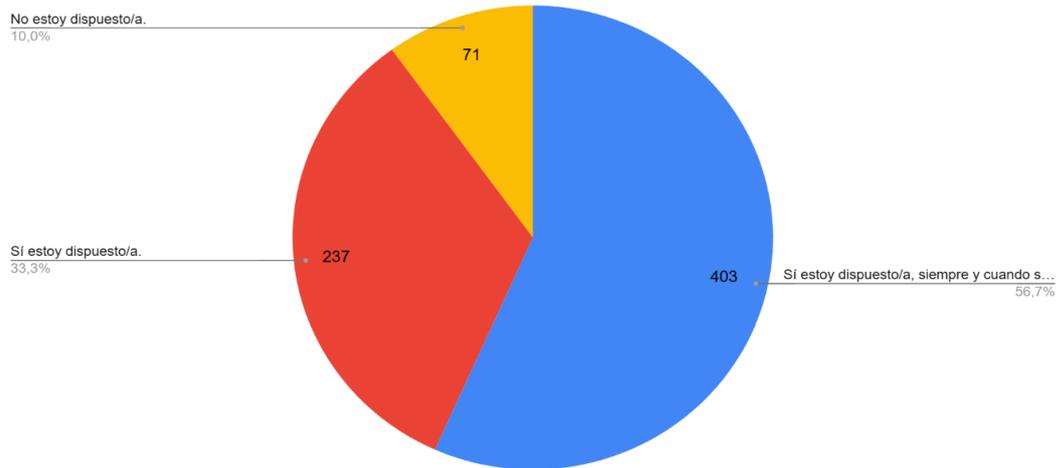
Pregunta 27 - Sector



28.- Entendiendo el uso del vehículo particular como uno de los más contaminantes, y considerando que en el Damero Central existen aproximadamente 60 playas de estacionamientos, ¿usted estaría dispuesta/o a utilizar el transporte público como una forma más sustentable de desplazamiento?

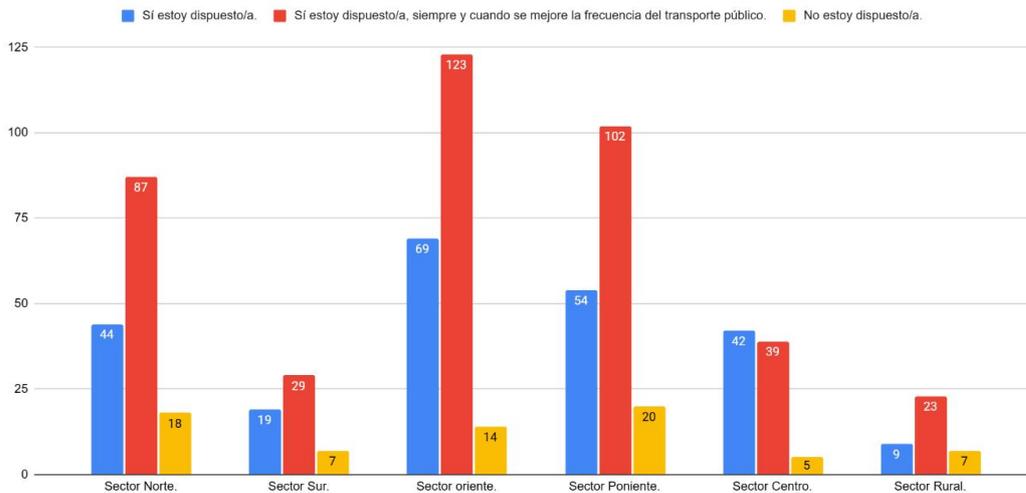
Un 90% de la muestra encuestada dice estar dispuesta a usar transporte público, no obstante, un 56,7% se inclina por una condicionante, mejorar la frecuencia del transporte público de la comuna; en esta alternativa se destaca el grupo que percibe ingresos menores a \$500.000 y el sector oriente de la comuna.

Entendiendo el uso del vehículo particular como uno de los más contaminantes, y considerando que en el Damero Central existen aproximadamente 60 playas de estacionamientos, ¿usted estaría dispuesto/a a utilizar el transporte público como una forma más sustentable de desplazamiento?



