



ESCUELA DE MEDICINA
FACULTAD DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE SALUD PÚBLICA

“Situación de salud en habitantes de la Comuna de Coronel asociado a determinantes de salud”

INFORME FINAL

(Versión 3)

12 de mayo de 2022

ÍNDICE GENERAL

Contenido

ÍNDICE GENERAL.....	2
1. RESUMEN EJECUTIVO	7
2. EQUIPO INVESTIGADOR Y SUS FUNCIONES.....	10
3. INTRODUCCIÓN	13
3.1 Diagnóstico del Problema/ Antecedentes generales	13
3.1.1 Localización del área de estudio y características sociodemográficas	13
3.1.2 Perfil epidemiológico Región del Bio-bío, periodo 2016-2017	15
3.1.3 Aspectos productivos de la Región de Bio-bio y Comuna de Coronel	16
3.2 Determinantes ambientales de la Comuna de Coronel	18
3.2.1 Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)	19
3.2.2 Calidad de agua	20
3.2.3 Calidad del aire	22
3.3 Definición del problema a estudiar	24
3.4 Objetivos.....	26
3.4.1 Objetivo General.....	26
3.4.2 Objetivos Específicos	26
4. INFORME DE APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA.....	27
4.1 Elaboración de Consentimiento Informado	27
4.2 Presentación a los Comités de Ética correspondientes	27
5. METODOS Y DISEÑO MUESTRAL	28
5.1 Descripción del estudio	28
5.2 Tipo de diseño muestral	28
5.3 Marco Muestral	29
5.4. Tamaño de la Muestra.....	31
5.5 Escenarios Muestrales	32
5.6 Factores de expansión	35
5.7 Descripción del muestreo multietápico en la encuesta de hogares	36
5.8 Justificación del tamaño de la muestra y pilotaje del estudio	38
5.9 Población objetivo y muestra	39
5.10 Instrumentos de Recolección de Información	40
5.11 Análisis de datos	45
5.12 Ajustes al cronograma incluido en el primer informe.....	46
6. PLANIFICACIÓN DE TERRENO AJUSTADO Y SU PLAN DE SUPERVISIÓN	46
6.1 Planificación de terreno	46
6.1.1 Contacto de los Entrevistados y Recolección de Datos.....	46

6.1.2 Selección de equipo de terreno	47
6.1.3 Capacitación y Manual de Trabajo de Campo.....	48
6.1.4 Supervisión del Trabajo de Campo.....	48
6.1.5 Toma de muestras biológicas, supervisión y logística en laboratorios.....	51
6.2 Flujo para la entrega de resultados y exámenes.....	54
6.2.1 Entrega de resultados individuales y datos agregados.....	54
7. ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS Y SU PLAN DE VALIDACIÓN	55
8. ENTREGA DE REPORTES INDIVIDUALES Y DIFUSION A LA COMUNIDAD DE CORONEL	57
8.1 Reporte de consejería en alerta inmediata y quincenal	57
8.2 Difusión comunitaria	61
9. RESULTADOS.....	62
8.1 Trabajo de terreno realizado.....	62
8.2 Caracterización epidemiológica de la población adulta de la Comuna de Coronel	63
8.3 Mapas de distribución de casos de enfermedades más relevantes y exposición a metales	78
8.4 Asociaciones entre indicadores de salud y variables de interés en la Comuna de Coronel	89
10. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	100
11. RECOMENDACIONES Y BRECHAS.....	112
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Equipo de Coronel.....	10
Tabla 2. Características sociodemográficas de Chile, Región del Bío Bío y la Comuna de Coronel, año 2017.	15
Tabla 3. Características del estado de salud en Chile, Región del Bío-Bío, año 2016 - 2017	16
Tabla 4. Rubros de establecimientos con declaración de emisiones y transferencia de contaminantes año 2016 Comuna de Coronel.....	19
Tabla 5. Resumen de emisiones y transferencia de contaminantes año 2016 Comuna de Coronel	20
Tabla 6. Resumen de resultados de la calidad del agua potable-2020 2021	20
Tabla 7. Resumen de resultados de los parámetros analizados del agua potable-durante enero 2020 y junio 2021.....	21
Tabla 8. Estaciones de monitoreo calidad del aire Comuna de Coronel.....	22
Tabla 9. Resumen de los parámetros de estaciones de monitoreo calidad del aire Comuna de Coronel – Parte 1	23
Tabla 10. Resumen de los parámetros Estaciones de monitoreo calidad del aire Comuna de	

Coronel – Parte 2	23
Tabla 11. Resumen de los parámetros Estaciones de monitoreo calidad del aire Comuna de Coronel – Parte 3	24
Tabla 12. Resumen de los parámetros Estaciones de monitoreo calidad del aire Comuna de Coronel – Parte 4	24
Tabla 13. Distribución de la Población objetivo según Estrato	29
Tabla 14. Distribución de la Población objetivo según Estrato	29
Tabla 15. Parámetros utilizados para definir el tamaño muestral	32
Tabla 16. Tamaño de la muestra objetivo	32
Tabla 17. Error muestral absoluto	33
Tabla 18. Error muestral relativo	33
Tabla 19. Error muestral absoluto	33
Tabla 20. Error muestral absoluto	34
Tabla 21. Tamaño de muestra Escenario 1 según prevalencia de Arsénico Inorgánico alterado (10%) (Estudio Metales Antofagasta 2018)	34
Tabla 22. Tamaño de muestra Escenario 2 según prevalencia de sospecha de diabetes (definición ENS)	34
Tabla 23. Tamaño de muestra Escenario 3 según prevalencia de flujometría alterada de la Cohorte MAUCO	35
Tabla 24. Efectos a medir y sus correspondientes mediciones	40
Tabla 25. Operacionalizaciones variables	42
Tabla 26. Matriz de Indicadores de Proceso del estudio Coronel 2021	49
Tabla 27. Efectos a medir y sus correspondientes mediciones	53
Tabla 28. Puntos de corte para resultados de exámenes de laboratorio	59
Tabla 29.. Puntos de corte para resultados de exámenes de metales	59
Tabla 30. Equipo de trabajo participante en la consejería	59
Tabla 31. Reporte de consejería en alerta inmediata y quincenal	61
Tabla 32. Muestra expandida y población que representa de participantes adultos de Coronel por estratos de edad y según sexo, año 2021.	62
Tabla 33. Características sociodemográficas de habitantes de Coronel según sexo, año 2021	63
Tabla 34. Caracterización de estilos de vida de adultos habitantes de Coronel según sexo, año 2021	65
Tabla 35. Riesgo de exposición según proximidad a diversas fuentes en adultos habitantes de Coronel según sexo, año 2021	66
Tabla 36. Autoreporte de salud en adultos habitantes de Coronel según sexo, año 2021 .	71
Tabla 37. Descripción de parámetros de laboratorio y prevalencias de indicadores metabólicos en adultos habitantes de la Comuna de Coronel según sexo, año 2021	73

Tabla 38. Concentración y distribución de metales (oides) en adultos habitantes de Coronel según sexo y edad, año 2021.....	76
Tabla 39. Distribución de nivel de metales/metaloide en adultos, de acuerdo a Límite de Detección (LOD) y referencia del MINSAL según sexo, año 2021.....	77
Tabla 40. Concentración y distribución de metales (oides) sobre el límite de detección en adultos habitantes de Coronel según sexo y edad, año 2021.....	78
Tabla 41. Modelo multivariado que indica asociaciones entre sospecha de diabetes y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021.....	89
Tabla 42. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos del Flujo Espiratorio Máximo y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021.	90
Tabla 43. Modelo multivariado que indica asociaciones entre autoreporte de Hipertensión Arterial y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021.	91
Tabla 44. Modelo multivariado que indica asociaciones entre autoreporte de alteraciones en salud mental y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021 n=1062 participantes).....	91
Tabla 45. Modelo multivariado que indica asociaciones entre autoreporte de diabetes y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021.....	92
Tabla 46. Modelo multivariado que indica asociaciones entre autoreporte de enfermedades respiratorias crónicas y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021.	93
Tabla 47. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos en la concentración de Arsénico Inorgánico en orina y condiciones biológicas, sociales y ambientales, considera proximidad a minería del carbón, Coronel 2021	94
Tabla 48. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos en la concentración de Arsénico Inorgánico en orina y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021.....	95
Tabla 49. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos en la concentración de Plomo en sangre y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021	96
Tabla 50. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos en la concentración de Plomo en sangre y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021	97
Tabla 51. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos en la concentración de Plomo en sangre y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021	98
Tabla 52. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos en la concentración de Plomo en sangre y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización Comuna de Coronel.....	14
Figura 2. Distribución de empresas y estaciones de monitoreo de calidad del aire.....	18
Figura 3. Sectorización manzanas muestreadas de la Comuna de Coronel, año 2021.....	37
Figura 4. Flujo empadronamiento, visita 1.....	38
Figura 5. Flujo personal de salud, visita 2.....	38
Figura 6. Sistema de alerta de consejería.....	57
Figura 7. Mapa de distribución de sexos de participantes empadronados n=1238	79
Figura 8. Distribución de principales fuentes emisoras	80
Figura 9. Distribución de participantes respecto a Autoreporte de hipertensión arterial ..	81
Figura 10. Distribución de participantes respecto a Autoreporte de diabetes.....	82
Figura 11. Distribución de participantes respecto a Autoreporte de enfermedad respiratoria	83
Figura 12. Distribución de participantes respecto a la medición del Flujo Espiratorio Máximo (FEM)	84
Figura 13. Distribución de participantes respecto a la concentración de plomo en sangre, según Límite de Detección y cuartiles	85
Figura 14. Distribución de participantes respecto a la concentración de plomo en sangre según punto de corte del Ministerio de Salud (MINSAL)	86
Figura 15. Distribución de participantes respecto a la concentración de arsénico inorgánico en orina según Límite de Detección y cuartiles.....	87
Figura 16. Distribución de participantes respecto a la concentración de arsénico inorgánico en orina según punto de corte del Ministerio de Salud (MINSAL).....	88
Figura 17. Modelo de Determinantes Sociales de la Salud (OMS, 2009).....	100
Figura 18. Síntesis de las principales enfermedades crónicas y factores de riesgo en personas adultas de la comuna de Coronel	106

1. RESUMEN EJECUTIVO

Antecedentes: La preocupación comunitaria de los habitantes de la comuna de Coronel vinculada a las exposiciones ambientales pasadas y actuales ha determinado que el Ministerio de Salud (MINSAL) y su Secretaría Regional Bío-Bío, decidieran realizar un estudio de salud poblacional para orientar sus acciones.

Objetivos: Conocer la prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles y sus determinantes psicosociales, conductuales y biológicos, a través de mediciones como cuestionarios y exámenes de laboratorio, en una muestra representativa de la Comuna de Coronel. Entre los objetivos específicos destacan: Identificar factores de riesgo asociados a entorno residencial y de vivienda; identificar factores de riesgo asociados a trayectoria laboral; evaluar la función pulmonar de los participantes y conocer la prevalencia de metales arsénico y plomo, según sexo, edad y nivel educacional, a través de exámenes toxicológicos.

Metodología: Se realizó un estudio epidemiológico-ambiental de corte transversal, en personas mayores de 18 años con al menos 5 años de residencia permanente en la comuna de Coronel. El tamaño de la muestra propuesto fue de 1.152 participantes. La muestra propuesta fue multietápica, probabilística en todas las etapas de selección, de conglomerados, basada en viviendas particulares, con distribución no proporcional a la distribución de la población en los estratos del área de estudio. La estratificación fue geográfica, distinguiéndose dos estratos, según la exposición de la población a fuentes contaminantes fijas o móviles. Se realizó el empadronamiento utilizando el método Kish para identificar potenciales participantes. Una vez seleccionado y contactado, a cada participante se le explicó el proyecto y se le solicitó firmar el consentimiento informado. Posteriormente se aplicaron los instrumentos de estudio en el hogar del participante, cumpliendo todas las medidas sanitarias en el contexto de la pandemia SARS-COV-2. A cada uno, se le aplicó la encuesta, se le tomaron las muestras de sangre y orina, las pruebas de condición física y de función pulmonar (Peak flow). Las muestras biológicas en sangre consideraron perfil hepático, lipídico, hemograma y glicemia en ayunas, creatinuria y determinación de plomo en sangre y arsénico inorgánico en orina. Las determinaciones se realizaron en el Laboratorio Arauco, a excepción de los niveles de plomo en sangre y arsénico inorgánico en orina que se realizaron en el Laboratorio DICTUC. Una vez finalizado el estudio, todos los participantes recibieron mediante carta certificada o correo electrónico los resultados de sus exámenes.

Resultados: La muestra final del estudio fue de 1.238 participantes, que representan a un total de 84.460 personas en Coronel. El 36,8% es hombre y 63,2% es mujer. El promedio de edad de los participantes fue de 45,1 años, el 91,1% se considera chileno/latino. El 40,2% de los participantes tiene entre 9-12 años de estudio. El 25,5% tiene un ingreso líquido mensual menor a \$65.000 y el 12,4% tiene un ingreso de \$451.000 a \$650.000, en relación a esta variable hay diferencia estadísticamente significativa (valor $p < 0,001$) entre hombres y mujeres. La previsión de salud con mayor porcentaje fue el sistema público con un 87,7%.

En cuanto a los estilos de vida, la población adulta estudiada señala en tabaquismo que un 43% (534) nunca ha fumado, de los que han fumado alguna vez, un 48,6% (n=366) es ex fumador, un 51,4% (n= 338) es fumador activo; se destaca que han sido fumadores pasivos en la infancia un

55,6% de la población, mientras que los fumadores pasivos en la adultez alcanzan a 40,2% de los participantes. Destaca la exposición a relacionada a ocupaciones de riesgo, especialmente vinculada a la minería o fundiciones la que fue reportada por un 8,8% de los participantes, con diferencias por sexos, llegando al 20% en la población masculina. Respecto a exposiciones específicas, el 32,7% de los hombres reportan haberse expuesto a vapores de soldadura, el 30,6% a carbón o coque, y el 14,7% a sílice. En las mujeres, las principales exposiciones corresponden en un 15,1% a carbón y un 7,1% a hollín. Es de interés también mencionar que el 8,4% de la población vive a menos de 500 metros del puerto de Coronel; mientras que el 25,6% vive a menos de 500 metros de fuentes fijas, entre las que se incluyen las zonas industriales y termoeléctricas. Destaca que el 79,3% de las personas viven a menos de 500 metros de una ruta con alto tráfico vehicular. El 95,9% de la población usa gas licuado para cocinar. En relación al combustible para calefaccionar, un 73,7% de la población utiliza leña o aserrín; solo un 16,6% usa electricidad o parafina (7,3%). Realizan actividad laboral en la vivienda un 18,4% de los participantes.

En la población adulta de Coronel, durante el año 2021, se estableció de acuerdo a el auto reporte que el 12,8% de la población presenta sospecha de diabetes, que corresponde a una enfermedad metabólica de gran relevancia. Su prevalencia fue mayor en mujeres, (15,2%), mientras los hombres en un 10,3%. El 23,6% señala tener Hipertensión Arterial (HTA), siendo menor en mujeres 22,7%, que en hombres 24,7%. Hipertensión y diabetes se encuentran entre las patologías de mayor prevalencia en la población estudiada, ambas patologías cuentan con programas específicos para su prevención y control de los sistemas públicos y privados de salud. Un 6,8% de la población estudiada señaló tener enfermedad cardíaca, siendo mayor en mujeres con un 7,9% que en hombres con un 5,7%.

En cuanto a la enfermedad respiratoria, un 11,8% señaló tenerla siendo mayor el porcentaje en mujeres 14,4%, que en hombres 8,9%. El 3,4% señala tener enfermedad renal, con un porcentaje mayor en mujeres de un 3,6%, presentándose en hombres con un 3,1%. Un 5,4% de la población estudiada señala tener enfermedad hepática, siendo mayor en mujeres con un 7,8%, en hombres fue de 2,8%. La enfermedad neurológica se presentó en un 2,3%, donde las mujeres presentan mayor prevalencia con un 2,9%, en comparación con los hombres que señalan tenerla en un 1,6%. En cuanto a cáncer, un 3,6% de los participantes señalan tenerlo, siendo las mujeres las que tienen mayor prevalencia con un 5,6 % versus los hombres con un 1,5%. Entre los indicadores de auto reporte llama la atención la prevalencia de enfermedad por salud mental con un 16,4 %, siendo mayor en mujeres con un 23,4% que en hombres 8,7%. Esta sería la enfermedad con mayor prevalencia en el listado de enfermedades estudiadas por el auto reporte. De acuerdo a estos resultados las mujeres serían las que tienen mayor prevalencia en todas las enfermedades crónicas consultadas excepto la hipertensión.

A nivel poblacional, en todas las personas residentes de la comuna de Coronel adultas y con más de 5 años en la misma comuna, se establece que los niveles de arsénico inorgánico en orina tienen un valor medio de 2,2 µg/L, sin diferencias según sexo. Similares indicadores para los niveles de plomo en sangre en personas adultas muestran valores inferiores a 1,2 µg/dL; se establece que el 95% de la población tiene valores menores a 3,7 µg/dL. Al usar el valor referencial del Ministerio de Salud, se establece que solo un 0,2% de las personas de Coronel tienen un valor superior a 35 µg/L para Arsénico Inorgánico y no hay personas que excedan los 10 µg/dL de plomo en sangre.

Discusión y conclusiones: En cuanto a sus características sociales, un alto porcentaje de la población tiene un ingreso líquido mensual menor al sueldo mínimo vigente en Chile, indicador en el que se debe poner atención. Notorias son las diferencias de ingreso y escolaridad (inferior a 12 años) que se observan en las mujeres en comparación a los hombres.

En cuanto a la caracterización de los estilos de vida, la alta prevalencia de tabaquismo activo, que sobrepasa el 50% de la población es mayor que lo medido en la última Encuesta Nacional de Salud (ENS).

En relación a los eventos de salud priorizados, en este estudio se confirmó la existencia de Factores de Riesgo, Factores Protectores y alta prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) en la población estudiada, según auto reporte y o exámenes de laboratorio. La prevalencia de sobrepeso/obesidad en la población de Coronel estudiada es alta y alcanzó un 76,0% siendo mayor que la reportada en la Región (75,40%) y en el país (71,60%) como la prevalencia de enfermedades respiratorias crónicas en la comuna de Coronel es alta (11,8%) en comparación a la prevalencia regional (5,40%) y mucho mayor a la prevalencia nacional (5,40%), lo que puede estar relacionado a la exposición a carbón y leña.

Dentro de los indicadores de exposición intradomiciliaria evaluados, es de interés el uso de combustibles fósiles para la preparación de alimentos y para calefaccionar. En este ámbito, gran parte de la población usa para cocinar gas licuado, sin riesgos adicionales para su salud. Sin embargo, para calefaccionar los hogares, un 73,7% de la población utiliza leña o aserrín, conformando un escenario de exposición dentro del hogar especialmente por MP 2,5 μ/m^3 , junto a otros compuestos orgánicos de interés en salud respiratoria y cardiovascular, especialmente para personas mayores, niños y niñas y mujeres embarazadas.

La prevalencia de consumo de pescados o mariscos al menos 2 veces a la semana, en la comuna de Coronel fue de 25,9%, siendo mayor que la prevalencia en la Región (13,80%) y mayor que la del país (9,20%), lo que puede ser un factor protector para las enfermedades cardiovasculares

Considerando los resultados obtenidos en Coronel no se observan niveles de plomo y arsénico que revistan el carácter de problema de salud pública de manera urgente

Finalmente, la población de la comuna de Coronel presenta problemáticas de salud de comunas urbanas, y donde además se observa un aumento de la prevalencia de enfermedades respiratorias, de problemas de salud mental, de exposición a factores de riesgo como leña, ruido, contaminantes, conformando escenarios de exposiciones que pudieran favorecer exposiciones a múltiples contaminantes, de manera simultánea y a bajas dosis de exposición.

2. EQUIPO INVESTIGADOR Y SUS FUNCIONES

El equipo de investigación estuvo conformado por profesionales de diversas disciplinas, varios de ellos parte del staff de académicos del Departamento de Salud Pública de la Pontificia Universidad Católica de Chile. También se integraron académicos de la Universidad de Concepción.

En la tabla siguiente se describen los miembros del equipo responsable (central y de terreno) indicando su formación profesional, funciones en el proyecto y cantidad de horas semanales dedicadas exclusivamente al estudio:

Tabla 1. Equipo de Coronel

Nombre	Formación profesional	Funciones en el proyecto	Hrs /sem
Equipo central			
Sandra Cortés Arancibia	Médico Veterinario Magíster en Ciencias Ambientales Doctor en Salud Pública Académico PUC	COORDINADORA GENERAL EPIDEMIÓLOGA AMBIENTAL Diseñar, coordinar, ejecutar todas las actividades relativas al estudio epidemiológico	22
Marisa Torres Hidalgo	Médico Cirujano Especialista en Parasitología Magíster en Salud Pública mención Epidemiología Académico PUC	EPIDEMIÓLOGA DE CAMPO Codirigir y coordinar actividades del trabajo de campo, especialmente elaboración de instrumentos para aseguramiento de calidad	11
Daniel Rebolledo Fuentes	Químico laboratorista. Magíster en Toxicología Magíster Medio Ambiente	Diseñar y supervisar implementación de las actividades relacionadas con Medio ambiente	11
Ericka Ahumada Padilla	Kinesióloga Magíster en Epidemiología	Coordinación del Trabajo de Campo- Salud	22
María José Ojeda Valenzuela	Estadística Magíster en Epidemiología ©	Coordinación y análisis estadístico de base de datos	22
Francisco de la Barrera	Magíster en Gestión Ambiental y	Definir áreas de muestreo	4

Nombre	Formación profesional	Funciones en el proyecto	Hrs /sem
Melgarejo	Planificación Territorial Doctor en Geografía	Analizar bases de datos ambientales Generar los Mapas de riesgo ambiental	
Cinthy Leiva Cisternas	Geógrafa Magíster en Salud Pública	Responsable empadronamiento Ayudar en el análisis espacial de la información	22
Ernesto Castillo Narbona	Experto en muestreo y estudios poblacionales	Coordinar empadronamiento Supervisar el mantenimiento de la muestra objetivo	4
Patricia Berríos Torrejón	Bióloga – Mg Ciencias	Coordinadora administrativa del equipo central Supervisar actividades para el control del proyecto Recolectar y sistematizar información para el estudio	11
Sebastián Díaz Muñoz	Geógrafo	Responsable de generación y recepción de encuestas y base de datos	4
EQUIPO TERRENO			
Lucía Molina Lagos	Médico Cirujano, Toxicóloga	Asesoría específica en Toxicología Clínica en todas las fases del estudio	11
María Susana Long Rioseco	Auxiliar paramédico, con experiencia en la ENS	Apoyar la aplicación de Encuestas y toma de muestras	44
A definir	4 Técnicos en Enfermería	Colaborar en aplicación de Encuesta de salud. Toma de muestras de sangre y orina. Alicuotar muestras orina, verificar condiciones de traslado	22
Pamela Hidalgo Parra	Periodista	Administrar el plan comunicacional con experiencia en estudio similar, coordinación con actores locales	22
Luis Pérez Conejeros	Trabajador social Administración pública (en proceso)	Organización y supervisión empadronamiento a nivel local	22
A definir	10 Empadronadores	Encargados de realizar el empadronamiento en Coronel	22

Se destaca el rol de la coinvestigadora Dra. Lucía Molina, quien tiene amplia experiencia como Jefa del Subdepartamento de Medicina Ocupacional del Instituto de Salud Pública (año 2007 a 2012), cargo en el cual desarrolló actividades de evaluación de riesgos para la salud ocupacional y prevención de riesgos, determinación de marcadores biológicos de exposición e investigación en temas exposición a arsénico y otros metales. Además, la Dra. tiene amplia práctica clínica en la determinación de efectos en salud de trabajadores expuestos a agentes contaminantes, siendo miembro del comité de Expertos del Ministerio de Salud para evaluar exposición y daños por poli metales en Arica, XV Región y ha sido investigadora alterna en el proyecto FONIS” Diagnóstico de salud de personas residentes en una zona expuesta a residuos mineros”, entre otros.

3. INTRODUCCIÓN

Se presenta a continuación un capítulo introductorio de caracterización del área de estudio y objetivos, según lo requerido en los términos de referencia de la licitación de la Subsecretaría de Salud Pública del Ministerio de Salud.

Se tomó como referente la oferta técnica entregada por el Departamento de Salud Pública de la Pontificia Universidad Católica, actualizando secciones de acuerdo con los ajustes metodológicos realizados posteriores a la firma del contrato correspondiente.

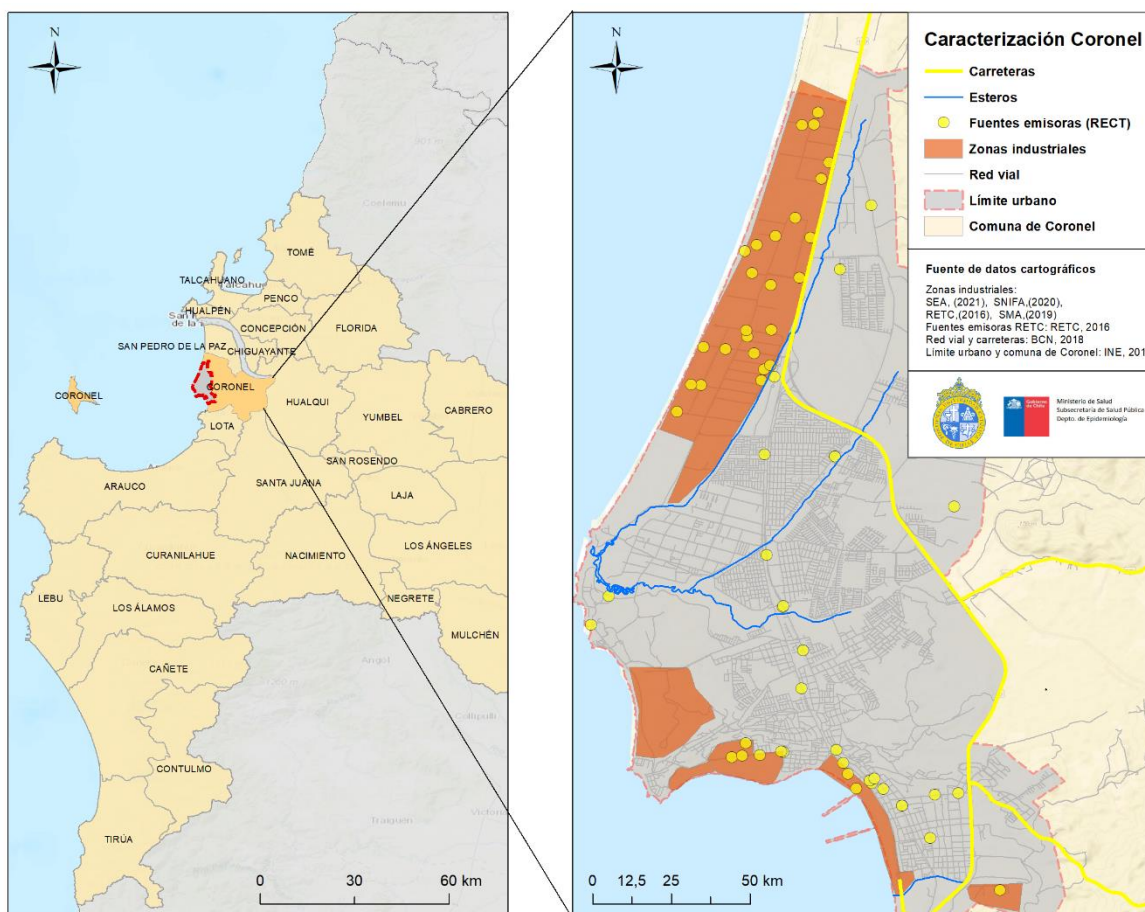
3.1 Diagnóstico del Problema/ Antecedentes generales

Se entregan a continuación antecedentes del sitio en estudio correspondiente a la comuna de Coronel.

3.1.1 Localización del área de estudio y características sociodemográficas

Coronel se localiza en los 37°01'00" latitud sur y 73°08'00" longitud oeste (ver figura 1). La comuna se encuentra en la región del Bío-Bío, en la provincia de Concepción. Limita con las Comunas de San Pedro de la Paz, Chiguayante, Hualqui, Santa Juana y Lota. El territorio Comunal tiene una superficie urbana de 99 km² y una superficie rural de 180 Km², la superficie total es de 279.4 km² (Ilustre Municipalidad de Coronel, 2012-2016).

Figura 1. Localización Comuna de Coronel



La Comuna de Coronel de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del año 2017, tiene un total de 116.262 habitantes, de los cuales 60.463 son mujeres y 55.799 son hombres. La mayor cantidad de la población (67.7%) se encuentra en el estrato de 15 a 64 años (tabla 2).

El promedio de años de escolaridad es de 8,8 años, que está bajo el promedio de la región tanto como del país. En relación a la pobreza por ingresos y multidimensional, Coronel está por sobre el promedio nacional, pero bajo la región de Bío Bío.

Tabla 2. Características sociodemográficas de Chile, Región del Bío Bío y la Comuna de Coronel, año 2017.

Indicador	Chile	Región del Bío Bío	Comuna Coronel
Población Total	17.574.003	1.556.805	116.262
Promedio de Edad (años)	35,8	36	34,6
Población 0-14 años	3.523.750	315.477	26.121
Población 15-64 años	12.046.997	105.818	78.764
Población 65 y más	2.003.256	183.145	11.377
Índice de masculinidad %	-	93,1	92,3
Índice de feminidad %	-	107,4	108,4
Relación de dependencia total %	-	47,6	-
Relación dependencia (0-14) %	-	33,2	-
Relación dependencia (65 años y más) %	-	14,4	-
Promedio Años de Escolaridad	9,4	9,2	8,8
Tasa de Pobreza por ingresos personas (%)	10,41	16,17	14,54
Tasa Pobreza multidimensional, personas (%)	16,63	16,36	15,79

Fuente: Elaboración propia en base a datos INE 2017.

3.1.2 Perfil epidemiológico Región del Bio-bío, periodo 2016-2017

El perfil epidemiológico es una expresión del estado de salud que tiene una población. En su generalidad, para su elaboración se utiliza la medición un conjunto de indicadores destacando la mortalidad, morbilidad y la calidad de vida. El análisis integral del perfil de la morbi/mortalidad incorpora además otros indicadores, tales como accidentes de tránsito, violencia, drogadicción (entre otros) y factores de riesgo (tabaquismo, obesidad, dieta). Actualmente se sugirió incorporar a este estudio el enfoque de los Determinantes Socio Ambientales en Salud pues contribuyen a una reflexión más integral.

La descripción de un perfil epidemiológico se realizó con el enfoque de los factores determinantes de la salud (DSS), según recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Un aspecto relevante es reconocer las diferencias y semejanzas de esta región con otras del país e identificar otros determinantes específicos que puedan influir sobre el perfil epidemiológico de la población. A modo de ejemplo se puede mencionar a las Enfermedades Crónicas: Las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) y transmisibles (ECT) y el cáncer, que constituyen una alta carga de morbimortalidad en las poblaciones. Todas ellas se asocian a aumentos en discapacidad y problemas de salud mental. La edad, el sexo y la ocupación son determinantes importantes de la morbilidad, por ello la comorbilidad es un factor para estudiar y analizar.

El conocimiento del perfil de morbilidad y sus determinantes ayuda en la propuesta y aplicación de intervenciones, tanto médicas como sociales, para mejorar el estado de salud y la calidad de vida de las personas. Los resultados de este estudio son un insumo para la vigilancia epidemiológica local, y podrán ser utilizados como información en la gestión en salud (González, 2008).

Otra información muy relevante que apoya el análisis de datos del estudio, son los del Diagnóstico

Regional con enfoque de Determinantes Sociales de la Salud, que se encuentra disponible en el Ministerio de Salud (MINSAL) según lineamientos de la OMS. Este diagnóstico constituye una de las iniciativas comprometidas por la Subsecretaría de Salud Pública como parte de los 13 pasos para la equidad en salud (Ministerio de Salud 2017). Se reporta información regional que permite su comparación con indicadores nacionales (promedio y rangos) necesaria para la interpretación de los hallazgos del presente estudio.

Tabla 3. Características del estado de salud en Chile, Región del Bío-Bío, año 2016 - 2017

Indicador	Chile	Región del Bío Bío	Comuna Coronel
Prevalencia de Estado Nutricional sobrepeso/obesidad	71,6%	75,4%	Sin datos
Consumo de al menos 5 porciones de frutas y verduras/ día	15,0%	4,1%	
Consumo de pescados o mariscos al menos 2 veces a la semana	9,2%	13,8%	
Exposición intradomiliar a Carbón, leña o derivados como principal combustible para calefaccionar	30%	68,5%	
Autoreporte Asma	5,4%	5,4%	
Prevalencia de daño hepático (SGPT o GGT elevada)	18,9%	25,1%	
Prevalencia de sospecha de Hipertensión arterial (HTA)	27,6%	31,1%	
Sospecha de Diabetes	12,3%	14,2%	
Nivel de Colesterol HDL bajo *	43,9%	46,9%	
Nivel de Triglicéridos elevados**	36,6%	41,4%	
Nivel de Colesterol total alto	6,8%	8,1%	

*<40 mg/dL hombres >15 años; <50mg/dL en mujeres > 20 años; <40 mg/dL mujeres de 15 a 19 años

** >=100 mg/ de 15 a 19 años; >=150 mg/dL población de 20 años y más

*** >=200 mg/dL población 15 a 19 años; >=240 mg/dL población 20 años y más

Fuente: Elaboración propia en base a datos ENS 2016-2017.

En la tabla 3, se observa que, en la Región del Bío-Bío, entre los factores de riesgo destacan la obesidad y sobrepeso, mayor exposición a leña, mayor prevalencia de alteraciones metabólicas y enfermedades crónicas.

3.1.3 Aspectos productivos de la Región de Bio-bio y Comuna de Coronel

Durante el siglo XIX, las actividades productivas más importantes de la Comuna de Coronel estuvieron vinculadas a la minería del carbón (ver anexo 1 Reseña histórica de Coronel). Durante el siglo siguiente, con el declive de esta actividad, se dio paso de forma paulatina a la industrialización de la zona, impulsando las actividades que se desarrollan en la actualidad y que están relacionadas principalmente a las industrias pesquera, forestal, portuaria y energética. Esta última, se encuentra basada de forma importante en la combustión de carbón mineral.

En este sentido, la Comuna de Coronel desde 1980 se ha convertido en la ciudad industrial más importante de la región, dado que ha sido utilizada para la instalación de distintas industrias, plantas termoeléctricas, y parques Industriales, todos muy cercanos a la zona urbana. Estos

elementos han provocado que la Comuna presente altos índices de contaminación del aire, lo que, sumado a la utilización de leña para calefacción domiciliar por parte de la población, ha llevado a que sea declarada como Zona Saturada para material particulado (MP) 10 y 2,5.

En la región del Bío-Bío, existen 10 zonas declaradas saturadas por Material Particulado Fino Respirable de $2,5 \mu\text{g}/\text{M}^3$ (MP2,5), como concentración diaria. La zona geográfica comprende las Comunas de Lota, Coronel, San Pedro de la Paz, Hualqui, Chiguayante, Concepción, Penco, Tomé, Hualpén y Talcahuano. La declaración de zona saturada es condición necesaria para la elaboración de un Plan de Descontaminación, Instrumento de Gestión Ambiental que tiene por finalidad, recuperar los niveles señalados en las normas de calidad ambiental en una zona saturada.

La Norma Primaria de Calidad Ambiental vigente para Material Particulado Fino Respirable MP2,5, contenida en el DS N° 12, de 2011, del Ministerio del Medio Ambiente, establece los estándares de calidad para el contaminante mencionado, en cincuenta microgramos por metro cúbico ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) y en veinte microgramos por metro cúbico ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), como concentración de 24 horas y anual, respectivamente.

Las estaciones de monitoreo para material particulado en la región, contemplan el Kingston College, Punteras y Cerro Merquín ubicadas dentro del área que abarca las Comunas de Lota, Coronel, San Pedro de la Paz, Hualqui, Chiguayante, Concepción, Penco, Tomé, Hualpén y Talcahuano, y cuentan con representatividad poblacional (EMRP), para material particulado fino respirable MP2,5.

Según lo establece la Ley 19.937, Artículo 148, es competencia de la Secretaría Regional Ministerial de Salud ejecutar las acciones que correspondan para la protección de la salud de la población ante los riesgos producidos por el medio ambiente y para la conservación, mejoría y recuperación de los elementos básicos del ambiente que inciden en ella, velando por el debido cumplimiento de las disposiciones del Código Sanitario y de los reglamentos, resoluciones e instrucciones sobre la materia, para lo cual se encontrará dotado de todas las facultades y atribuciones que el Código Sanitario y demás normas legales y reglamentarias sanitario ambientales le confieren. Además, de mantener actualizado el diagnóstico epidemiológico regional y realizar la vigilancia permanente del impacto de las estrategias y acciones implementadas. En relación a lo anterior, se observa en el perfil epidemiológico de la Comuna de Coronel algunos indicadores sobre el promedio provincial, regional y país, principalmente por causa respiratoria.

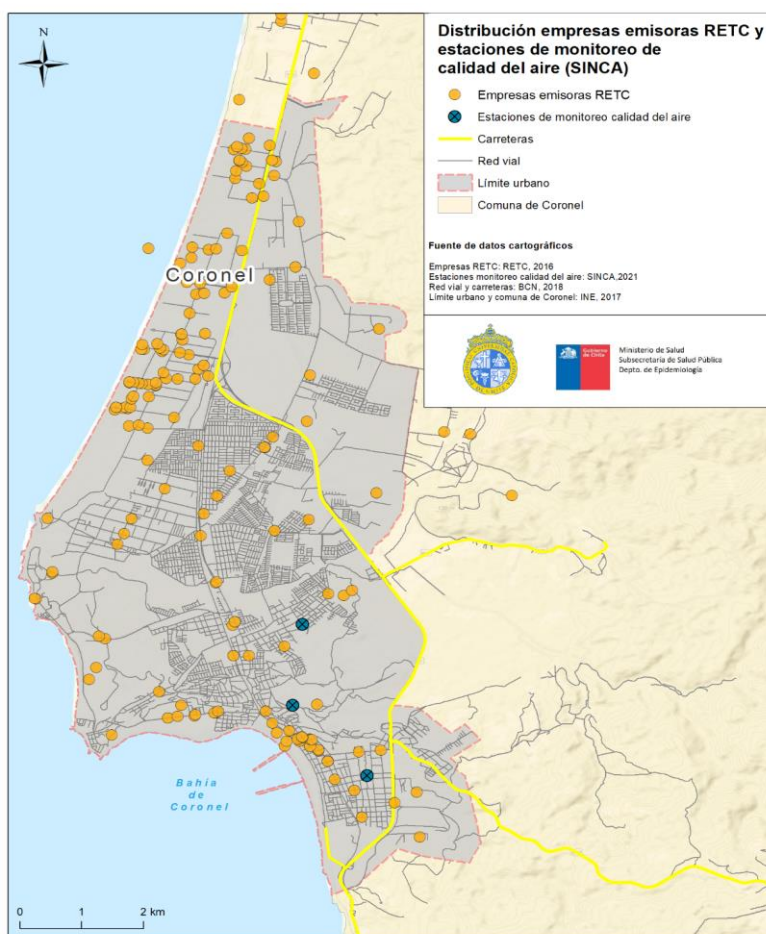
Cabe recordar que la contaminación del aire es una amenaza aguda acumulativa y crónica para la salud y otros aspectos del bienestar humano y del ambiente, pudiendo provocar o agravar a lo menos, diversas afecciones respiratorias y cardiovasculares, siendo especialmente dañina en personas con enfermedades crónicas, mujeres embarazadas, ancianos y niños. Los trabajadores que permanecen expuestos a contaminantes por largos períodos de tiempo son grupos humanos de alto riesgo, así como la población que se expone a ambientes contaminados en sus entornos comunitarios (ver anexo 2).

Las evidencias encontradas respecto a presencia de metales pesados de importancia en salud humana en matrices ambientales de zonas pobladas de la comuna de Coronel han generado preocupación reciente, tanto en la propia autoridad, como en la ciudadanía. En este marco se estructura el presente estudio diagnóstico, con el propósito de definir el perfil epidemiológico de la población de Coronel, lo que permitirá posteriormente tomar decisiones y asignar recursos sobre la base de estudios válidos científicamente.

3.2 Determinantes ambientales de la Comuna de Coronel

A continuación, se realiza una caracterización de la información disponible respecto a las empresas con información disponible en el Registro de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC), estaciones de monitoreo de calidad del aire y del agua (ver figura 2).

Figura 2. Distribución de empresas y estaciones de monitoreo de calidad del aire



Fuente: elaboración propia

3.2.1 Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC)

El Registro de emisiones y transferencias de contaminantes (RETC), con datos disponibles desde el año 2005, reporta datos de las emisiones y transferencias de contaminantes declaradas durante el año por 185 establecimientos de la Comuna de Coronel, en tonelada/año para:

- Generación Residuos Peligrosos
- Emisión al aire
- Emisión CO₂
- Emisión NOX
- Emisión SO₂
- Emisión MP2,5
- Emisión MP 10
- Generación de residuos no peligrosos
- Destinatario de residuos no peligrosos

Los 185 establecimientos de la Comuna se agrupan en 16 rubros que se detallan en la tabla 4.

Tabla 4. Rubros de establecimientos con declaración de emisiones y transferencia de contaminantes año 2016 Comuna de Coronel

Rubro	Total
Combustibles	1
Comercio	17
Construcción e inmobiliarias	11
Generación de energía	6
Gestor de residuos	20
Industria agropecuaria y silvicultura	11
Industria del papel y celulosa	3
Industria manufacturera	13
Municipio	1
Otras actividades	33
Pesca	13
Producción de alimentos	4
Producción química	5
Suministro y tratamiento de aguas	8
transmisión y distribución de energía eléctrica	1
Transporte	9

En la tabla 5 se presenta el resumen de la información contenida en el sitio web <https://datosretc.mma.gob.cl/group>.