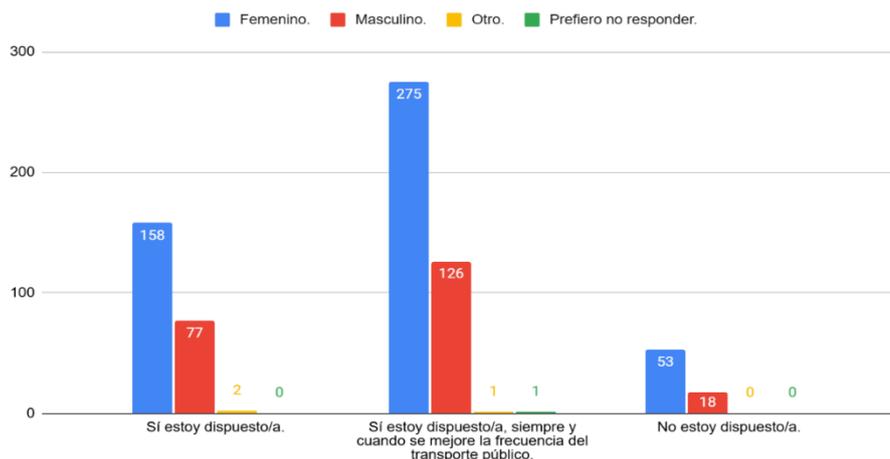
SECTOR:

Pregunta 28 - Sector



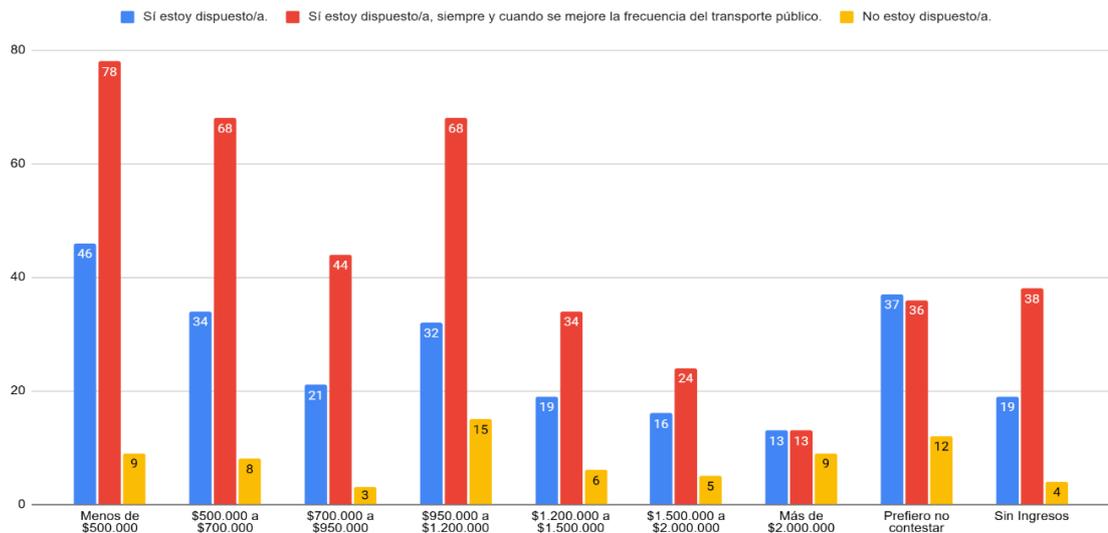
GÉNERO:

Pregunta 28 - Género



INGRESOS ECONÓMICOS:

Pregunta 28 - Ingresos Económicos



En conclusión, los resultados reflejan una conciencia significativa de la problemática climática y una predisposición hacia la adopción de medidas de mitigación, con preferencia hacia el reciclaje, el aumento de áreas verdes, y la preparación ante emergencias climáticas. Sin embargo, el desconocimiento de las políticas ambientales y la percepción de vulnerabilidad revelan desafíos en términos de comunicación y participación ciudadana en las estrategias del municipio para enfrentar el cambio climático.