Tabla 5. Resumen de emisiones y transferencia de contaminantes año 2016 Comuna de Coronel

Rubro	Generación Residuos Peligrosos	Emisión al aire	Emisión CO2	Generación de residuos no peligrosos	Destinatario de residuos no peligrosos
	ton/año (2016)				
Combustibles	9	10.803	10.803	9.286	
Construcción e inmobiliarias	75	-	-	1.056	-
Generación de energía	198	52.505.870	52.505.870	255.363	41.389
Gestor de residuos	9.895	39	39	-	2.677
Industria agropecuaria y silvicultura	60	2.236	440	257	415
Industria del papel y celulosa	34	39	39	5.164	95.360
Industria manufacturera	3.643	10.137	10.137	634	-
Municipio	-	-	-	33.579	-
Otras actividades	71	281.821	281.821	5.046	-
Pesca	469	986.158	986.158	3.690	38.416
Producción de alimentos	1	167.849	167.849	838	3
Producción química	318	6.124	6.124	272	-
Suministro y tratamiento de aguas	-	23	23	433	-
Transmisión y distribución de energía eléctrica	-	4	4	-	-
Transporte	2	-	-	-	62
Contribución Total	14.775	53.971.104	53.969.308	315.617	178.321
Valor mínimo	0,01	-	-	3	3
Valor máximo	6.559	26.859.581	26.859.581	150.481	95.360
Valor promedio	264	805.539	884.743	5.738	25.474

3.2.2 Calidad de agua

En relación a la distribución de agua potable en la Comuna de Coronel, la empresa ESSBIO distribuye el recurso hídrico a una población de aproximadamente 137.300 habitantes. El sistema productivo de la localidad está compuesto por dos plantas de tratamiento de agua potable, la de mayor capacidad es una planta de tratamiento convencional y una segunda planta de filtros en presión. Estas plantas están abastecidas por una fuente superficial (Laguna Quiñenco) y 7 fuentes subterráneas, las cuales se usan en porcentajes de explotación distintos una de otra.

De acuerdo con lo informado por ESSBIO mediante el Registro de Emisiones y Transferencias Contaminantes (RECT), durante el periodo entre enero a junio 2021, los parámetros de control mensual, semestral y anual cumplen en un 100% los criterios de calidad establecidos (tabla 6).

Tabla 6. Resumen de resultados de la calidad del agua potable-2020 2021

Año	Bacteriología		Turbiedad		Cloro libre residual		Parámetros de control mensual		Parámetros de control semestral o anual	
	Muestreo	Calidad	Muestreo	Calidad	Muestreo	Calidad	Muestreo	Calidad	Muestreo	Calidad
2020	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
2021	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

En la tabla 7, se presenta el resumen de la información contenida en el sitio web <https://datosretc.mma.gob.cl/dataset/emisiones-al-agua>.

Tabla 7. Resumen de resultados de los parámetros analizados del agua potable-durante enero 2020 y junio 2021

Parámetro	Límite normativo	Unidades	Valor máximo	Valor mínimo	Valor Promedio
Coliformes totales	Ausencia	NMP	Ausencia	-	-
Turbiedad	2	NTU	0,3	0,7	0,5
Cobre total	2	mg/L	0,0	-	-
Cromo total	0,05	mg/L	0,0	-	-
Fluoruro	1,5	mg/L	0,0	-	-
Hierro total	0,3	mg/L	0,0	-	-
Manganeso total	0,1	mg/L	0,0	-	-
Magnesio	125	mg/L	8,8	18,4	14,8
Selenio	0,01	mg/L	0,0	-	-
Zinc	3	mg/L	0,0	-	-
Arsénico	0,01	mg/L	0,0	-	-
Cadmio	0,01	mg/L	0,0	-	-
Cianuro	0,05	mg/L	0,0	-	-
Mercurio	0,001	mg/L	0,0	-	-
Nitratos	50	mg/L	7,0	16,0	12,7
Nitritos	3	mg/L	0,0	-	-
Razón nitratos + nitritos	1	Razón	0,0	-	-
Plomo	0,05	mg/L	0,0	-	-
Tetracloroetano	40	ug/L	0,0	-	-
Benceno	10	ug/L	0,0	-	-
Tolueno	700	ug/L	0,0	-	-
Xilenos	500	ug/L	0,0	-	-
DDT + DDD + DDE	2	ug/L	0,0	-	-
2,4 - d	30	ug/L	0,0	-	-
Lindano	2	ug/L	0,0	-	-
Metoxicloro	20	ug/L	0,0	-	-
Pentaclorofenol	9	ug/L	0,0	-	-
Monocloraminas	3	mg/L	0,0	-	-
Dibromoclorometano	0,1	mg/L	0,0	-	-

Parámetro	Límite normativo	Unidades	Valor máximo	Valor mínimo	Valor Promedio
Bromodichlorometano	0,06	mg/L	0,0	-	-
Tribromometano	0,1	mg/L	0,0	-	-
Triclorometano	0,2	mg/L	0,0	-	-
Trihalometanos	1	Razón	0,0	0,3	0,2
Color verdadero	20	U Pt/Co	0,0	2,0	0,6
Olor	Sin Olor		Sin olor	-	-
Sabor	Sin Sabor		Sin sabor	-	-
Amoniaco	1,5	mg/L	0,0	-	-
Cloruros	400	mg/L	32,0	43,0	37,0
pH	6,5 - 8,5	Unidades	6,8	7,3	7,1
Sulfatos	500	mg/L	22,0	45,0	30,7
Sólidos disueltos totales	1500	mg/L	166,0	312,0	239,3
Compuestos fenólicos	2	ug/L	0,0	0,0	0,0
Cloro libre residual	0,2 - 2,0	mg/L	0,7	1,2	0,9

Fuente: Elaboración propia a partir datos de SISS (2020 – 2021)

3.2.3 Calidad del aire

Datos de calidad del aire se registran en el Sistema de Información Nacional de Calidad del Aire (SINCA)¹, con datos históricos en las 7 estaciones de la Comuna de Coronel (Tabla 8).

Tabla 8. Estaciones de monitoreo calidad del aire Comuna de Coronel

N.º	Estación ID	Coordenada UTM			Data disponible	Parámetros
		Este	Norte	Hus o		
1	Escuadrón, ENESA	664.532	5.910.874	18	registros horarios disponibles desde 27-12-2020 hasta 20-09-2021	MP10 , MP2,5
2	Escuadrón, ENEL	664.643	5.908.666	18	registros horarios disponibles desde 24-12-2020 hasta 20-09-2021	MP10, MP2,5, Dióxido de azufre, Dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono.
3	Lagunillas, ENEL	664.362	5.905.258	18	registros horarios disponibles desde 24-12-2020 hasta 20-09-2021	MP10, MP2,5, Dióxido de azufre, Dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono.
4	Cerro Merquín	664.607	5.901.176	18	registros horarios disponibles desde 26-09-2010 hasta 28-10-2016	MP10 , MP2,5, Dióxido de azufre
5	Coronel sur	665.556	5.899.980	18	registros horarios disponibles desde 21-03-2012 hasta 20-09-2021	MP10, Dióxido de azufre, Dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono.
6	Coronel Norte	664.628	5.902.487	19	registros horarios disponibles desde 29-11-2019 hasta 20-09-2021	MP10, MP2,5, Dióxido de azufre, Dióxido de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono.
7	Estación Calabozo	668.730	5.903.504	18	registros horarios disponibles desde 21-03-2012 hasta 17-	SO2

¹ <https://sinca.mma.gob.cl/index.php/region/index/id/VIII>

N°	Estación ID	Coordenada UTM			Data disponible	Parámetros
		Este	Norte	Hus o		
					11-2021	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de SINCA (2020 – 2021)

En las siguientes tablas se presenta el resumen de los parámetros monitoreados en cada una de las estaciones de monitoreo contenida en el sitio web <https://sinca.mma.gob.cl/index.php/region/index/id/VIII>.

Tabla 9. Resumen de los parámetros de estaciones de monitoreo calidad del aire Comuna de Coronel – Parte 1

Estaciones de monitoreo	PM10 (ug/m³)			PM2,5 (ug/m³)			SO2 (ug/m³)		
	min	max	promedio	Min	max	promedio	min	max	promedio
Escuadrón, ENESA	0	180	26,6	0	119	12,0			
Escuadrón, ENEL	0	1342	26,5	0	1284	20,2	0	137,6	2,2
Lagunillas, ENEL	0	639,0	22,7	0	615,0	31,1	0,0	154,7	2,3
Cerro Merquín	1,0	770,0	34,8	0,5	765,0	17,0	0,008	792,3	26,5
Coronel sur	0	258,1	53,5				0	258,1	53,5
Coronel Norte	0	1752	55,6	0	715	31,6	0	146,8	4,1
Estación Calabozo	-	-	-	-	-	-	0	496,4	3,99

Tabla 10. Resumen de los parámetros Estaciones de monitoreo calidad del aire Comuna de Coronel – Parte 2

Estaciones de monitoreo	NO (ug/m³)			NO2 (ug/m³)			CO (ug/m³)		
	min	max	promedio	Min	max	promedio	min	max	promedio
Escuadrón, ENESA									
Escuadrón, ENEL	0,15	20,53	1,87				0,0	74,2	0,6
Lagunillas, ENEL	0,0	166,0	24,5	0,1	110,1	12,6	0,0	17,6	0,8
Cerro Merquín									
Coronel sur	0,03	238,5	16,4	0,10	53,9	8,7	0	3,23	0,66
Coronel Norte	1	148,2	10,5	1	116,2	6,9	0	13,0	0,5
Estación Calabozo	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 11. Resumen de los parámetros Estaciones de monitoreo calidad del aire Comuna de Coronel – Parte 3

Estaciones de monitoreo	O3 (ug/m ³)			NOX (ug/m ³)			CH4 (ug/m ³)		
	min	max	promedio	Min	max	promedio	min	max	promedio
Escuadrón, ENESA									
Escuadrón, ENEL	0	435,0	6,0						
Lagunillas, ENEL	0	146,0	14,5	0	241,0	20,0			
Cerro Merquín									
Coronel sur	0,25	46,41	9,79	0,6	281,6	20,5	0,00	11,92	1,19
Coronel Norte	1	119,0	11,4	1	148,4	17,3			
Estación Calabozo	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 12. Resumen de los parámetros Estaciones de monitoreo calidad del aire Comuna de Coronel – Parte 4

Estaciones de monitoreo	Hidrocarburos no metálicos			Hidrocarburos totales (HCT - ppm)		
	min	max	promedio	min	max	promedio
Escuadrón, ENESA						
Escuadrón, ENEL						
Lagunillas, ENEL						
Cerro Merquín						
Coronel sur	0,08	1009,17	331,66	0,00	24,27	1,40
Coronel Norte						
Estación Calabozo	-	-	-	-	-	-

3.3 Definición del problema a estudiar

De acuerdo a lo descrito en los antecedentes generales, en la ciudad de Coronel existe una percepción de riesgo a la salud de las personas como consecuencia de la presencia de mediciones de material particulado fino en niveles que sobrepasan la norma definida por la OMS. Se desconoce la prevalencia de las enfermedades crónicas en general ya que en las ENS sólo entregan indicadores con representatividad nacional y regional, pero no comunal. A nivel país incluso no se conoce la carga de enfermedad atribuible a exposiciones ambientales, a lo menos vinculadas a la contaminación del aire. Tampoco se ha descrito la magnitud real de personas expuestas a diversos factores de riesgo, entre ellos, de tipos biológicos, sociales o ambientales ni tampoco su perfil epidemiológico en el particular contexto de exposiciones que puedan reportarse en personas adultas de la comuna de Coronel.

Además, existe inquietud por parte de la población respecto a la contaminación por metales, particularmente por arsénico y plomo (ver anexo 2), encontrado en estudios realizados en suelo de la zona. Esto tiene importancia, en la medida que la presencia de metales en alguna matriz ambiental se podría correlacionar con la presencia del elemento en alguna matriz biológica de las personas expuestas y de manera indirecta, favorecer la ocurrencia y el incremento de riesgos poblacionales a enfermedades crónicas. Por otra parte, se desconoce si la presencia de estos elementos en el ambiente se traduce en efectos a la salud de las personas que viven en la comuna de Coronel, puesto que solo se han realizado estudios de este tipo en la Región de Antofagasta, el

cual reveló los efectos de la exposición crónica a altos niveles de arsénico en agua en las décadas del 60 y 70 (Ferrecio et al., 2000).

En resumen, este estudio buscó cuantificar la prevalencia, características y factores de riesgo de enfermedades, a través de una encuesta epidemiológica y mediciones biológicas y pruebas clínicas específicas, privilegiando enfermedades crónicas de tipo respiratoria y cardiometabólicas según la evidencia asociada al deterioro de la calidad de aire y a las fuentes emisoras presentes en su territorio (según lo establecido en el anexo 3). También la contraparte técnica propuso cuantificar la prevalencia de exposición a metales tal como el Plomo en sangre y metaloides, como el Arsénico Inorgánico en orina de personas adultas de la misma comuna.

3.4 Objetivos

Para la realización del presente estudio se establecieron los siguientes objetivos:

3.4.1 Objetivo General

Conocer la prevalencia, características y factores de riesgo de enfermedades, en población de 18 años y más, a través de una encuesta epidemiológica - ambiental, mediciones biológicas y exámenes de laboratorio, con representatividad comunal, en la población de Coronel.

3.4.2 Objetivos Específicos

- a) Conocer la prevalencia de enfermedades crónicas y sus determinantes psicosociales, conductuales y biológicos, a través de mediciones como cuestionarios y exámenes de laboratorio, en una muestra representativa de la comuna de Coronel.
- b) Identificar factores de riesgo asociados a entorno residencial y de vivienda, en una muestra de población adulta representativa de la comuna de Coronel.
- c) Identificar factores de riesgo asociados a trayectoria laboral, a través de aplicación de encuesta epidemiológica-ambiental, en muestra representativa de la comuna de Coronel.
- d) Evaluar función pulmonar a través de la medición de flujo espiratorio máximo, según sexo, edad y nivel educacional, en muestra representativa de la comuna de Coronel. Describir la distribución poblacional de los parámetros de laboratorio a través de medidas de tendencia central, según sexo, edad y nivel educacional.
- e) Conocer la prevalencia de metales arsénico y plomo, según sexo, edad y nivel educacional, a través de exámenes toxicológicos

4. INFORME DE APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA

4.1 Elaboración de Consentimiento Informado

Se elaboró el consentimiento informado (CI) para la participación de las personas mayores de 18 años (ver anexo 4); con este instrumento se invitó a las personas a participar como unidad de observación del estudio, informar de la existencia o no de riesgos asociados a su participación como parte de la muestra y de sus derechos como miembros del grupo de estudio.

4.2 Presentación a los Comités de Ética correspondientes

Este estudio fue sometido a la revisión del Comité Ética Científico de Ciencias de la Salud (CEC Salud) de la Pontificia Universidad Católica. El proceso se inició con el ingreso del estudio cuyo certificado de recepción de documentos tuvo fecha 11 de noviembre de 2019.

Las versiones finales del consentimiento informado fueron ingresadas a la plataforma web correspondiente (<https://evaluacionetica.uc.cl/>) el día 16 de marzo del 2021. Desde esta plataforma, la coordinadora definió la fecha de la sesión del CEC en que los instrumentos fueron evaluados, lo que se concretó con fecha 25 de marzo de 2021.

Los documentos revisados por el CEC fueron

- Formulario solicitud revisión comité de ética de la Salud
- Modelo de Consentimiento Informado
- Protocolo del proyecto Coronel

Estos documentos fueron presentados junto a una Carta de Apoyo del jefe del Departamento de Salud Pública de la Universidad y a una Carta de presentación del Investigador Responsable.

El Comité Ética Científico de Ciencias de la Salud (CEC Salud) de la Pontificia Universidad Católica aprobó este estudio, en su sesión del día 25 de marzo de 2021. El Número de aprobación del proyecto es 191107003, tal como se señala en el Anexo 4, junto al consentimiento timbrado. Esta aprobación se extendió por un año desde la fecha antes señalada (ver anexo 4). Además, dadas las condiciones sanitarias producto del COVID-19, el comité de ética autorizó la realización del trabajo de terreno solo cuando la Comuna de Coronel se encuentre de fase dos en adelante, del Plan Paso a Paso vigente.

5. METODOS Y DISEÑO MUESTRAL

5.1 Descripción del estudio

El presente estudio corresponde a un diseño epidemiológico descriptivo transversal y que se basa en una encuesta de hogares, siguiendo el modelo de trabajo utilizado en las Encuestas Nacionales de Salud.

El trabajo de campo fue organizado en dos etapas principales: a) Piloto y b) Terreno Principal del Estudio.

- a. La etapa Piloto, desarrollada entre el 07 de junio y 16 de julio de 2021, consistió en reclutar a los primeros participantes del estudio poniendo a prueba los diferentes protocolos, considerando el empadronamiento de los participantes, aplicación del Consentimiento Informado, la aplicación de los cuestionarios mediante el uso del software SURVEY123, el protocolo para la toma de muestras biológicas (sangre y orina) y el proceso de mantención de las muestras en la Comuna de Coronel y su posterior embalaje y traslado al Laboratorio de la Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Pontificia Universidad Católica de Chile (DICTUC) para los análisis de metales (oides) y al Laboratorio Arauco sede en Coronel, cuyo laboratorio central está en la Comuna de Concepción, donde se realizaron las determinaciones priorizadas: perfil hepático, lipídico, hemograma completo, glicemia en ayunas (sangre) y creatinuria.
- b. El Terreno Principal del Estudio, comenzó el 16 de junio y finalizó el 16 de diciembre. En esta etapa se dividió la Comuna en 9 sectores, los cuales permitieron ordenar el empadronamiento y el trabajo en terreno de las Técnico en Enfermería. De esta forma, se mantuvo la distribución de la muestra en toda el área de estudio. Se realizaron modificaciones menores a los protocolos aplicados en la etapa Piloto, especialmente orientadas a la mejora de la información en la plataforma informática y en la salida de reportes.

5.2 Tipo de diseño muestral

La muestra se definió como multietápica, probabilística en todas sus etapas de selección, de conglomerados, basada en viviendas particulares, con distribución no proporcional a la distribución de la población en los estratos del área de estudio.

La estratificación fue de tipo geográfica, distinguiéndose dos estratos, según la exposición de la población a potenciales fuentes contaminantes, ya sean fijas o móviles, descritas anteriormente.

El primer estrato estuvo constituido por la población residente en viviendas particulares ubicadas a 500 metros o menos de alguna de las fuentes de contaminación, y el segundo estrato, constituido por las viviendas particulares ubicadas en el resto del área de cobertura del estudio.

Su característica de multietápica, se debe a que no existe en Chile un marco muestral que permita la selección directa de individuos en él, y por lo tanto se requirió seleccionarlos en etapas, a través de unidades identificables en el marco muestral del Censo de Población y Viviendas de abril de 2017, como lo son las manzanas censales, las viviendas particulares al interior de ellas y los individuos de 18 a 70 años que ocupaban dichas viviendas.

Finalmente, la muestra fue de conglomerados, porque las unidades primarias de muestreo estaban conformadas por agrupaciones de viviendas que comparten la unidad territorial más pequeña definida por el censo, la cual es la manzana censal.

5.3 Marco Muestral

Se utilizó como marco muestral primario, el último Censo de Población y Viviendas levantado en Chile en abril de 2017, en cuanto a su distribución de la población a nivel de manzanas, como a su material cartográfico.

Tabla 13. Distribución de la Población objetivo según Estrato

Estrato	Población Objetivo			
	Personas		Viviendas	
1. Dentro de área de exposición	45.016	40,8%	16.046	41,3%
2. Fuera de área de exposición	65.325	59,2%	22.775	58,7%
Total	110.341	100,0%	38.821	100,0%

Fuente: Censo de Población y Viviendas, INE, abril de 2017.

La tabla anterior muestra las viviendas y la población residente en la Comuna de Coronel según el estrato o área de exposición a fuentes contaminantes.

Tabla 14. Distribución de la Población objetivo según Estrato

	Estrato		
	Dentro de área de exposición	Fuera de área de exposición	Total
Total	45.016	65.325	110.341
Hombres	21.629	31.185	52.814
Mujeres	23.365	34.096	57.461
0 a 5 años	3.106	4.147	7.253
6 a 14 años	5.110	7.513	12.623
15 a 64 años	30.510	44.074	74.584
65 y más años	3.876	5.490	9.366

Fuente: Censo de Población y Viviendas, INE, abril de 2017.

La tabla anterior muestra la población residente en la Comuna de Coronel según el estrato o área de exposición a fuentes contaminantes, sexo y tramo de edad.

- **Unidades de Selección Muestral:** Esta muestra multietápica, contempla la selección de los individuos a entrevistar en tres etapas, las cuales se describen a continuación.
- **Unidad Primaria de Muestreo (UPM):** La unidad primaria de muestreo corresponde a la manzana censal, que fue seleccionada en forma aleatoria sistemática, dentro de cada estrato, con probabilidad proporcional a su tamaño, medido éste como el total de viviendas que contiene cada manzana.

Probabilidad de Selección de la Unidad Primaria de Muestreo:

$$f_{hi}^1 = n_h * \frac{m_{hi}}{M_h}$$

Donde:

n_h : Total de manzanas (conglomerados) seleccionadas en el estrato h.

m_{hi} : Total de viviendas de la manzana i del estrato h.

M_h : Total de viviendas en el estrato h.

- **Unidad Secundaria de Muestreo (USM):** La unidad secundaria de muestreo corresponde a las viviendas particulares, que fueron seleccionadas con probabilidad igual, en cada manzana censal en forma de bloques móviles de tamaño promedio 5 viviendas.

Probabilidad de Selección de la Unidad Secundaria de Muestreo:

$$f_{hi}^2 = \frac{m'_{hi}}{m_{hi}}$$

Donde:

m'_{hi} : Total de viviendas seleccionadas en la manzana i del estrato h.

m_{hi} : Total de viviendas de la manzana i del estrato h.

- **Unidad Terciaria de Muestreo (UTM):** La unidad terciaria de muestreo corresponde a la persona entre 18 a 70 años entrevistada, que fue seleccionada en forma aleatoria (con probabilidad igual), en cada vivienda particular.

Probabilidad de Selección de la Unidad Terciaria de Muestreo:

$$f_{hij}^3 = \frac{1}{p_{hij}}$$

Donde:

P_{hij} : Total de personas de entre 18 a 70 años residentes en la vivienda j de la manzana i del estrato h.

La probabilidad general de selección se define como el producto de las probabilidades de selección de las tres etapas:

$$f_{hijk}^t = f_{hi}^1 * f_{hi}^2 * f_{hijk}^3$$

5.4. Tamaño de la Muestra

El tamaño de la muestra propuesta fue definido considerando tres prevalencias de problemas de salud en la población de Coronel: Prevalencia de niveles de arsénico inorgánico alterado, diabetes y alteración flujometría moderada-grave. Se eligió el mayor tamaño muestral para garantizar poder para medir exposiciones y efectos más relevantes.

Para definir el tamaño de la muestra en función del error muestral que se quiere acotar se utilizó la expresión del error muestral para Muestreo Aleatorio Simple (M.A.S.), estimador de proporción (p).

$$em_h = z * \sqrt{\frac{p_h * q_h}{n_h}}$$

Donde:

em_h : error muestral absoluto en el estrato h.

Z : Coeficiente de confianza

p_h : Estimador de proporción en el estrato h ($p_h = q_h = 1-p_h$)

n_h : tamaño de la muestra en el estrato h.

Además, se utilizó un Nivel de Confianza igual a 95%, lo que significa que el valor de z será 1,96 y un Efecto de Diseño (ED) igual a 1,50, para corregir el tamaño muestral calculado bajo el supuesto de M.A.S. siendo en realidad un diseño complejo. Este valor corresponde a valores observados en muestras similares, basadas en hogares de la población chilena. El Efecto Diseño corresponde al incremento de la varianza que tiene un diseño complejo en relación a un diseño aleatorio simple.

$$ED = \frac{\text{Varianza (D. Complejo)}}{\text{Varianza (M. A. S.)}}$$

De esta forma, para considerar el verdadero error muestral en el cálculo del tamaño de la muestra en cada estrato es necesario utilizar la siguiente expresión corregida:

$$em_h = z * \sqrt{\frac{p_h * q_h}{n_h}} * \sqrt{ED}$$

Y finalmente, como alguna de las prevalencias tienen una magnitud esperada pequeña, se acotará el error muestral relativo a un 30%.

Un resumen con todos los supuestos que se utilizan en el cálculo del tamaño muestral en cada estrato se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 15. Parámetros utilizados para definir el tamaño muestral

Parámetros	Estimadores *		
	Arsénico Alterado	Diabetes	Alt. Flujiometría
Prevalencia	0,100	0,140	0,210
Coefficiente de confianza (95%)	1,960	1,960	1,960
Efecto de diseño (1,50)	1,225	1,225	1,225
Error muestral relativo	0,300	0,300	0,300
Error muestral absoluto	0,024	0,034	0,051
Tasa de respuesta esperada	0,800	0,800	0,800

* Arsénico Inorgánico > 35 µg/L orina (Minsal) – Sospecha Diabetes según

5.5 Escenarios Muestrales

En la tabla siguiente, se detalla el tamaño de la muestra objetivo que permitió acotar el error relativo a 30%, para las tres prevalencias y supuestos descritos anteriormente.

Tabla 16. Tamaño de la muestra objetivo

Estrato	Muestra objetivo *		
	Arsénico Alterado	Diabetes	Alt. Flujiometría
1. Dentro área de exposición	576	393	241
2. Fuera área de exposición	576	393	241
Total	1.152	787	482

* Arsénico Inorgánico > 35 µg/L orina (Minsal) – Sospecha Diabetes según ENS

La muestra calculada para cada una de las tres prevalencias, acotó el error muestral absoluto a los siguientes valores:

Tabla 17. Error muestral absoluto

Estrato	Error muestral absoluto *		
	Arsénico	Diabetes	Alt. Flujoimetría
1. Dentro área de exposición	3,0%	4,2%	6,3%
2. Fuera área de exposición	3,0%	4,2%	6,3%
Total	2,1%	3,0%	4,5%

* Arsénico Inorgánico > 35 µg/L orina (Minsal) – Sospecha Diabetes según ENS

En la tabla siguiente se presenta el error muestral relativo para cada prevalencia y estrato, tal como se había supuesto.

Tabla 18. Error muestral relativo

Estrato	Error muestral relativo *		
	Arsénico	Diabetes	Alt. Flujoimetría
1. Dentro área de exposición	30,0%	30,0%	30,0%
2. Fuera área de exposición	30,0%	30,0%	30,0%
Total	21,2%	21,2%	21,2%

* Arsénico Inorgánico > 35 µg/L orina (Minsal) – Sospecha Diabetes según ENS

Como es una la muestra que necesitamos seleccionar para estimar las tres prevalencias, fue necesario observar la Tabla 15 para decidir qué tamaño muestral es el que nos permitirá acotar el error relativo a 30%. El valor crítico que nos entrega la Tabla 16 es 1.152 o 576 participantes por estrato.

En las Tablas 19 y 20 se detalla el error muestral absoluto y relativo para un tamaño muestral objetivo de 576 entrevistas por estrato.

Tabla 19. Error muestral absoluto

Estrato	Error muestral absoluto *		
	Arsénico	Diabetes	Alt. Flujoimetría
1. Dentro área de exposición	3,0%	3,5%	4,1%
2. Fuera área de exposición	3,0%	3,5%	4,1%
Total	2,1%	2,5%	2,9%

* Arsénico Inorgánico > 35 µg/L orina (Minsal) – Sospecha Diabetes según ENS

Tabla 20. Error muestral absoluto

Estrato	Error muestral relativo *		
	Arsénico	Diabetes	Alt. Flujo metría
1. Dentro área de exposición	30,0%	24,8%	19,4%
2. Fuera área de exposición	30,0%	24,8%	19,4%
Total	21,2%	17,5%	13,7%

* Arsénico Inorgánico > 35 µg/L orina (Minsal) – Sospecha Diabetes según ENS

A continuación, se presentan 3 tablas con la muestra de población propuesta considerando los dos estratos, error muestral relativo y absoluto para 3 escenarios. Dichos escenarios, se construyeron de acuerdo a la prevalencia de arsénico inorgánico obtenido en el estudio Metales ejecutado en Antofagasta por petición del Gobierno Regional el año 2018; para Sospecha de Diabetes se usaron prevalencia medidas en la Encuesta Nacional de Salud, y Flujo Espiratorio alterado obtenidos de la Cohorte MAUCO (Orena et al, 2019).

Finalmente, es importante destacar que la muestra para ambos sectores es igual, dado que, al estratificar la población, la proporción es similar en la zona expuesta y no expuesta.

Tabla 21. Tamaño de muestra Escenario 1 según prevalencia de Arsénico Inorgánico alterado (10%) (Estudio Metales Antofagasta 2018)

Sectores o estratos	Proyección población junio 2019 (>=15años)	Prevalencia arsénico %	Error relativo propuesta 1 (arsénico)	Error absoluto propuesta 1 (arsénico)	Muestra propuesta 1 (arsénico)
Sector de residencia 1 (residen dentro del área expuesta)	45.016	10	0,300	0,024	576
Sector de residencia 2 (residen fuera del área expuesta)	65.325	10	0,300	0,024	576

Tabla 22. Tamaño de muestra Escenario 2 según prevalencia de sospecha de diabetes (definición ENS)

Sectores o estratos	Proyección población junio 2019 (>=15años)	Prevalencia diabetes %	Error relativo propuesta 2 (diabetes)	Error absoluto propuesta 2 (diabetes)	Muestra propuesta 2 (diabetes)
Sector de residencia 1 (residen dentro del área expuesta)	45.016	14	0,300	0,034	393
Sector de residencia 2 (residen fuera del área expuesta)	65.325	14	0,300	0,034	393

Tabla 23. Tamaño de muestra Escenario 3 según prevalencia de flujometría alterada de la Cohorte MAUCO

Sectores o estratos	Proyección población junio 2019 (>=15años)	Prevalencia Flujometría alterada %	Error relativo propuesta 3 (flujometría alterada)	Error absoluto propuesta 3 (flujometría alterada)	Muestra propuesta 3 (flujometría alterada)
Sector de residencia 1 (residen dentro del área expuesta)	45.016	21	0,300	0,051	241
Sector de residencia 2 (residen fuera del área expuesta)	65.325	21	0,300	0,051	241

Se propuso usar el tamaño muestral definido para capturar prevalencias desde 10% (Arsénico alterado), el que además permitió establecer prevalencia de daños como diabetes (30%) y flujometría alterada (21%).

5.6 Factores de expansión

El diseño muestral utilizado en este estudio, corresponde a un diseño complejo, no proporcional, que requiere de un cálculo previo de ponderadores de la muestra para realizar inferencias al universo que representa. Estos ponderadores fueron calculados en tres etapas que se describen a continuación.

a) Cálculo de Factor de Expansión de Selección

El primer ponderador corresponde al factor de expansión de selección de la muestra, que permitió asignar el peso relativo que tuvo cada unidad al momento de su selección. Este factor se define como el valor inverso de la probabilidad de selección total.

$$FExp_{Sel_{hij}} = \frac{1}{f_{hij}^t}$$

Reemplazando y simplificando los términos de la probabilidad de selección total, definidos anteriormente, se obtiene la siguiente expresión:

$$FExp_{sel_{hij}} = \frac{M_h * p_{hij}}{n_h * m'_{hi}}$$

b) Cálculo de Factor de Corrección por No respuesta

A continuación, para corregir el sesgo por no respuesta que afecta a toda muestra producto de las dificultades normales del trabajo de campo, que impide lograr la distribución las unidades de acuerdo a su diseño, fue necesario calcular un factor para corregir este efecto indeseado.

Este factor de corrección se realiza a nivel de conglomerado y se define como el cociente entre las unidades seleccionadas y las unidades entrevistadas en cada uno de ellos.

$$FC_{nr_{kij}} = \frac{m'_{hij}}{m''_{hij}}$$

Donde:

m'_{hi} : Total de viviendas seleccionadas en la manzana i del estrato h.

m''_{hi} : Total de viviendas encuestadas en la manzana i del estrato h.

c) Cálculo de Factor de Ajuste Poblacional

Finalmente, se analizó la pertinencia de utilizar un tercer ponderador, denominado Factor de Ajuste Poblacional o Post-Estatificación, que se utiliza cuando la distribución de la población estimada por la encuesta difiere significativamente de la distribución conocida de la población, por ejemplo, de la distribución demográfica de la población oficial de Chile dada por sus Proyecciones Oficiales estimadas por INE-CELADE.

El factor de ajuste poblacional se define como el cociente, “subpoblación a subpoblación”, entre la población oficial estimada por el Censo 2017 y la población estimada por la encuesta. La expresión es la siguiente:

$$FAju_{pob}^{sp} = \frac{Pob_{conocida}^{sp}}{Pob_{encuesta}^{sp}}$$

Por lo tanto, el Factor de Expansión Total, se define como el producto de los tres factores anteriores calculados separadamente.

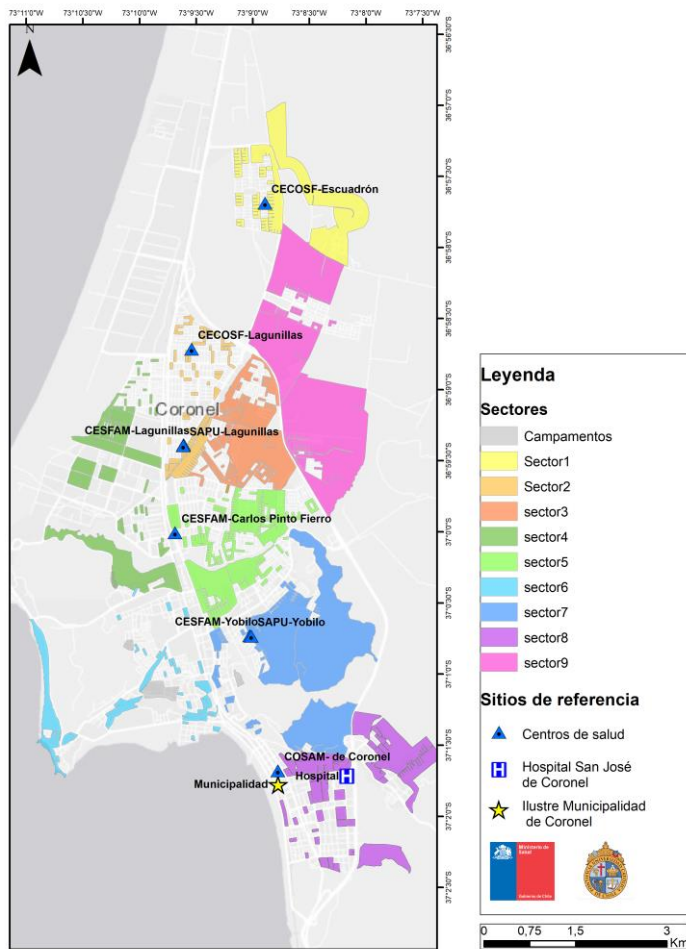
$$Fexp_{tot}_{hij}^{sp} = FExp_{sel}_{hij} * FC_{nr_{kij}} * FAju_{pob}^{sp}$$

Una vez calculado este ponderador final, se agregará a la base de datos, para que ésta pueda ser analizada con los comandos para muestras complejas, del cualquier software estadístico como SPSS v.17.0 o Stata v.14.

5.7 Descripción del muestreo multietápico en la encuesta de hogares

Las Unidades Primarias de Muestreo (UPM) seleccionadas (manzanas censales) se empadronaron de manera completa, aplicando los criterios de selección e intervalos considerados en relación con el número de viviendas por manzana. El número de manzanas censales calculadas a empadronar para obtener la muestra esperada es de 218 manzanas y 4 campamentos. Para llevar a cabo un orden en el trabajo de terreno, se dividió la comuna de Coronel en 9 sectores (ver figura 3).

Figura 3. Sectorización manzanas muestreadas de la Comuna de Coronel, año 2021.



Fuente: Elaboración propia.

El empadronamiento (ver figura 4, anexo 5, material del proceso de empadronamiento) consiste en recorrer cada UPM en sentido contrario al movimiento de las manecillas del reloj, haciendo un registro de las viviendas encontradas en cada manzana o sub-manzana seleccionada. Una vez seleccionadas las viviendas que deben ser empadronadas de la manzana, el empadronador llama a la puerta y procede a empadronar a los integrantes del hogar. Una vez realizado este proceso, aplica la tabla Kish que es un método que permite seleccionar al azar un participante dentro del hogar, saliendo seleccionado el participante para incorporar en el estudio. Una vez seleccionado el participante de ese hogar → vivienda → manzana, se procede a explicar los alcances del estudio, aclarar dudas respecto a la participación, entre otros, culminando el proceso con la firma del consentimiento informado. Posteriormente, el empadronador aplica el cuestionario sociodemográfico cargado en el software SURVEY123 de ArcGIS en su respectiva tablet. Al finalizar su visita, agradece al participante su participación e informa que una enfermera lo contactará en un plazo de máximo 48 horas para coordinar la visita de una Técnico en Enfermería para realizar el cuestionario de salud, aplicación de pruebas físicas y toma de muestras (ver figura 5).

Figura 4. Flujo empadronamiento, visita 1

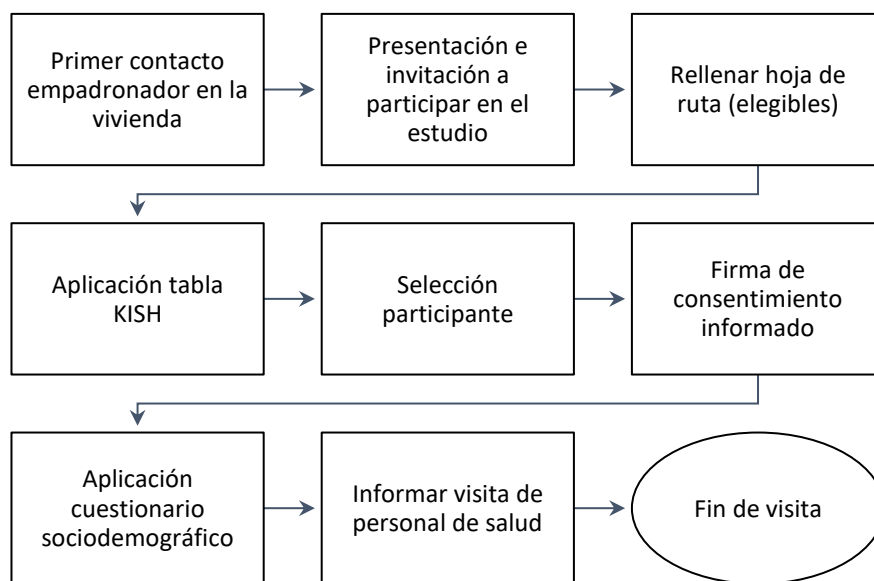
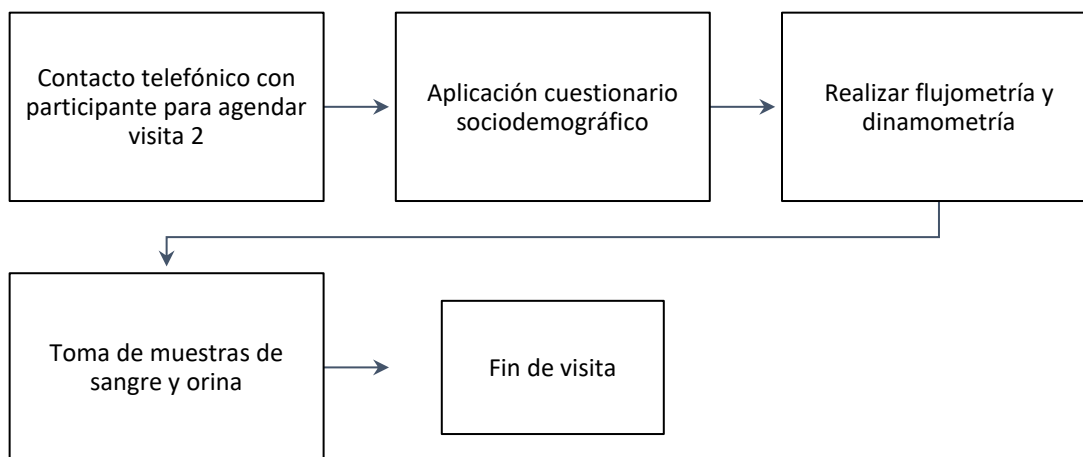


Figura 5. Flujo personal de salud, visita 2



5.8 Justificación del tamaño de la muestra y pilotaje del estudio

El tamaño de la muestra calculada para el piloto, de acuerdo con las bases del proyecto financiado y licitado por el Ministerio de Salud no podía ser inferior al 10% del tamaño de la muestra. En relación con eso, dado que la muestra calculada para el estudio es de 1.152 participantes, el piloto debía tener como mínimo 115 participantes.

Con relación a lo mencionado anteriormente, la cantidad de participantes considerados en el piloto desarrollado entre el 16 de julio y 27 de julio fue de 163 personas. Dicho periodo de tiempo fue mayor a lo esperado, ya que la disponibilidad de insumos de enfermería y laboratorio producto del quiebre de stock dada la situación sanitaria por COVID-19, retrasó todos los tiempos estimados para la realización del piloto, desde el empadronamiento hasta la toma de muestras y posteriores traslados a los laboratorios.

Durante el proceso del pilotaje del estudio, se llevaron a cabo un amplio número de capacitaciones del equipo de salud y empadronadores, además de poner a prueba las encuestas sociodemográficas y salud, así como la recolección de datos a través de las tablet, todos estos procesos se resumen en el Anexo 6 Capacitación, aplicación de encuestas y validación en equipos (tablet).