ANEXO 2

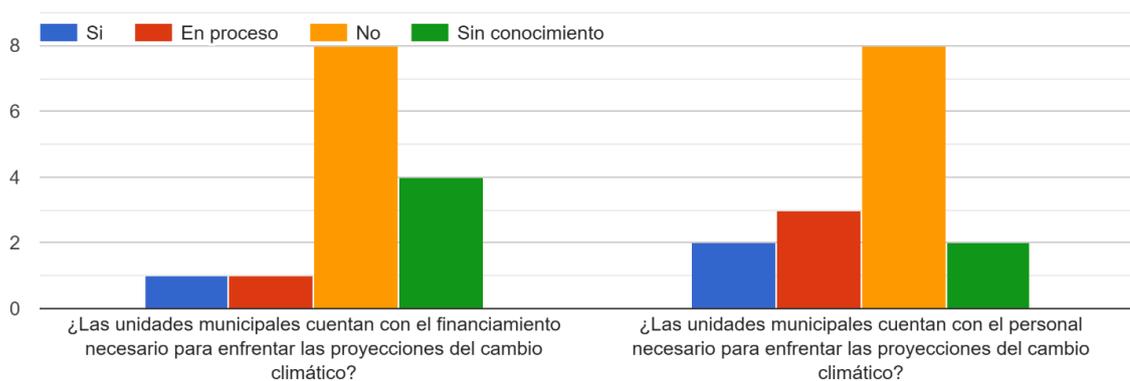
ENCUESTA: CRITERIO DE EVALUACIÓN DE CAPACIDADES DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

La Ley Marco de Cambio Climático (LMCC) publicada en junio de 2022, es uno de los logros más grandes y recientes en materia legislativa sobre Cambio Climático. Esta ley crea un marco jurídico para que el país pueda enfrentar el cambio climático en materia de mitigación y adaptación y así dar cumplimiento a sus compromisos internacionales asumidos en el Acuerdo de París, que persigue limitar el aumento de la temperatura global del planeta.

Para esto establece una meta nacional que propone alcanzar la neutralidad de carbono a más tardar el 2050, y adaptarse al cambio climático, reduciendo la vulnerabilidad y aumentando la resiliencia a los efectos adversos del cambio climático.

En esta misma línea se les solicita a los Municipios la elaboración y ejecución de Planes de acción del cambio climático comunal (PACCC). En relación con la comuna, y por esto mismo, se necesita realizar una evaluación de las capacidades adaptativas que presenta la Municipalidad de Rancagua en torno al cambio climático, dando como resultado el primer diagnóstico institucional respecto a esta temática. Dicha información será de vital importancia para orientar futuras planificaciones de los distintos instrumentos de gestión que tiene el municipio.

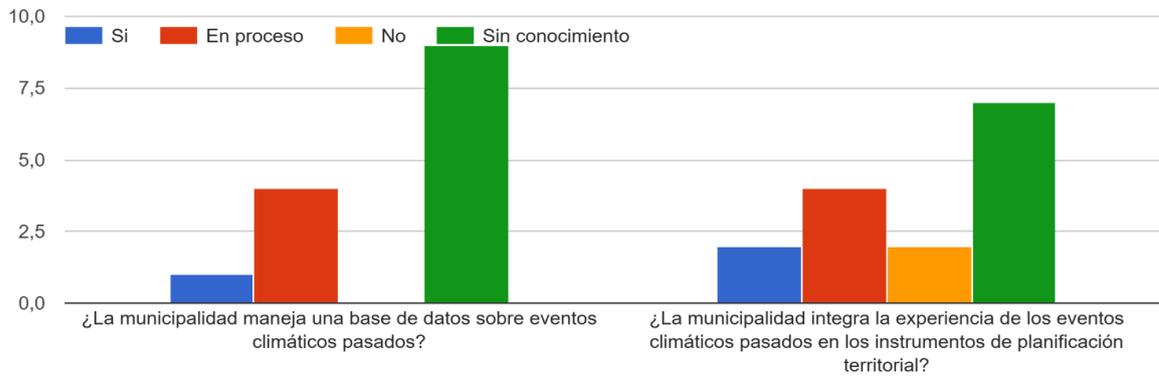
Criterio: Capacidad de las unidades municipales para adaptarse a impactos



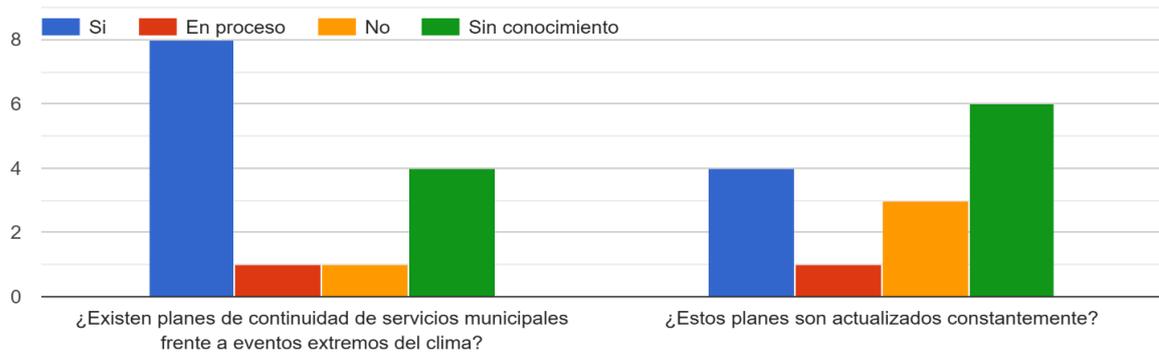
Como observaciones a los Criterio: Capacidad de las unidades municipales para adaptarse a impactos se identifican las siguientes:

- Corresponden a financiamiento destinados a cada unidad, pero sin visión de Cambio climático
- Se redujo equipo DGA que veía parte de la materia.
- El personal no se considera prioridad.
- Estamos en proceso de transición.
- El Depto. de Gestión del Riesgo de Desastres cuenta con personal profesional enfocado en la fase de mitigación y prevención realizando modelos predictivos en Cambio Climático (modelo de Inundación, escenarios de peligros) pero aun así se requiere contar con más personal para enfrentar las proyecciones del cambio climático.

Criterio: Conocimiento de los impactos



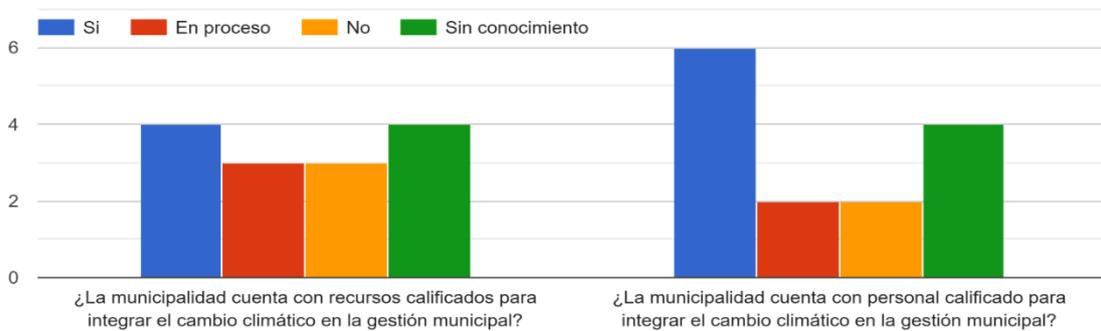
Criterio: Estado de los servicios municipales ante desastres



Como observaciones a los Criterio: Estado de los servicios municipales ante desastres se identifican la siguiente:

- El Depto. de Gestión del Riesgo de Desastres por Ley 21.364 cuenta con Plan Comunal de Emergencia y sus anexos y Plan de Reducción del Riesgo de Desastres (aprobados técnicamente y decretados).

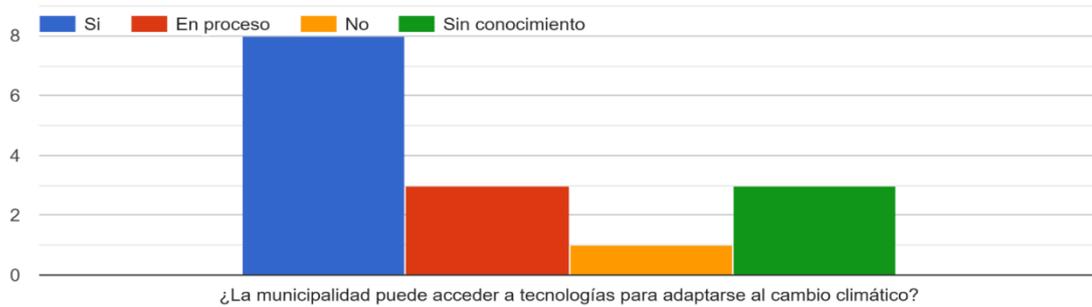
Criterio: Recursos económicos



Como observaciones a los Criterio: Recursos económicos se identifican la siguiente:

- La Municipalidad no cuenta en su totalidad para integrar el cambio climático, debido a que muchos recursos se deben gestionar a través de proyectos con financiamiento externo.

Criterio: Acceso a tecnologías



Como observaciones a los Criterio: Criterio: Acceso a tecnologías se identifica la siguiente:

- En Municipio se observa una brecha para poder adaptarse al cambio climático, debido a resistencia por parte del personal y los recursos económicos disponibles.

Criterio: Relación entre municipalidad y otros actores Acceso a tecnologías