5.9 Población objetivo y muestra

Personas mayores de 18 años y con al menos cinco años de residencia permanente en la comuna de Coronel.

Criterios de Inclusión:

- Hombre y mujer mayor de 18 años de edad,
- Residentes permanentes de Coronel, con 5 o más años de residencia ininterrumpida
- Personas no institucionalizadas.

Criterios de exclusión:

- Participantes que no muestren disposición a entregar muestras biológicas
- Participantes en condiciones de autonomía limitada para la firma de consentimiento
- Participantes que no cumplan con permanencia de 5 años o más viviendo en la Comuna de Coronel.

Para el abordaje del problema planteado, se destacan que el principal componente evaluado corresponde a salud poblacional. En esta caracterización se prioriza por la ocurrencia de enfermedades crónicas prevalentes en zonas con similares características ambientales. Se utilizan cuestionarios para autoreporte de enfermedades y sus factores de riesgo, toma de muestras biológicas para medir parámetros clínicos como perfil hepático, lipídico, hemograma y glicemia. Además, se realiza la determinación de metales (oides) priorizados por la autoridad sanitaria, tal como Arsénico Inorgánico en orina y Plomo en Sangre.

Todos los demás aspectos relacionados con morbilidad establecida con otros instrumentos específicos, otros monitoreos ambientales y propuestas de remediación específica no se incluyen.

5.10 Instrumentos de Recolección de Información

La encuesta o cuestionario epidemiológico fue el principal instrumento de medición del estado de exposición a diversos factores de riesgo biológicos, sociales, ambientales y otros antecedentes de salud. Se utilizaron cuestionarios ya validados por su aplicación en la Encuesta Nacional de Salud (ENS). De esta manera, se incluyó la medición del auto reporte de diagnóstico médico (por ejemplo, si un médico realizó el diagnóstico de alguna de las enfermedades de interés). También se incorporaron preguntas desde cuestionarios utilizados por el equipo investigador en investigaciones similares realizadas en Chile (Chañaral 2006, 2010, 2015 y 2016, La Greda-Algarrobo 2011, y Antofagasta 2018), todos ellos orientados a medir factores de riesgo vinculados a exposiciones ambientales relacionadas con efectos crónicos en salud. Dentro de los instrumentos utilizados, destacan los siguientes:

Tabla 24. Efectos a medir y sus correspondientes mediciones

Efecto a medir	Cuestionario específico	Examen de laboratorio y métodos
Antecedentes demográficos	Cuestionario ENS 2010-2016	
Hipertensión arterial	Cuestionario vigilancia OPS	-
Enfermedad coronaria	Cuestionario Angina Rosé (OMS abreviado)	-
Enfermedades respiratorias crónicas	Cuestionario de síntomas respiratorios crónicos (CECA modificado)	-
Medición de creatinina urinaria	-	Creatinina en orina (Método cinético colorimétrico Jaffé)
Medición de metales en muestras biológicas	-	Determinación de Arsénico inorgánico, en orina y plomo en sangre (NIOSH Method 8310, 1994 – ICP AES/ NIOSH Method 8005, 1994 – ICP AES).
Medición de alteración en lípidos, perfil bioquímico o hemograma	-	Método enzimático-colorimétrico
Medición de Flujo respiratorio máximo	-	Flujómetro de espirometría PFM marca Clament Clarke, modelo Mini- Wright USA

La mayoría de los eventos vinculados a salud fueron evaluados mediante encuestas de autoreporte, entre ellas, el auto reporte de diagnóstico médico (por ejemplo, si un médico realizó el diagnóstico de alguna de las enfermedades de interés).

A modo resumen se incorporaron las siguientes variables:

- Sexo: Condición civil que ostenta el individuo y que se otorga al momento de nacer, según su anatomía fisiológica.
- Edad: Tiempo cronológico transcurrido desde la fecha de nacimiento del individuo estudiado hasta el momento de aplicar la encuesta.
- Escolaridad: Corresponde al grado de instrucción formal que posee el individuo.
- Nivel Socioeconómico: Posición de un individuo en una escala socioeconómica arbitraria.
- Domicilio: Es el lugar donde la persona (física o jurídica) tiene su residencia con el ánimo real o presunto de permanecer en ella.
- Domicilio actual, domicilio remoto, tiempo de permanencia en domicilio.
- Lugar de trabajo o estudio: Es el lugar donde la persona ejerce su actividad laboral o desarrolla actividades de formación académica, expresada en sector de ubicación de dicho lugar en la ciudad de residencia, según sectorización formulada en el presente estudio.
- Antecedentes de Morbilidad: son antecedentes de salud tales como enfermedades, operaciones, traumatismos y otros que un individuo ha presentado a lo largo de su vida. Se indican aquellas patologías más importantes, según lo referido por ellos.
- Estilo de Vida: hábito de vida o forma de vida es un conjunto de comportamientos o actitudes que desarrollan los individuos, que a veces son saludables y otras veces son nocivas para la salud (tabaco, alcohol, drogas, alimentación, actividad física).
- Exposición a metales: corresponde a metal plomo y metaloide arsénico inorgánico medido en matrices biológicas humanas, en este caso.
- Concentración de metales (oides) en orina o sangre.
- Resultados de mediciones de laboratorio clínico: corresponde a resultados obtenidos de los exámenes perfil bioquímico, hepático, lipídico y hemograma.
- Perfil de consumo de alimentos del mar.

A continuación, se presentan las variables y su respectiva operacionalización, el detalle de su presentación en las encuestas se puede ver en el anexo 9:

Tabla 25. Operacionalizaciones variables

Variable	Descripción/Niveles
<i>I. Identificación</i>	
Fecha	Formato d/m/a
Nombre del encuestador	Texto
Hora inicio	Tiempo 0-24 hrs
Hora termino	Tiempo 0-24 hrs
Código participante	Numérico
Nombre y apellido	Texto
Rut	Texto
Edad	Numérico, años
Sexo	Masculino / Femenino
Fecha de nacimiento	Formato d/m/a
Dirección	Texto
Villa o población	Texto
Número de teléfono	En caso de tener, indicar el número
Correo electrónico	En caso de tener, indicar el correo
Tiempo de residencia en Coronel	Numérico, años
Lugar de residencia de la madre al nacer	Texto
Comuna de residencia	Texto
Lugar-periodo de residencia(s) al menos 6 ms	Texto, indicar localidad y periodo de tiempo
Residencia en el extranjero de al menos 6 meses	Texto, en caso de haber vivido en el extranjero más de 6 meses alguna vez en su vida, indicar País/Ciudad y periodo de tiempo
<i>II. Antecedentes COVID-19</i>	
Síntomas o signos de COVID-19	Dolor de cabeza / Tos / Decaimiento / Fatiga / Fiebre de 38°C o mayor / Escalofríos / Diarrea / Vómito / Náuseas / Dolor abdominal / Dolor de garganta / Pérdida del gusto / Pérdida del olfato / Ojos rojos / Fala de aire o dificultad para respirar / Dolor muscular / Dolor en articulaciones / Dolor u opresión en el pecho / Desorientación - letargo - confusión / Irritabilidad / Secreción o congestión nasal/Expectoración-tos productiva/ Manifestaciones en la piel / Falta de apetito / Otro / Ninguno
Consulta en por síntomas o signos de COVID-19	Si / No
Diagnóstico	Sospecha COVID-19 / Otro
Test PCR	Si / No (solo en caso de sospecha por COVID-19)
Resultado test PCR	Positivo / Negativo / Indeterminado / Otro
Diagnóstico de COVID-19 anteriormente	Si / No
Fecha de diagnóstico COVID-19 anteriormente	Formato d/m/a
Inoculación por COVID-19	Si / No
Nombre de la vacuna por COVID-19	Pfizer / Sinovac / Otro
Número de dosis	Numérico

III. Exposiciones, ocupacionales y ambientales

Trabajo por 6 meses o más	Si / No. En caso de que la respuesta sea afirmativa, se deben dar detalles de la actividad sobre periodo, puesto de trabajo, horas semanales y Comuna.
Exposición a productos químicos en el trabajo	Detalles de exposición, trabajo, años y horas semanales para los agentes Fibra de vidrio / Sílice (Arena) / Arsénico / Asbesto / Cadmio / Cromo / Coke o carbón (humo) / Níquel / Hollín / Plomo / Cobre / Mercurio / Otros
Trabajo en mina o fundición	Si / No
Muestras de orina en el trabajo	Si / No
Trabajo con pesticidas	Si / No. En caso de que la respuesta sea afirmativa, indicar Cuáles, en qué trabajo y por cuánto tiempo.
Consumo habitual de agua y otros líquidos	Cantidad por día, semana o meses. Vasos de agua de la llave (200 cc) / Vasos de agua embotellada, mineral, con o sin gas (200 cc) / Vasos de bebida en botella, lata o jugos envasados (200 cc) / Vasos de leche entera / Vasos de leche semidescremada / Vasos de leche descremada / Latas o botellas de bebida regular sin incluir las dietéticas (350 cc) / Latas o botellas de cerveza / Vasos de vino o champaña / Vasitos de licor / Otra bebida
Consumo de pescado o mariscos en las últimas dos semanas	Si / No
Último consumo de pescados y mariscos	Cantidad por día, semana o meses.
Tipo de pescado o marisco en el último consumo	Respuestas múltiples que incluyen Pescado / Marisco / Algas / Mezclas de anteriores / Otro tipo de productos del mar.

IV. Uso del tabaco

Fumador por un periodo de 6 meses o más	Si / No. Puede ser algún tipo de tabaco, incluyendo cigarrillos, puros o pipas.
Fumador actual	Si / No

V. Humo del tabaco en el ambiente

Exposición en el hogar al humo de tabaco en la niñez	Si / No
Exposición en el hogar al humo de tabaco en la adultez	Si / No

VI. Historia personal de salud

Condiciones de salud	Cáncer / Diabetes / Presión alta / Enfermedades al corazón / Enfermedades respiratorias crónicas / Enfermedad renal / Enfermedad del hígado
Hijos/as biológicos/as	Si / No
Interés en tener hijos/as sin lograrlo	Si / No
Menstruación al menos una vez	Si / No
Edad de la primera menstruación	Numérico, años
Embarazo	Si / No
Niños/as nacidos vivos en el embarazo	Numérico. Para cada embarazo señalar sexo, semanas de gestación, nacido vivo, malformación y fecha de nacimiento
Estatura	Numérico, metros
Peso más frecuente en vida adulta	Numérico, Kg. Indicar para los últimos 10 años, a los 20 años y a los 40 años en caso de tener más de 59 años.

VII. Mediciones en las personas

Fuerza de prensión de manos	Indicar mano hábil y resultados para tres mediciones en Kg. En caso de no realizar el test, indicar No puede / Se niega / Otro.
-----------------------------	---

Flujo espiratorio máximo	Indicar resultado para tres mediciones en L/m. En caso no realizar el test, indicar No puede / Se niega / Otro.
--------------------------	---

VIII. Nivel socioeconómico

Etnia	Respuestas múltiples que incluyen Chileno - Latino / Otro Latinoamericano / Mapuche / Aimara - Quechua / Pascuense / Europeo / Otro
Nivel educacional	Respuestas múltiples que incluyen Sin educación / Básica incompleta / Básica completa / Media completa / Media incompleta / Técnica completa / Técnica incompleta / Universitaria completa / Universitaria incompleta / No sabe - No responde.
Ocupación actual	Respuestas múltiples que incluyen Cesante / Obrero/a sin especialización, jornalero/a, ambulante, trabajador/a ocasional / Empleado/a de bajo nivel (empleado/a doméstico/a, garzón/a, chofer) Trabajador/a por cuenta propia (jardinero/a, modisto/a, gasfiter, lavandero/a, etc.) / Oficinista o empleado/a administrativo público o particular (secretario/a, cajero/a) Obrero/a especializado/a (tornero/a, matricero/a, mecánico/a, etc.) Dueño/a de taxi, microempresario/a, micro comerciante (< de 10 empleados) / Pequeño/a empresario y pequeño/a comerciante (entre 10 y 49 empleados). Técnico y Profesional de nivel medio (Pertenece a empresa de entre 10 y 49 empleados) / Mediano/a empresario/a y comerciante (entre 50 y 199 empleados), Técnico/a y Profesional de nivel medio. (Pertenece a empresa de entre 50 y 199 empleados) / Gran empresario/a y comerciante y alto/a ejecutivo/a / Estudiante / Dueño/a de casa / Jubilado/a / No sabe - No responde
Previsión de salud	Respuestas múltiples que incluyen Fonasa / Isapre / Otro / Sin previsión

IX. Condiciones de su vivienda

Tiempo de residencia en vivienda actual	Numérico, años
Tiempo transcurrido desde la última vez que pintó la casa	Numérico, años
Actividad laboral dentro de la vivienda	Si / No
Principal combustible para cocinar y calefaccionar la casa	Respuestas múltiples que incluyen Gas natural / Gas licuado / Parafina / Electricidad / Leña - Aserrín / Carbón / Energía solar / Otro / No usa
Origen de agua en vivienda y trabajo	Respuestas múltiples que incluyen Agua de la red pública / Agua potable rural / Agua envasada / Pozo o noria / Camión aljibe / Río, vertiente o estero / Otro

X. Nivel de actividad física

En el último mes, ¿con qué frecuencia ha practicado algún deporte o actividad física en sesiones de 30 minutos o más, durante su tiempo libre?	Respuestas múltiples que incluyen 1 vez por semana / 2 veces por semana / 3 veces por semana / 4 veces por semana / 5 veces por semana / 6 veces por semana / Todos los días / Menos de una vez por semana / Realiza sesiones de menos de 30 minutos
--	--

XI. Uso de medicamentos y salud mental

Consumo de medicamentos en la actualidad	Si / No
Nombre del medicamento	Texto
Molestias debido al poco interés o placer en hacer las cosas durante las últimas semanas	Respuestas múltiples que incluyen Ningún día / Varios días / Más de la mitad de los días / Casi todos los días
Molestias por sentirse decaído/a, deprimido/a o sin esperanzas	Respuestas múltiples que incluyen Ningún día / Varios días / Más de la mitad de los días / Casi todos los días
Muestra de orina	Si / No

5.11 Análisis de datos

El plan de análisis considera las siguientes etapas:

1. Estadísticas descriptivas de todos los participantes en cuanto a sus características demográficas y de exposición a factores de riesgo

Las variables se analizaron en esta etapa de manera continua o categorizada, dependiendo de la naturaleza de cada una de ellas.

Se calcularon prevalencias de exposición con representatividad poblacional a nivel comunal, las que podrán compararse con resultados de otros estudios nacionales o regionales similares o del extranjero. Se usaron puntos de corte definidos por el Minsal en sus guías clínicas para polimetales.

Se presentaron indicadores poblacionales como media, cuartiles, porcentaje e intervalos de confianza según el tipo de variable.

La información generada fue tabulada para la muestra total, estratificado por sexo, grupo etario y nivel educacional.

También se estableció prevalencia de los valores alterados de acuerdo a diferentes niveles de referencia del resultado del laboratorio, utilizados en otros estudios poblacionales, como las Encuestas Nacionales de Salud y la Cohorte del Maule (MAUCO), según sexo. Todas las prevalencias se realizaron en la muestra expandida, se estratifican por sexo (resultados entregados en este informe) y se entregan en Anexos resultados estratificados por grupos etarios y Nivel Educativo (NEDU).

2. Análisis multivariados para identificar variables asociadas a la ocurrencia de eventos de salud.

Se exploraron factores de riesgos conocidos como características sociodemográficas, estilo de vida y proximidad a fuentes emisoras de contaminantes a fin de responder preocupaciones comunitarias capturadas durante el trabajo de campo, para los resultados de interés. Se utilizó regresión lineal múltiple para variables continuas de plomo en sangre, arsénico en orina (valores sobre el límite de detección) y flujo espiratorio máximo. Para variables dicotómicas de autoreporte de salud de diabetes, hipertensión, enfermedades cardíacas, enfermedades renales, enfermedades respiratorias, cáncer, salud mental y sospecha de diabetes se utilizó regresión logística.

3. Análisis espacial de los datos

Se realizó una geolocalización de los participantes del estudio, de manera de visualizar la distribución de distintas variables a nivel espacial. Se generaron mapas evaluando la distribución

territorial de personas con alteraciones del flujo espiratorio máximo, según indicadores de auto reporte y distribución de personas con niveles detectables de metales. La localización de los participantes permitió calcular variables de exposición (distancias a 500, 1000 y más de 1000 metros desde fuentes emisoras), para luego realizar análisis bivariados y multivariados. Se evaluaron correlaciones espaciales.

Finalmente, en todos los análisis estadísticos se consideró un nivel de significancia del 5% y se utilizó el software SPSS versión 27. Para los análisis espaciales se utilizó el software ArcGIS 10.5.

5.12 Ajustes al cronograma incluido en el primer informe

El plazo para la ejecución del presente proyecto se estableció de 12 meses, para regir a contar de la firma y completa tramitación del contrato. En el anexo 7, se listan las principales fases y etapas y actividades planificadas para la ejecución del proyecto en relación con los objetivos específicos. Debido al contexto de pandemia, el trabajo de campo se prolongó hasta 6 meses, y la entrega de resultados individuales, por hasta 3 meses.

A fin de alcanzar los objetivos planteados se sostuvieron 30 reuniones periódicas cada 15 días en modalidad online con la contraparte técnica del Ministerio de Salud y la SEREMI de Salud de la región del Bío-Bío en el periodo 11 de enero de 2021 y 2 de diciembre de 2021.

6. PLANIFICACIÓN DE TERRENO AJUSTADO Y SU PLAN DE SUPERVISIÓN

6.1 Planificación de terreno

6.1.1 Contacto de los Entrevistados y Recolección de Datos

El estudio contempló una encuesta basada en hogares y, por ende, la aplicación de los cuestionarios y la toma de muestras biológicas de las personas seleccionadas. Para ello, el equipo de terreno se trasladó al hogar de la persona con todo el material necesario para realizar empadronamiento, cuestionario sociodemográfico y posterior visita del equipo de salud para realizar el cuestionario de salud, toma de muestras y mediciones (flujometría y dinamometría).

Los participantes fueron identificados a través de un empadronamiento que se fue realizando en zonas seleccionadas, dentro y fuera del área de influencia de las fuentes contaminantes. Luego de identificadas las zonas, se empadronó a todas las viviendas presentes en las manzanas de cada zona, y se inició el reclutamiento de los habitantes elegibles de las casas empadronadas. El empadronamiento fue realizado por un equipo de empadronadores de la zona, supervisados por un encargado de empadronamiento de Coronel y la toma de muestras biológicas, fue realizada por técnicos de enfermería de la Región del Bío-Bío, supervisados por una técnico coordinadora local, en el domicilio particular de cada participante. Para casos donde no fue posible reclutar participantes en su domicilio, se consideró la realización de operativos de reclutamiento en lugares y fechas estratégicas.

Al concretar el primer contacto con el informante clave del hogar, se entregó un tríptico. Los contenidos del tríptico fueron: explicar objetivos y etapas del estudio, identificar la página web informativa del estudio y en la cual se pueden identificar a los encuestadores. Posterior a realizar el primer contacto mediante el empadronamiento, el/la técnico en enfermería llamó por teléfono al participante seleccionado, y coordinó la visita para realizar el cuestionario de salud y toma de muestras.

Las etapas de recolección de datos incluyeron empadronamiento, selección de los hogares, aplicación del Consentimiento Informado, aplicación de la encuesta y de los formularios de toma de muestras biológicas, toma de muestras biológicas. El equipo de campo liderado por un Coordinador de Empadronadores y una Coordinadora de Enfermería instalada en la ciudad, programaron las actividades para el contacto de potenciales participantes mediante llamados telefónicos (al menos 4 veces por cada participante); y 3 visitas domiciliarias. Establecida una visita se registró el resultado de esta.

Se puso especial atención para desarrollar una estrategia que permitiera incorporar a residentes de zonas de difícil acceso. Para ello, se programaron operativos convenidos con líderes comunitarios de la zona, en los cuales todo el equipo se trasladó a esas zonas en días específicos, en vehículos especialmente destinados para ello, de manera de ofrecer la posibilidad de atención tanto en casas como en centros comunitarios o de salud. Ese caso, fue el de los campamentos (ver anexo 19, campamentos), donde se programaron visitas con el equipo de empadronadores y TENS para realizar un trabajo conjunto y reclutar a participantes de esas zonas.

6.1.2 Selección de equipo de terreno

El equipo de terreno se compuso desde su inicio por una enfermera con experiencia en estudios epidemiológicos, quien fue la contraparte de la encargada del trabajo de campo en Santiago. A cargo de la profesional, hubo 4 Técnicos en Enfermería (TENS) encargadas de realizar la toma de muestras biológicas y mediciones del estudio.

En terreno, además, operó el equipo de empadronadores, compuesto por un encargado de empadronadores y un grupo de 10 empadronadores. Este equipo se seleccionó teniendo en cuenta las recomendaciones del Dr. Francisco de la Barrera, académico de la Universidad de Concepción y miembro del Centro de Desarrollo Urbano Sustentable, quien tiene a cargo un amplio equipo con experiencia en trabajo de terreno. Además, el encargado de empadronadores que está en la Comuna Coronel, tiene una contraparte en el equipo central de Santiago, supervisando todo el proceso del empadronamiento. Tanto el equipo de empadronadores como el equipo de TENS presentaron cambios en sus integrantes durante el transcurso del estudio. Independientemente del motivo o del momento en que se produjeron los cambios, los nuevos integrantes recibieron la misma capacitación entregada al equipo inicial y se corroboró el nivel de dominio de las distintas temáticas requeridas a través de evaluaciones teóricas y prácticas.

6.1.3 Capacitación y Manual de Trabajo de Campo

Con el fin de estandarizar procedimientos y realizar capacitaciones para el equipo de terreno, se elaboró un Manual de Trabajo de Campo y un Manual de Empadronamiento (ver anexos 5 y 8) en el que se identificaron las acciones para el equipo de empadronadores, enfermería y su capacitación, acciones de reclutamiento de los participantes, instrumentos usados para control de calidad, seguimiento de consentimientos informados firmados, cuestionarios usados, y todo lo referido al proceso de toma, mantención, traslado y análisis químico de las muestras biológicas y cualquier otras actividades que involucraron a los participantes del estudio.

Dentro del Manual de Trabajo de Campo, se incluyeron indicaciones para la aplicación de los cuestionarios, medidas ante posibles dificultades y recomendaciones generales respecto a su aplicación en el terreno. Para su validación desde los aspectos clínicos se contó con el apoyo de una médica experta en toxicología clínica (Dra. Lucía Molina, quien reside en Concepción).

Se estableció un mecanismo de comunicación interno expedito entre el equipo de terreno y el equipo central de investigación, mediante aplicaciones de uso frecuente (WhatsApp), zoom y correo electrónico exclusivo para el estudio.

El contenido de este manual y de las capacitaciones se resume en los siguientes ítems:

1. Objetivos del Manual
2. Objetivos del Estudio
3. Visita de la enfermera
4. Organización del trabajo de terreno
5. Materiales de la visita
6. Protocolo de la visita
7. Flujograma de la visita
8. Procedimientos durante la visita:
9. Muestra de orina
10. Muestra de sangre
11. Medición de Flujo Espiratorio Máximo
12. Encuesta (cuestionario epidemiológico ambiental)
13. Registro en formulario de laboratorio
14. Cierre de la visita
15. Flujograma de las muestras de orina y sangre
16. Uso de la tablet
17. Antes del trabajo de campo
18. Después del trabajo de campo
19. Anexos: Consentimiento; Protocolo de situación de emergencia; Comprobante de atención.

6.1.4 Supervisión del Trabajo de Campo

Durante la fase de terreno, se implementó un sistema regular de supervisión, respecto de las técnicas de entrevista, del cumplimiento de los procedimientos, del llenado de los instrumentos y de la toma, preservación, traslado y envío de las muestras, todo esto acompañado con los manuales

de empadronamiento y de enfermería (Anexos 5 y 8).

Por otra parte, el Ministerio de Salud y la SEREMI de Salud región del Bío-Bío, pudo realizar las labores de supervisión que consideró pertinentes en cada una de las etapas de ejecución del proyecto, incluyendo el trabajo en terreno, la elaboración de los productos solicitados, capacitaciones, entre otros.

También se contó con un control a distancia de reclutamiento de participantes, a través de *Google Drive*, de manera de asegurar el cumplimiento de número de manzanas asignadas y la realización del proyecto en plazos establecidos. La planilla se actualizó en línea indicando datos personales de las personas ingresadas, hora de contacto y fecha de citación para visita de reclutamiento. Lo mismo se realizó en la visita de reclutamiento, agregando procedimientos realizados. A su vez, para poder tener un registro y seguimiento del proceso de trabajo de terreno, se propusieron los siguientes indicadores de calidad:

Tabla 26. Matriz de Indicadores de Proceso del estudio Coronel 2021

Matriz de indicadores de proceso				
Según Objetivos Específicos				
	Ámbito	Actividad	Indicadores Totales	Indicador
1	Terreno	Acceso a personas	N° eventos en Prensa.	72
		Aplicar el Consentimiento Informado (CI)	N° CI tomado.	1238
			% CI tomado del total de participantes ingresados.	100%
			% CI tomado del total de participantes esperado.	100%
		Toma muestra orina	N° muestras de orina tomada.	1043
			% muestras de orina tomada del total participantes ingresado.	84.3%
		Toma muestra sangre	N° muestra sangre	1068
			% muestra sangre tomada del total de participantes ingresado.	86.3%
		Realización encuesta	Tipo de eventos en realización encuesta y toma de muestras.	
			N° encuesta sociodemográfica realizada.	1238 encuesta
			% encuestas realizadas del total de participantes ingresados.	100%
			% encuestas realizadas del total de participantes esperados.	100%
			Tipo de eventos de tipo relacional (conflicto), clínico (lipotimia, crisis de pánico u otro) en realización encuesta.	No se ha presentado ningún inconveniente.
		Traslado	Rango días de traslado.	29 días
			Promedio días de traslado.	5.8 días
Registro eventos de traslado.	Descriptivo			
2	Laboratorio	Ingreso	N° muestra orina ingresada.	1043

Matriz de indicadores de proceso				
Según Objetivos Específicos				
	Ámbito	Actividad	Indicadores Totales	Indicador
			N° muestra sangre ingresada.	1068
		Análisis de muestras	N° resultado muestra orina emitido.	992
			% resultado orina emitido/total muestra orina ingresada.	95.1%
			N° resultado muestra sangre emitido.	1027
			% resultado sangre emitido/total muestra sangre ingresada.	96.2%
			N° resultado Plomo emitido.	1068
			N° resultado Arsénico emitido.	1043
			Análisis descriptivo primero resultado	Cualitativo
3	Centro de Análisis	Equipo investigación	Número de reuniones con contraparte MINSAL y Seremi	31 reuniones

6.1.5 Toma de muestras biológicas, supervisión y logística en laboratorios

a. Muestras biológicas

Las muestras biológicas obtenidas fueron las siguientes:

- **Exámenes de laboratorio clínico:**

Se realizaron los siguientes exámenes de laboratorio en sangre: perfil hepático, lipídico, hemograma y glicemia.

- **Exámenes de arsénico y plomo:**

Se analizaron niveles de arsénico inorgánico en orina y plomo en sangre.

También se realizó la evaluación de la función pulmonar (peak flow) en la muestra seleccionada según los criterios definidos en la cohorte MAUCO (Cohorte del Maule).

El flujo espiratorio máximo (FEM) es el mayor flujo de aire alcanzado en una maniobra de espiración forzada durante una prueba de flujometría, y corresponde a una prueba de función pulmonar alternativa como herramienta de diagnóstico y control ante ausencia de espirometría (Orena et al, 2019).

La medición se realizó mediante el Flujómetro marca Clament Clarke, modelo Mini- Wright USA. Este instrumento, permite evaluar pacientes con obstrucción en las vías respiratorias aéreas (Céspedes et al, 2010). Mide la cantidad máxima de aire que expelen los pulmones durante una maniobra forzada en Litros/minutos (L/min)

b. Análisis de laboratorio

El procesamiento de las muestras se realizó en dos laboratorios. En el Laboratorio Arauco (ver anexo 10, laboratorio Arauco) con sede en Arauco (central) y Coronel (sólo toma de muestras), se realizaron las determinaciones de perfil hepático, lipídico, hemograma y glicemia. En el Laboratorio DICTUC (ver anexo 11, protocolos DICTUC S.A) localizado en Santiago, se realizaron las mediciones de As en orina y Pb en sangre.

El protocolo de la recolección de cada muestra contempló:

c. Medición de parámetros en Sangre

El procedimiento de toma de muestra de sangre consideró lo siguiente:

1.- Recolección de muestra por personal de enfermería y/o técnico en enfermería (utilizando equipo

de protección adecuado) en tubos Vacutainer heparinizados con cierre hermético, mediante punción endovenosa.

2.- Codificación y rotulación inmediata de las muestras y almacenamiento a 4°C desde el lugar de toma de muestra a centro de almacenamiento temporal de muestras.

3.- Almacenamiento de la muestra en refrigerador con temperatura controlada entre 2° y 8° Celsius y traslado a laboratorios de Arauco y Santiago en cajas térmicas con unidades refrigerantes que mantienen la temperatura de refrigeración. El traslado a Santiago se realizó gracias a los servicios prestados por la empresa Hot Express.

Se realizan las siguientes determinaciones utilizándose métodos estándares de medición:

- Perfil lipídico: Col Tot, LDL, HDL y Triglicéridos (método enzimático-colorimétrico), Perfil Bioquímico completo (incluye glicemia), y Hemograma. Estas muestras fueron analizadas en el Laboratorio Arauco.

d. Tablas de frecuencias simples de resultados de todas las variables

En el anexo 15, se detallan las tablas de frecuencias simples para todas las variables que se generaron a partir de la aplicación de la encuesta sociodemográfica y de salud.

e. Medición de parámetros en orina

El procedimiento para la obtención de muestras de orina fue el siguiente:

1.- Recolección de 1 frasco de orina (30 ml), con cierre hermético, sin espacio de aire dentro del frasco.

2.- Codificación, rotulación y almacenamiento a 4°C desde el lugar de toma de muestra a centro de acopio.

3.- Almacenamiento de la muestra en refrigerador con temperatura controlada entre 2° y 8° Celsius y traslado a laboratorios de Arauco y Santiago en cajas térmicas con unidades refrigerantes que mantienen la temperatura de refrigeración. El traslado a Santiago se realizó gracias a los servicios prestados por la empresa Hot Express.

f. Análisis químico de metales en muestras biológicas

La determinación de arsénico inorgánico y plomo en sangre se realizó en DICTUC S.A., laboratorio acreditado ISO 17025. Los análisis se realizaron a través del método NIOSH. Estas metodologías se encuentran descritas en el NIOSH Manual of Analytical Methods 4th Edition. El desempeño de cada método fue validado por El Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional de los Estados

Unidos (NIOSH). NIOSH forma parte de los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades (CDC) (<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/>).

Cada metodología incluyó las directrices para el muestreo, preparación de la muestra, calibración y control de calidad y determinación del analito (ver anexo 11: Protocolo DICTUC). Se adicionó la determinación de creatinuria para ajuste posterior de los resultados para Arsénico Inorgánico.

En síntesis, se presenta un resumen de los distintos aspectos medidos en el estudio:

Tabla 27. Efectos a medir y sus correspondientes mediciones

Efecto a medir	Cuestionario específico	Examen de laboratorio y métodos
Antecedentes demográficos	Cuestionario ENS 2010-2016	
Hipertensión arterial	Cuestionario vigilancia OPS	-
Enfermedades respiratorias crónicas	Cuestionario de síntomas respiratorios crónicos (CECA modificado)	-
Medición de creatinina urinaria	-	Creatinina en orina (Método cinético colorimétrico Jaffé)
Medición de metales en muestras biológicas	-	Determinación de Arsénico inorgánico, en orina y plomo en sangre (NIOSH Method 8310, 1994 – ICP AES/ NIOSH Method 8005, 1994 – ICP AES).
Medición de alteración en lípidos, perfil bioquímico o hemograma	-	Método enzimático-colorimétrico
Medición de Flujo respiratorio máximo	-	Flujómetro de espirometría PFM marca Clament Clarke, modelo Mini- Wright USA

g. Cadena de custodia y frío

Se contó con una cadena de custodia y cadena de frío que permitió asegurar la identificación, certeza e integridad de la muestra enviada al laboratorio, incluyendo los siguientes parámetros de control:

- Verificación e identificación del participante.
- Extracción por parte del equipo de la muestra de sangre y vigilancia del participante durante la emisión de la orina.
- Evaluación del aspecto y de la temperatura de la muestra desde su toma a su arribo al laboratorio de análisis.

Toda la información de reclutamiento y toma de muestras, fue registrada en planillas de control datos, y en las tablets programadas para ello. Todos los traslados de muestras a Santiago fueron realizados por la misma empresa de traslado, con experiencia en muestras biológicas.

6.2 Flujo para la entrega de resultados y exámenes

Los potenciales usuarios de la información generada por este estudio corresponden a los servicios públicos del sector salud y del ambiente.

Otros potenciales usuarios corresponden a empresas privadas de la zona, organizaciones no gubernamentales, universidades y la comunidad en general interesada en el tema abordado. En este sentido, los productos generados por el estudio, pueden ser un insumo para futuros estudios, investigaciones, programas y proyectos a desarrollar.

6.2.1 Entrega de resultados individuales y datos agregados

A nivel individual, los resultados de laboratorio fueron enviados a cada participante mediante carta certificada (ver modelo en anexo 12) o mediante correo electrónico de acuerdo con la preferencia manifestada y acordada previamente.

En relación a la entrega de carta, se registró en una planilla la fecha de envío y acuso conforme de las cartas; se seleccionó un número aleatorio de participantes a quienes se llamó telefónicamente para verificar si recibieron sus resultados. En aquellos casos en que se produjo pérdida de la carta, se consideró enviar nuevamente el resultado dos veces más; si esto falló, se programó una visita al hogar para la entrega del resultado de manera personal. El contenido de la carta fue estandarizado y validado por la contraparte técnica antes de su envío a los participantes.

El proceso de entrega de resultados fue realizado de la siguiente forma: en primera instancia fue necesaria la confirmación de los correos electrónicos registrados por los empadronadores, con el fin de corroborar si este pertenece o no a la persona señalada y si es participante del estudio, esta tarea se realizó mediante el envío de un correo electrónico pidiendo que se corroboren los datos mencionados anteriormente.

Este correo electrónico fue enviado a 404 participantes registrados, de los cuales 36 no lograron ser entregados a sus destinatarios por errores de digitación, la mayoría de ellos bastante obvios (.com, @gmail) por cuál fueron corregidos, no obstante, algunas direcciones no se lograron corregir en 17 participantes.

De manera colectiva, al finalizar el trabajo en terreno se preparó un reporte consolidado para los resultados. El contenido de las tablas de resultados y sus formatos fueron acordados con la contraparte técnica de manera de evitar cualquier eventualidad que pueda surgir a consecuencia de los resultados, utilizando criterios de la comunicación de riesgos. Estos resultados fueron publicados en las redes sociales del estudio.

7. ESTRUCTURA DE BASE DE DATOS Y SU PLAN DE VALIDACIÓN

Se implementó una malla de validación que fue utilizada en las distintas etapas de supervisión de los datos una vez que éstos fueron digitados, con el fin de pesquisar eventuales problemas y corregirlos oportunamente. Dentro de estos aspectos se ha realizado lo siguiente:

Se incluyó el uso de la plataforma ArcGIS Survey 123 que permitió realizar el ingreso de los participantes, desde el reclutamiento hasta el proceso final de elaboración de un reporte individual de resultados de sus mediciones biológicas. La plataforma permitió implementar una malla de validación en cualquier de las etapas en que se registraron datos, los que podían ingresar desde el empadronamiento de los participantes, luego se digitaron los cuestionarios y los resultados de las determinaciones analíticas, con limitaciones específicas para evitar dobles digitaciones, valores anómalos y errores típicos de digitación.

En cualquiera de estos pasos fue posible pesquisar eventuales problemas y corregirlos oportunamente. Con esta plataforma se aseguró que se respetaron todos los saltos incluidos en el cuestionario. Cuando una persona contestó, es decir, cuando no se respetó el salto, se dejó la respuesta dada como missing, es decir, se dejó la celda vacía. Del mismo modo cuando no existió un valor indicado en la pregunta para la "no respuesta", se verificó que cuando una persona no respondió la pregunta la respuesta quedó como missing o celda vacía.

También se chequearon los valores mínimos y máximos en cada pregunta de manera de identificar respuestas fuera de los rangos permitidos y hacer las correcciones cuando sea posible, en caso contrario dejar el valor como missing por ejemplo si sexo es 1 (hombre) y 2 (mujeres), se verificó que aparezca un sexo 3, por ejemplo. Si no fue posible verificar el sexo que tiene esta persona se dejó como missing o celda vacía. Asimismo, se verificó que las fechas que representan instantes consecutivos en el tiempo tuvieran el orden cronológico correspondiente, y se verificó el cálculo de la variable edad según fecha de nacimiento. Finalmente, respecto de las variables que incluían "otro especifique" como respuesta, se revisó la respuesta dada en la especificación y se reclasificó en otra variable, cuando fue posible, en alguna de las otras opciones dadas en las mismas preguntas.

Se realizó un listado con todas las definiciones de las variables y sus etiquetas, de manera de favorecer los análisis de datos posteriores.

A partir de las salidas de datos desde la plataforma seleccionada, fue posible realizar el análisis exploratorio de los datos para identificar errores de digitación, en las respuestas de las variables de exposición y las variables de efecto, identificar valores extremos y valores perdidos.

Todas las bases de datos generadas tuvieron acceso restringido sólo al equipo central; se definieron otras restricciones de acceso a bases de datos relacionadas con el control del trabajo de campo.

La coordinación de las actividades fue realizada por un Ingeniero informático, responsable de las actividades de:

- Instalación del cuestionario en la plataforma.
- Administración de la plataforma.
- Entrenamiento de técnicos de salud responsables del trabajo de campo y de coordinadora local y central de las actividades de terreno.
- Elaboración de reporte semanal de actividades registradas y elaboración de reportes de control.
- Bajada de bases de datos preliminares para pesquisa de errores de digitación o de aplicación de preguntas.
- Elaboración de back ups periódicos (en promedio cada 15 días).
- Soporte técnico a demanda en lo referido la plataforma utilizada.

8. ENTREGA DE REPORTES INDIVIDUALES Y DIFUSION A LA COMUNIDAD DE CORONEL

Se describen las actividades realizadas en la comuna de Coronel, de manera de proporcionar a los participantes consejería para una mejor comprensión de los hallazgos individuales de estado de salud. De igual manera, durante toda la ejecución del estudio, se realizaron diversas actividades para informar a la comunidad de sus avances e hitos, así como comenzar un proceso educativo sobre la ocurrencia de enfermedades crónicas y los determinantes de salud vinculados a lo medido en la comuna de Coronel.

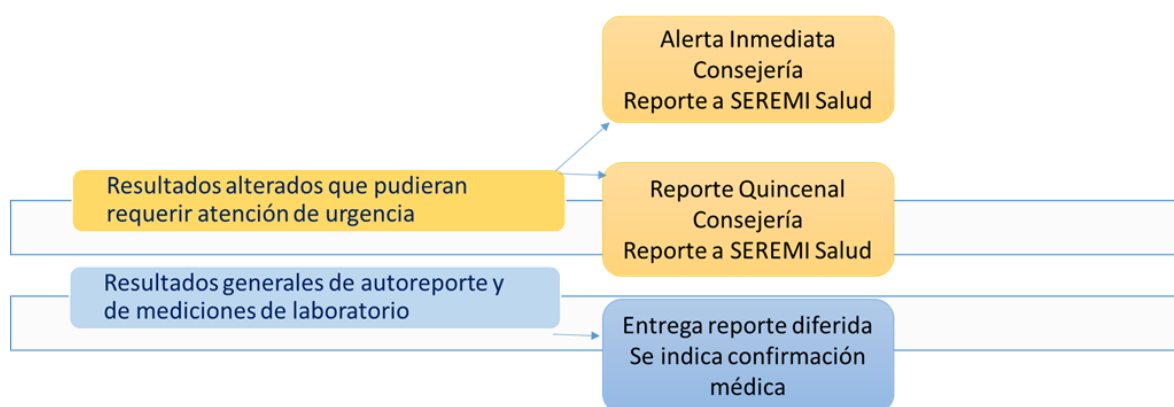
8.1 Reporte de consejería en alerta inmediata y quincenal

Con el fin de promover y mejorar la salud y bienestar de los participantes de este estudio, se le ofreció a cada uno de ellos una consejería en salud.

Este proceso de consejería consiste en un consejo entregado por un profesional de la salud capacitado (enfermera), para comunicar los resultados obtenidos de los exámenes de laboratorio que se tomaron a consecuencia del estudio.

Se toma el modelo de consejería de la Encuesta Nacional de Salud (ENS) y se realizan tres tipos de Consejería asociado a la entrega de resultados: inmediata, quincenal y diferida (figura 6).

Figura 6. Sistema de alerta de consejería



Se programaron 3 fases del proceso de consejería:

1. Planificación de la consejería
2. Ejecución de la consejería
3. Monitoreo y evaluación de la consejería

1.- Planificación de la consejería

Objetivos

- Diseñar proceso de Consejería de acuerdo con la factibilidad local y del equipo.
- Identificar actores involucrados en el proceso.
- Coordinar actividades con actores involucrados

Actividades

- Con Autoridades Salud Locales
 - a) Establecer vías de comunicación y reportes.
 - b) Generar puntos de derivación de los participantes.
- Con Equipo de Consejería
 - a) Definir puntos de corte para alerta en resultados de exámenes de laboratorio.
 - b) Identificar participantes con resultados fuera de rango de referencia.
 - c) Generar Bases de Datos de participantes en los diferentes Tipos de Alerta.

Se programaron actividades de Consejería según tipo de alerta:

Consejería de Alerta Inmediata: actividad generada cuando un participante tenga en los resultados de los exámenes de laboratorio un valor alterado de relevancia que requiera consulta precoz con médico tratante (tabla 28 y 29).

Consejería de Alerta Quincenal: actividad generada cuando un miembro del Equipo delegado para la tarea de Consejería toma contacto con un participante cuando tenga en los resultados de los exámenes de laboratorio un valor alterado moderado, que deba ser considerado en su control de salud (tabla 28 y 29).

Consejería Diferida (Consulta espontánea del participante): esto se produce cuando un participante se comunica por correo o WhatsApp con el Equipo de Investigación con el objeto de consultar sobre dudas en la interpretación de sus resultados.

Tabla 28. Puntos de corte para resultados de exámenes de laboratorio

Examen	Alarma inmediata Coronel	Alerta quincenal Coronel
Glucosa basal	<40 ó > 500 mg/dL	≥ 400
Hemoglobina Total	<7 ó > 20 g/dL	< 8 g/dL
Triglicéridos	> 1500 mg/dL	≥ 500 mg/dL
Creatinemia	> 3 mg/dL	≥ 2 mg/dL
Tiempo de protrombina	> 20 segundos	
Colesterol LDL	No aplica	≥ 230 mg/dL
GGT	No aplica	≥ 300 U/L

*Basado en ENS 2016-2017

Tabla 29.. Puntos de corte para resultados de exámenes de metales

Metal	*Valor de alerta
Arsénico inorgánico en orina	≥ 35 µg/L
Plomo en sangre	≥ 10 µg/L

*Es el valor frente al cual se debe comparar el resultado del análisis realizado, definido para Chile de acuerdo a consenso de expertos. Un valor superior al de referencia, requiere tomar una conducta activa y el participante debe ser atendido por el Sistema de Salud.

Tabla 30. Equipo de trabajo participante en la consejería

Profesional	Actividad
Dra. Sandra Cortés	Investigadora responsable
Dra. Marisa Torres y Dra. Lucía Molina	Asesoría del proceso de consejería
Ing. estadística María José Ojeda	Organizar la información en bases de datos. (Anexo 13-parte A)
Geógrafo Sebastián Díaz	Validar, corregir y enviar correo electrónico a los participantes
Enfermera Margarita Valenzuela	Realizar consejería y registro de ella. (Anexo 13-parte B)

2. Ejecución de la consejería

Se espera que el participante de la investigación sea capaz de:

- Conocer el resultado del examen que se encuentra alterado, la magnitud de la alteración y su importancia para su salud.
- Comprender la importancia de asistir a una atención médica al sistema de salud habitual para presentar el examen alterado.

Actividades

- Identificación: requerir que el participante confirme su identidad indicando su número de carnet y nombre completo.
- Tener a disposición los resultados del participante, para poder leerlos en el momento de la consejería.
- Programar y generar un encuentro a distancia, día y hora preestablecido. En este encuentro, si el participante lo solicita, podría usarse parlante para que un familiar –cuidador participe de la conversación (hijo, esposo/a, etc.). Dejarlo registrado.
- Con el fin de mantener la confidencialidad de la conversación y generar un ambiente adecuado, se le solicitará al participante que se encuentre en un lugar tranquilo y que disponga de tiempo (al menos 10 minutos). Se hará énfasis en que mantenga la TV o la radio apagada.
- Se revisarán los resultados en conjunto y en el orden que se indica: 1) hemograma, 2) perfil hepático, 3) perfil lipídico, 4) urianálisis, 5) niveles de arsénico inorgánico en orina y de plomo en sangre. Se hará énfasis en los resultados alterados.
- Durante el desarrollo del encuentro se acogerán las inquietudes y consultas. Para ello se explicitará “Estimado participante, por favor consulte si tiene alguna duda o pregunta, o si no comprende una frase o palabra”.
- El mensaje final de la consejería de alerta, es señalar la importancia de que el participante consulte a su médico de cabecera o a su proveedor habitual de salud donde reside, de forma precoz para continuar su proceso de atención. Para esto se aconsejará la derivación a un médico general, dependiendo de la previsión o al Centro de Salud Familiar (CESFAM) más cercano.
- Se insistirá que el participante lleve los resultados del estudio al control médico.
- Para finalizar se sugiere cotejar que el participante haya comprendido adecuadamente el mensaje, para lo cual se sugiere consultar, estimado participante, de acuerdo con lo conversado, ¿qué hará usted con los resultados de sus exámenes?
- Flujograma (anexo 13, parte c).

Consejería diferida

Es relevante identificar al participante que desea consultar, por lo que los primeros pasos de la Consejería son similares a la de Alerta. Es requisito preguntarle el motivo del llamado, (registrarlo), y otorgarle toda la información pertinente asociada a la consulta. Se sugiere no entrar en contenidos no relacionados al Motivo de Consulta.

Para promover una consejería efectiva el consejero debe:

- Aprenderse el nombre del participante
- No criticar ni juzgar comportamientos
- Mantener la confidencialidad de la información

- No tomar decisiones por el participante
- Usar un vocabulario simple
- Focalizar la información hacia los resultados alterados
- Saber escuchar

3. Evaluación y monitoreo de la consejería

Se espera que el Equipo de Consejería sea capaz de:

- Generar consejería a todos los participantes con valores de Alerta y participantes consultantes.
- Monitorizar la dinámica del proceso a través de indicadores pre- establecidos.

Actividades

- Registro periódico (diario) del número de participantes con valores de alertas.
- % de correos y / o cartas de informes de resultados enviados (META 100% participantes).
- % de consejería de población consultante (META 100% consultantes).
- Registro de latencia de generación de Alerta y realización de Consejería (META menor tiempo posible, evaluar según etapas de implementación del proceso).
- Registro de latencia entre consulta por resultados y consejería (META menor tiempo posible).

Tabla 31. Reporte de consejería en alerta inmediata y quincenal

Número de consejerías	Alerta inmediata	Alerta Quincenal	Fecha de término
Total realizados	13	16	14-02-2022
Total pendientes	28	20	
Total	41	36	

8.2 Difusión comunitaria

Con el fin de proporcionar una plataforma permanente de difusión de las informaciones acerca del proyecto, sus avances y alcances, se preparó una serie de acciones comunicativas orientadas a apoyar la ejecución y desarrollo de todo el proyecto.

Durante el desarrollo del presente estudio se destacó la relevancia de ser el primer estudio de este tipo a nivel regional, recalando su calidad de estudio pionero, ejecutado por un equipo con experiencia que responde a una preocupación comunitaria. De esta forma, uno de los principales objetivos fue difundir y posicionar el proyecto “Situación de salud en habitantes de la Comuna de Coronel asociado a determinantes de salud” como una iniciativa impulsada por el Ministerio de Salud, en respuesta a las inquietudes ciudadanas. Para ver todo el plan comunicacional que fue llevado a cabo ver anexo 17 informe comunicaciones.

9. RESULTADOS

En esta sección se entregan resultados del trabajo de terreno realizado. Luego, se describen los datos socio-demográficos, estilos de vida y de salud, producto de la encuesta y exámenes de laboratorio. Posteriormente se presenta el análisis bivariado y por último modelos que permiten explicar la ocurrencia de las enfermedades más frecuentes observadas en la comuna de Coronel, y la relación con los factores de riesgo y protectores para la salud presentes en la comuna.

Durante el proceso de ejecución del trabajo de terreno se realizaron diferentes actividades y control de calidad de los procesos para el trabajo de los empadronadores y el equipo de salud. El detalle de estas actividades, así como las tasas de respuesta y rechazo del estudio se detallan en el anexo 14.

Las estadísticas descriptivas bivariadas se presentan por sexo (ver anexo 16, el análisis bivariado por nivel educacional y rango etario, para los aspectos demográficos, estilos de vida y determinaciones clínicas; también se describen los indicadores relativos a la medición de la exposición a metales, a través de las concentraciones de arsénico inorgánico en orina y de plomo en sangre, en las personas adultas (ver anexo 15, tablas univariadas).

8.1 Trabajo de terreno realizado

En la tabla 32 se observa la muestra total (n) y expandida (N) del estudio realizado. De acuerdo a lo planificado, el total de personas que participaron en este estudio fue de 1.238 participantes, que representan a un total de 84.460 personas en Coronel. El 36,8% es hombre y 63,2% es mujer.

Tabla 32. Muestra expandida y población que representa de participantes adultos de Coronel por estratos de edad y según sexo, año 2021.

Grupo etario	Total		Mujeres		Hombres	
	n	N	n	N	n	N
18-29 años	179	19599	102	9855	77	9744
30-44 años	326	23435	225	12059	101	11377
45-59 años	359	22870	238	11786	121	11084
60-75 años	310	15381	186	9159	124	6222
76-85 años	57	2832	28	990	29	1842
> 86 años	7	343	3	95	4	248
Total	1238	84460	782	43944	456	40516

Las tablas se diferencian por los puntos de corte de grupo etario
n = muestra - N = muestra expandida corregida por sexo y edad

8.2 Caracterización epidemiológica de la población adulta de la Comuna de Coronel

En las siguientes tablas se detallan las características sociodemográficas de la población de la Comuna de Coronel durante el año 2021 (Tabla 33), sus principales factores de riesgo en cuanto a estilos de vida (Tabla 34) y condiciones del entorno y de los hogares.

Tabla 33. Características sociodemográficas de habitantes de Coronel según sexo, año 2021

	Total (n=1238)					Mujeres (n=782)					Hombres (n=456)					valor p
	Media o %	IC 95%	n	N		Media o %	IC 95%	n	N		Media o %	IC 95%	n	N		
Edad, años (media)	45.1	43.5	46.8	1238	84460	45.4	43.4	47.5	782	43944	44.8	42.5	47.2	456	40516	0.693
Etnia (%)																
Chileno/Latino	91.1%	88.1%	93.4%	1140	76915	91.6%	87.2%	94.7%	726	40271	90.4%	85.8%	93.7%	414	36644	
Otro Latinoamericano (especificar)	0.3%	0.0%	1.6%	2	239	0.1%	0.0%	0.4%	1	27	0.5%	0.1%	3.7%	1.0%	212	
Mapuche	8.0%	5.8%	11.0%	86	6749	7.9%	4.9%	12.4%	50	3453	8.1%	5.2%	12.6%	36	3296	
Aymara/Quechua	0.2%	0.0%	0.6%	3	146	0.1%	0.0%	1.1%	1	65	0.2%	0.0%	1.0%	2	81	0.338
Rapa Nui	0.1%	0.0%	0.4%	2	85	0.2%	0.0%	0.8%	2	85	0.0%			0	0	
Europeo	0.1%	0.0%	0.3%	2	68	0.1%	0.0%	0.4%	1	26	0.1%	0.0%	0.7%	1	42	
Otro	0.3%	0.1%	1.5%	3	258	0.0%	0.0%	0.3%	1	17	0.6%	0.1%	3.2%	2	242	
Escolaridad (%)																
< 8 años	19.9%	16.9%	23.2%	286	16766	21.1%	17.3%	25.3%	178	9253	18.5%	14.5%	23.4%	108	7512	
9-12 años	40.2%	36.3%	44.3%	538	33978	40.1%	35.0%	45.4%	339	17634	40.3%	34.5%	46.5%	199	16344	0.684
> 12 años	39.9%	35.6%	44.4%	414	33716	38.8%	33.2%	44.7%	265	17057	41.1%	35.3%	47.2%	149	16660	
Ingreso líquido mensual																
Menos de \$65.000	25.5%	21.2%	30.4%	291	21567	30.7%	25.3%	36.7%	215	13478	20.0%	14.7%	26.5%	76	8089	
\$65.000 a \$136.000	6.9%	5.3%	8.9%	104	5837	8.1%	6.0%	10.8%	76	3552	5.6%	3.6%	8.6%	28	2285	
\$137.000 a \$180.000	6.3%	4.8%	8.1%	108	5281	8.7%	6.5%	11.6%	80	3829	3.6%	2.3%	5.4%	28	1451	
\$181.000 a \$199.000	3.0%	2.0%	4.4%	48	2524	3.0%	2.0%	4.5%	29	1306	3.0%	1.6%	5.7%	19	1217	<0,001
\$200.000 a \$250.000	5.3%	3.9%	7.2%	75	4468	5.4%	3.7%	7.8%	47	2363	5.2%	3.1%	8.5%	28	2105	
\$251.000 a \$299.000	6.8%	5.0%	9.2%	92	5756	8.0%	5.4%	11.6%	64	3495	5.6%	3.4%	9.1%	28	2262	

	Total (n=1238)					Mujeres (n=782)					Hombres (n=456)					valor p
	Media o %	IC 95%	n	N		Media o %	IC 95%	n	N		Media o %	IC 95%	n	N		
\$300.000 a \$350.000	8.3%	6.5% 10.4%	109	6980		8.7%	6.4% 11.6%	70	3810		7.8%	5.3% 11.4%	39	3170		
\$351.000 a \$450.000	9.6%	7.4% 12.4%	116	8102		10.4%	7.1% 14.9%	73	4567		8.7%	5.8% 13.0%	43	3535		
\$451.000 a \$650.000	12.4%	9.9% 15.4%	130	10487		7.9%	5.5% 11.2%	53	3452		17.4%	13.1% 22.7%	77	7034		
\$651.000 a \$850.000	6.9%	5.0% 9.3%	72	5797		4.7%	2.8% 7.7%	33	2063		9.2%	6.2% 13.5%	39	3734		
\$851.000 a \$1.050.000	3.9%	2.5% 6.0%	36	3312		2.1%	1.0% 4.2%	16	922		5.9%	3.4% 10.0%	20	2390		
\$1.051.000 a \$1.250.000	1.2%	0.7% 2.3%	18	1050		1.0%	0.5% 1.9%	10	430		1.5%	0.6% 3.9%	8	620		
\$1.251.000 o más	1.9%	1.1% 3.5%	18	1635		0.5%	0.2% 1.1%	6	210		3.5%	1.8% 6.8%	12	1425		
No responde /No Sabe	2.0%	1.1% 3.5%	21	1664		1.1%	0.5% 2.1%	10	466		3.0%	1.4% 6.2%	11	1198		
Previsión de salud																
Fonasa	87.7%	84.8% 90.2%	1098	74110		89.7%	86.7% 92.1%	699	39427		85.6%	80.1% 89.8%	399	34683		
Isapre	5.8%	4.0% 8.3%	58	4898		2.9%	1.8% 4.6%	24	1265		9.0%	5.6% 14.0%	34	3633		
FF.AA. Y de orden	2.0%	1.1% 3.4%	21	1670		1.8%	0.9% 3.4%	12	787		2.2%	0.9% 5.2%	9	883	0.008	
Sin Previsión	3.2%	2.3% 4.6%	50	2738		4.4%	3.0% 6.4%	42	1918		2.0%	1.0% 4.3%	8	820		
Otro	1.2%	0.6% 2.5%	11	1044		1.2%	0.4% 3.5%	5	547		1.2%	0.5% 3.2%	6	497		

El promedio de edad de los participantes fue de 45,1 años, el 91,1% se considera chileno/latino. El 40,2% de los participantes tiene entre 9-12 años de estudio. El 25,5% tiene un ingreso líquido mensual menor a \$65.000 y el 12,4% tiene un ingreso de \$451.000 a \$650.000, en relación a esta variable hay diferencia estadísticamente significativa (valor $p < 0,001$) entre hombres y mujeres. La previsión de salud con mayor porcentaje fue el sistema público con un 87,7% (Tabla 34).

Tabla 34. Caracterización de estilos de vida de adultos habitantes de Coronel según sexo, año 2021

	Total					Mujeres					Hombres					valor p
	Media o %	IC 95%	n	Total muestral		Media o %	IC 95%	n	Total muestral		Media o %	IC 95%	n	Total muestral		
Tabaquismo (%)																
Nunca	43.0%	38.9%	47.2%	534	36322	47.9%	42.6%	53.3%	369	21064	37.7%	31.6%	44.1%	165	15258	0.013
Ex-fumador*	48.6%	43.4%	53.8%	366	23398	43.4%	36.4%	50.7%	205	9933	53.3%	45.7%	60.8%	161	13466	0.071
Fumador activo*	51.4%	46.2%	56.6%	338	24739	56.6%	49.3%	63.6%	208	12947	46.7%	39.2%	54.3%	130	11792	
Fumador pasivo infancia	55.6%	50.3%	60.7%	352	22936	59.3%	52.0%	66.1%	218	12589	51.6%	43.3%	59.9%	134	10346	0.191
Fumador pasivo adultez	40.2%	33.6%	47.2%	179	11895	39.9%	31.6%	49.1%	120	6843	40.5%	31.0%	50.7%	59	5052	0.942
Ingesta de líquidos																
Agua de la llave	96.1	74.5	117.8	1238	84460	95.6	73.8	117.4	782	43944	96.8	62.8	130.7	456	40516	0.947
Agua embotellada	66.1	57.4	74.8	1238	84460	70.2	58.0	82.4	782	43944	61.6	49.9	73.2	456	40516	0.3
Bebida regula	13.0	10.8	15.1	1238	84460	8.8	7.0	10.6	782	43944	17.5	13.6	21.3	456	40516	<0,001
Bebida de dieta	3.2	2.2	4.2	1238	84460	2.8	1.7	3.9	782	43944	3.6	1.9	5.3	456	40516	0.464
Cerveza	6.0	3.9	8.1	1238	84460	2.5	1.9	3.1	782	43944	9.8	5.6	14.0	456	40516	<0,001
Vino o champaña	3.1	2.3	4.0	1238	84460	1.6	1.1	2.1	782	43944	4.8	3.2	6.5	456	40516	<0,001
Licor	1.6	0.6	2.5	1238	84460	0.3	0.1	0.5	782	43944	2.9	1.0	4.8	456	40516	0.01
Pescados y mariscos																
Últimas 2 semanas (%)	74.1%	69.9%	78.0%	738	50512	75.2%	70.0%	79.8%	485	27548	72.9%	66.3%	78.6%	253	22964	0.541
Gramos	309.1	282.4	335.8	907	60862	276.4	247.2	305.7	596	32921	347.7	306.8	388.5	311	27942	0.003
Actividad física																
1-2 v/semana	17.0%	14.1%	20.4%	161	11966	14.5%	11.2%	18.6%	92	5413	19.9%	15.1%	25.7%	69	6553	
>3 v/semana	31.7%	27.9%	35.8%	344	22329	27.4%	22.7%	32.7%	200	10249	36.6%	30.6%	43.1%	144	12080	0.005
<4 v/mes	51.3%	46.9%	55.6%	551	36081	58.1%	52.6%	63.4%	391	21731	43.5%	36.4%	50.9%	160	14350	

* Prevalencia en relación a quienes afirmaron tener antecedentes de tabaquismo

En cuanto a los estilos de vida, la población adulta estudiada señala en tabaquismo que un 43% (534) nunca ha fumado, de los que han fumado alguna vez, un 48,6% (n=366) es exfumador, un 51.4% (n= 338) es fumador activo; se destaca que han sido fumadores pasivos en la infancia un 55,6% de la población, mientras que los fumadores pasivos en la adultez alcanzan a 40,2% de los participantes.

Respecto a la ingesta de pescados y otros productos del mar, el 74,1% de la población ha consumido estos productos en las últimas dos semanas.

Tabla 35. Riesgo de exposición según proximidad a diversas fuentes en adultos habitantes de Coronel según sexo, año 2021.

	Total					Mujeres					Hombres					valor p
	Media o %	IC 95%	n	N	Media o %	IC 95%	n	N	Media o %	IC 95%	n	N				
Proximidad a puerto de Coronel (%)																
0-500 mts	8.4%	5.4% 12.7%	102	7059	8.0%	4.9% 12.7%	66	3514	8.8%	5.3% 14.2%	36	3545				
500-1000 mts	5.3%	3.0% 9.2%	79	4437	5.5%	2.7% 11.1%	44	2432	4.9%	2.6% 9.3%	35	2005	0.891			
mayor 1000 mts	86.4%	81.3% 90.3%	1057	72964	86.5%	80.4% 90.9%	672	37998	86.3%	80.2% 90.8%	385	34965				
Proximidad a zonas mineras (%) (Pirquen a carbón)																
0-500 mts	3.5%	1.7% 6.8%	51	2916	4.5%	2.2% 9.0%	36	1992	2.3%	0.9% 5.9%	15	923				
500-1000 mts	5.0%	2.5% 10.0%	64	4259	5.3%	2.4% 11.2%	37	2311	4.8%	2.4% 9.5%	27	1948	0.171			
mayor 1000 mts	91.5%	86.2% 94.9%	1123	77285	90.2%	83.8% 94.2%	709	39641	92.9%	87.7% 96.0%	414	37645				
Proximidad a fuentes fijas*(%)																
0-500 mts	25.6%	20.8% 31.1%	347	21633	26.2%	20.9% 32.4%	228	11526	24.9%	19.2% 31.8%	119	10107				
500-1000 mts	25.7%	20.3% 32.1%	321	21738	26.4%	20.4% 33.3%	202	11584	25.1%	18.7% 32.8%	119	10154	0.791			
mayor 1000 mts	48.6%	42.0% 55.4%	570	41088	47.4%	40.1% 54.8%	352	20834	50.0%	41.8% 58.2%	218	20255				
Proximidad a parque industrial (%)																
0-500 mts	9.7%	6.5% 14.2%	139	8189	9.6%	6.4% 14.1%	96	4201	9.8%	5.9% 15.9%	43	3988				
500-1000 mts	19.8%	14.9% 25.8%	224	16735	20.9%	15.5% 27.5%	144	9188	18.6%	13.0% 25.9%	80	7547	0.744			
mayor 1000 mts	70.5%	63.7% 76.5%	875	59535	69.5%	62.1% 76.0%	542	30554	71.5%	63.4% 78.5%	333	28981				
Proximidad a termoeléctricas (%)																
0-500 mts	5.2%	2.7% 10.4%	64	4404	5.1%	2.3% 10.9%	37	2221	5.4%	2.6% 10.3%	27	2183	0.328			

	Total					Mujeres					Hombres					valor p
	Media o %	IC 95%	n	N		Media o %	IC 95%	n	N		Media o %	IC 95%	n	N		
500-1000 mts	9.2%	4.9%	12.2%	134	7743	10.4%	6.9%	15.4%	87	4576	7.8%	6.3%	13.2%	47	3167	
mayor 1000 mts	85.6%	81.0%	91.0%	1040	72313	84.5%	78.2%	89.3%	658	37147	86.8%	80.2%	89.8%	382	35166	
Proximidad a fuentes RETC (%)																
0-500 mts	56.9%	49.5%	61.3%	1041	75524	57.1%	50.7%	62.3%	632	35496	56.7%	51.7%	60.3%	409	40028	
500-1000 mts	32.0%	25.4%	35.9%	591	42543	33.4%	27.6%	39.3%	346	20756	30.9%	27.8%	36.2%	245	21787	0.262
mayor 1000 mts	11.1%	10.3%	19.0%	236	14739	9.6%	8.0%	13.0%	128	5943	12.5%	9.7%	15.0%	108	8795	
Proximidad a ruta 160 (%)																
0-500 mts	17.5%	13.5%	22.3%	242	14782	16.8%	12.9%	21.7%	154	7397	18.2%	13.3%	24.5%	88	7386	
500-1000 mts	28.1%	22.3%	34.8%	330	23775	28.4%	22.2%	35.5%	213	12479	27.9%	20.9%	36.1%	117	11296	0.867
mayor 1000 mts	54.3%	47.7%	60.9%	666	45902	54.8%	47.5%	61.8%	415	24068	53.9%	45.7%	61.9%	251	21834	
Proximidad a depósito de cenizas (%)																
0-500 mts	2.1%	0.8%	5.5%	23	1772	2.6%	0.9%	7.2%	8	1134	1.6%	0.5%	5.3%	15	638	
500-1000 mts	4.7%	2.2%	9.7%	64	3961	5.6%	2.6%	11.7%	22	2466	3.7%	1.6%	8.2%	42	1495	0.213
mayor 1000 mts	93.2%	88.0%	96.3%	1151	78726	91.8%	85.4%	95.5%	426	40344	94.7%	89.7%	97.4%	725	38382	
Proximidad a depósito de cenizas y aserraderos (%)																
0-500 mts	2.9%	1.4%	6.2%	42	2481	3.8%	1.7%	8.3%	13	1665	2.0%	0.7%	5.7%	29	816	
500-1000 mts	4.3%	1.9%	9.4%	52	3591	5.1%	2.2%	11.3%	18	2256	3.3%	1.4%	7.8%	34	1335	0.116
mayor 1000 mts	92.8%	87.6%	95.9%	1144	78388	91.1%	84.7%	95.0%	425	40023	94.7%	89.7%	97.3%	719	38365	
Años residencia ciudad (media)	34.0	32.3	35.6	1238	84460	33.6	31.6	35.6	782	43944	34.3	32.0	36.6	456	40516	0.615
Años residencia vivienda (media)	17.5	16.0	19.0	1236	84292	17.3	15.7	18.8	781	43929	17.8	15.8	19.7	455	40363	0.631
Años última pintura en vivienda (media)	3.0	2.7	3.3	1238	84460	2.9	2.6	3.3	782	43944	3.1	2.6	3.6	456	40516	0.475
Fuente agua de consumo vivienda (%)																
Red pública	88.0%	84.5%	90.8%	1106	74353	86.8%	82.5%	90.2%	694	38141	89.4%	84.5%	92.9%	412	36213	0.323
Potable rural	0.2%	0.1%	0.7%	4	173	0.1%	0.0%	0.4%	1	24	0.4%	0.1%	1.4%	3	149	0.067
Envasada	19.5%	16.2%	23.3%	236	16486	22.2%	18.2%	26.9%	170	9773	16.6%	12.3%	21.9%	66	6713	0.059

	Total					Mujeres					Hombres					valor p
	Media o %	IC 95%	n	N		Media o %	IC 95%	n	N		Media o %	IC 95%	n	N		
Pozo o noria	1.8%	0.9%	3.6%	23	1549	1.4%	0.7%	2.9%	13	621	2.3%	2.3%	0.8%	10	928	0.431
Camión aljibe	0.6%	0.1%	4.0%	2	488	1.1%	0.2%	7.4%	2	488	0.0%			0	0	0.329
Vertiente o estero	0.1%	0.0%	0.8%	1	89	0.0%			0	0	0.2%	0.0%	1.6%	1	89	0.301
Fuente agua de consumo trabajo (%)																
Red pública	76.6%	72.1%	80.7%	981	64734	78.4%	72.3%	83.4%	635	34431	74.8%	68.6%	80.1%	346	30303	0.349
Potable rural	0.3%	0.1%	1.1%	5	286	0.2%	0.0%	0.8%	2	80	0.5%	0.1%	2.2%	3	206	0.322
Envasada	20.0%	16.8%	23.7%	240	16909	16.7%	13.4%	20.6%	137	7348	23.6%	18.6%	29.4%	103	9561	0.018
Pozo o noria	1.8%	0.6%	5.3%	9	1481	1.9%	0.4%	9.6%	5	852	1.6%	0.4%	6.2%	4	629	0.841
Camión aljibe	0.0%	0.0%	0.0%	1	4	0.0%	0.0%	0.1%	1	4	0.0%			0	0	0.341
Vertiente o estero	0.0%	0.0%	0.3%	1	41	0.1%	0.0%	0.7%	1	41	0.0%			0	0	0.342
Exposición ocupacional químicos (%)																
Vapores de soldadura	25.0%	17.8%	33.9%	45	3195	10.1%	5.0%	19.1%	9	440	32.7%	22.6%	44.7%	36	2755	<0,001
Fibra de vidrio	8.9%	4.9%	15.5%	15	1135	3.7%	1.1%	11.4%	3	160	11.6%	6.0%	21.3%	12	975	0.07
Sílice	10.5%	5.8%	18.2%	19	1340	2.4%	0.6%	8.5%	3	104	14.7%	7.9%	25.7%	16	1237	0.003
Arsénico	4.7%	2.1%	10.0%	8	600	4.4%	1.4%	12.7%	4	192	4.8%	1.7%	12.8%	4	408	0.898
Asbesto	7.9%	4.4%	13.6%	18	1006	5.7%	2.2%	13.9%	5	249	9.0%	4.5%	17.3%	13	757	0.43
Cadmio	0.5%	0.1%	3.4%	1	62	1.4%	0.2%	9.5%	1	62	0.0%			0	0	0.169
Cromo	1.5%	0.5%	4.6%	3	192	1.4%	0.2%	9.5%	1	62	1.6%	0.4%	6.1%	2	131	0.935
Coke o carbón	25.3%	18.3%	34.0%	56	3237	15.1%	8.6%	25.2%	14	661	30.6%	21.3%	41.8%	42	2577	0.015
Níquel	2.4%	0.8%	6.4%	4	301	3.2%	0.8%	12.1%	2	140	1.9%	0.4%	7.9%	2	161	0.608
Hollín	7.1%	4.2%	11.8%	17	907	7.1%	2.8%	17.1%	5	312	7.1%	3.6%	13.5%	12	595	0.987
Plomo	3.9%	1.8%	8.3%	8	496	5.3%	1.7%	15.4%	3	234	3.1%	1.1%	8.6%	5	262	0.478
Cobre	3.7%	1.7%	8.0%	7	476	0.8%	0.1%	5.4%	1	34	5.3%	2.3%	11.6%	6	442	0.039

	Total					Mujeres					Hombres					valor p
	Media o %	IC 95%	n	N	Media o %	IC 95%	n	N	Media o %	IC 95%	n	N				
Mercurio	4.7%	2.2%	9.7%	8	604	6.4%	2.2%	17.3%	4	280	3.9%	1.4%	10.4%	4	324	0.496
Trabajo en mina o fundición (%)	9.8%	7.8%	12.3%	125	8303	0.5%	0.2%	1.1%	6	214	20.0%	15.9%	24.7%	119	8089	<0,001
Exposición ocupacional pesticidas (%)	3.0%	2.1%	4.4%	43	2556	2.0%	1.2%	3.3%	21	882	4.1%	2.5%	6.9%	22	1674	0.045
Combustible para cocinar (%)																
Gas natural	2.4%	1.4%	4.0%	28	2022	2.4%	1.1%	5.1%	17	1062	2.4%	1.2%	4.8%	11	960	0.97
Gas licuado	95.9%	93.0%	97.6%	1188	80969	96.6%	94.1%	98.1%	750	42445	95.1%	90.9%	97.4%	438	38524	0.191
Parafina	0.0%			0	0	0.0%			0	0	0.0%			0	0	
Electricidad	1.6%	0.8%	2.9%	19	1325	1.8%	0.7%	4.3%	11	769	1.4%	0.6%	3.1%	8	555	0.693
Leña o Aserrín	6.0%	4.5%	8.1%	91	5076	4.9%	3.5%	6.7%	60	2143	7.2%	4.6%	11.3%	31	2933	0.166
Carbón	0.0%			0	0	0.0%			0	0	0.0%			0	0	
Combustible para calefaccionar (%)																
Gas natural	0.5%	0.2%	1.2%	8	436	0.2%	0.1%	0.8%	3	97	0.8%	0.3%	2.3%	5	339	0.096
Gas licuado	15.5%	13.0%	18.2%	196	13053	15.8%	12.8%	19.3%	128	6924	15.1%	11.3%	20.0%	68	6129	0.824
Parafina	7.3%	5.5%	9.8%	92	6206	7.3%	5.3%	9.9%	63	3199	7.4%	4.6%	11.8%	29	3007	0.945
Electricidad	16.6%	13.3%	20.5%	178	13987	17.9%	13.1%	24.0%	122	7879	15.1%	10.6%	21.0%	56	6108	0.472
Leña o Aserrín	73.7%	69.8%	77.3%	919	62264	73.2%	67.9%	77.9%	574	32175	74.3%	68.6%	79.2%	345	30089	0.768
Carbón	0.2%	0.1%	0.6%	4	191	0.3%	0.1%	1.1%	3	146	0.1%	0.0%	0.8%	1	45	0.329
Actividad laboral vivienda (%)	18.4%	15.5%	21.8%	225	15571	18.7%	15.3%	22.6%	152	8217	18.2%	13.3%	24.3%	73	7354	0.874

*Fuentes fijas involucra las siguientes variables: termoeléctricas, zonas mineras (pirquen a carbón), parque industrial y puerto.

En relación al consumo de agua un 96,6% de la población consume agua de la red pública, un 66,1% agua embotellada. Solo un 2,7% de la población se abastece de otras fuentes, tal como agua potable rural, pozos, norias, camión aljibe o vertiente, al momento del estudio (Tabla 35).

Destaca la exposición a relacionada a ocupaciones de riesgo, especialmente vinculada a la minería o fundiciones la que fue reportada por un 8,8% de los participantes, con diferencias por sexos, llegando al 20% en la población masculina. Respecto a exposiciones específicas, el 32,7% de los hombres reportan haberse expuesto a vapores de soldadura, el 30,6% a carbón o coke, y el 14,7% a sílice. En las mujeres, las principales exposiciones corresponden en un 15,1% a carbón y un 7,1% a hollín.

Es de interés también mencionar que el 8,4% de la población vive a menos de 500 metros del puerto de Coronel; mientras que el 25,6% vive a menos de 500 metros de fuentes fijas, entre las que se incluyen las zonas industriales y termoeléctricas. Destaca que el 79,3% de las personas viven a menos de 500 metros de una ruta con alto tráfico vehicular.

El 95,9% de la población usa gas licuado para cocinar. En relación al combustible para calefaccionar, un 73,7% de la población utiliza leña o aserrín; solo un 16,6% usa electricidad o parafina (7,3%). Realizan actividad laboral en la vivienda un 18.4% de los participantes (Tabla 35).

En las siguientes tablas, se pueden ver los resultados obtenidos en cuando al estado de salud de la población de Coronel en el año 2021, presentándose los indicadores a partir de la muestra expandida de las condiciones antropométricas mediante autoreporte (medias y su intervalo de confianza al 95%), así como prevalencias de categorías del Índice de Masa Corporal (IMC). También se presentan los resultados del **auto reporte de tenencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT)**, en el cual se preguntó a cada participante "*¿Le ha informado un Doctor a Ud. alguna vez que tiene...?*"? Esta pregunta permite identificar en parte, la prevalencia de un grupo de enfermedades de alta relevancia poblacional:

- Diabetes, hipertensión arterial (HTA),
- enfermedad cardíaca,
- enfermedad respiratoria,
- enfermedad renal,
- enfermedad hepática,
- neurológica,
- enfermedad mental y
- cáncer.

Se indican mediciones objetivas, tal como el FEM (media y su Intervalo de Confianza al 95%) y de sospecha de diabetes según la definición ENS (Tabla 36). En la Tabla 37 se describen los de laboratorio y prevalencias (% y su intervalo de Confianza al 95%) en adultos habitantes de Coronel según sexo, año 2021.

Tabla 36. Autoreporte de salud en adultos habitantes de Coronel según sexo, año 2021

	Total					Mujeres					Hombres					valor p
	Media o %	IC 95%	n	N		Media o %	IC 95%	n	N		Media o %	IC 95%	n	N		
Peso, kg	76.9	75.5	78.2	1088	72752	73.2	71.5	74.9	708	39425	81.2	79.2	83.2	380	33327	<0,001
Estatura, cm	162.8	162.0	163.6	1088	72752	156.9	156.2	157.5	708	39425	169.8	168.9	170.7	380	33327	<0,001
IMC actual, kg/m2	29.1	28.6	29.6	1088	72752	29.9	29.1	30.7	708	39425	28.1	27.5	28.7	380	33327	<0,001
Obesidad																
Normal	24.0%	20.0%	28.5%	238	16943	21.3%	16.3%	27.3%	135	7979	27.1%	21.4%	33.6%	103	8964	
Sobrepeso	40.3%	35.8%	45.0%	424	28443	38.9%	33.0%	45.0%	263	14573	41.9%	35.6%	48.6%	161	13871	0.094
Obeso	35.7%	31.5%	40.1%	386	25187	39.9%	34.3%	45.7%	275	14952	31.0%	25.3%	37.2%	111	10235	
FEM** (L/min)	403.1	385.8	420.3	681	45695	328.2	313.0	343.3	451	25011	493.6	470.4	516.9	230	20684	<0,001
Diabetes (%)	12.8%	10.4%	15.8%	178	9858	15.2%	11.8%	19.3%	128	6113	10.3%	7.2%	14.4%	50	3745	0.058
Hipertensión (%)	23.6%	20.2%	27.5%	303	18182	22.7%	19.0%	26.8%	190	9141	24.7%	19.2%	31.3%	113	9040	0.559
Enf. Cardíaca (%)	6.8%	5.2%	9.0%	83	5262	7.9%	5.5%	11.2%	52	3165	5.7%	3.8%	8.7%	31	2097	0.244
Enf. Respiratoria (%)	11.8%	9.1%	15.1%	144	9060	14.4%	10.4%	19.5%	103	5790	8.9%	6.2%	12.8%	41	3270	0.037
Enf. Renal (%)	3.4%	2.3%	5.0%	45	2593	3.6%	2.3%	5.7%	31	1455	3.1%	1.6%	6.0%	14	1138	0.709
Enf. Hepática (%)	5.4%	4.1%	7.2%	72	4190	7.8%	5.6%	10.8%	56	3150	2.8%	1.7%	4.8%	16	1040	0.001
Enf. Neurológica (%)	2.3%	1.6%	3.3%	38	1745	2.9%	1.9%	4.3%	26	1148	1.6%	0.8%	3.3%	12	597	0.161
Enf. Salud mental (%)	16.4%	12.9%	20.5%	181	12584	23.4%	18.1%	29.7%	148	9410	8.7%	5.6%	13.2%	33	3174	<0,001
Cáncer (%)	3.6%	2.5%	5.2%	52	2784	5.6%	3.8%	8.2%	44	2250	1.5%	0.6%	3.3%	8	534	0.001
Sospecha de diabetes*** (%)	18.5%	15.6%	21.7%	254	14336	20.3%	16.5%	24.8%	173	6048	16.4%	12.5%	21.2%	81	8289	0.191

Pregunta dice "¿Le ha informado un Doctor a Ud. alguna vez que tiene...." ** Flujo espiratorio máximo medido mediante Flujómetro. *** Autoreporte de diabetes o tratamiento o glicemia alterada (>126 mg/dl)

Las variables antropométricas peso, talla e IMC constituyen una herramienta para evaluar el estado nutricional de la población y permiten evidenciar factores de riesgo como desnutrición, sobrepeso, obesidad leve y moderada y obesidad mórbida.

En el autoreporte de salud se consultó sobre medidas antropométricas, la media total de peso fue 76,9 kg, siendo la media del peso en mujeres de 73.2 kg y la media de peso en hombres de 81,2 kg. La media de estatura total fue de 1,628 mts., siendo la media de estatura para mujeres de 1,569 mts., y la media de estatura en hombres fue de 1,698. Ya que el peso y la talla varían en el hombre y la mujer durante el ciclo vital, estos valores pueden considerarse como insumo para el indicador de IMC. La estatura mayor en hombres es un resultado plausible y en concordancia el mayor peso.

El indicador Índice de Masa Corporal (IMC actual, kg/m^2) se construye a partir de las variables peso y talla, el cual evidenció que la media de IMC para la población total fue de 29,1, siendo la media de IMC en mujeres de 29,9, y el IMC de hombres ligeramente menor de 28,1. Se puede destacar que el IMC de las mujeres es mayor que el IMC de los hombres.

Es relevante señalar que el IMC deseado es de 18 y 25, destaca en este estudio que el 76% de la población tiene sobrepeso u obesidad, factores de riesgo de Enfermedades Crónicas No Transmisibles (ECNT) (Tabla 36).

Tabla 37. Descripción de parámetros de laboratorio y prevalencias de indicadores metabólicos en adultos habitantes de la Comuna de Coronel según sexo, año 2021

	Total					Masculino					Femenino					valor p
	Media o %	IC 95%		n	N	Media o %	IC 95%		n	N	Media o %	IC 95%		n	N	
Colesterol total mg/dl	196.5	192.9	200.2	1026	68074	191.9	186.8	197.1	359	30947	200.4	195.8	205.0	667	37127	0.014
LDL mg/dl	123.1	119.9	126.4	1024	67986	121.1	116.3	125.8	359	30947	124.9	120.8	129.0	665	37039	0.218
HDL mg/dl	47.0	45.6	48.3	1026	68074	42.9	41.4	44.4	359	30947	50.4	48.4	52.3	667	37127	<0,001
TRIGLICERIDOS mg/dl	137.2	129.9	144.6	1026	68074	139.3	127.6	151.1	359	30947	135.5	126.8	144.1	667	37127	0.592
GLUCOSA mg/dl	104.6	101.4	107.8	1027	68206	103.3	98.8	107.7	360	31036	105.7	101.4	109.9	667	37170	0.419
AST U/UL	29.1	26.6	31.5	1025	68011	33.4	28.3	38.5	358	30884	25.5	24.0	27.0	667	37127	0.004
ALT U/UL	32.7	30.1	35.2	1026	68074	39.6	34.6	44.6	359	30947	26.9	24.8	28.9	667	37127	<0,001
Colesterol total mayor a 200 mg/dl	44.6%	40.2%	49.1%	488	30392	40.4%	33.9%	47.2%	160	12509	48.2%	42.5%	53.9%	328	17883	0.085
LDL mayor a 160 mg/dl (%)	15.0%	12.5%	18.0%	172	10235	14.7%	10.8%	19.7%	57	4540	15.3%	12.1%	19.3%	115	5695	0.817
HDL disminuido (Hombre < 40 ; Mujer < 50) (%)	49.7%	45.1%	54.4%	512	33864	41.4%	34.2%	49.0%	130	12821	56.7%	50.5%	62.6%	382	21043	0.002
Triglicéridos mayor o igual a 200 mg/dl (%)	14.9%	12.1%	18.1%	151	10123	16.2%	12.0%	21.4%	63	5002	13.8%	10.5%	17.9%	88	5121	0.422
Triglicéridos mayores a 150 mg/dl (%)	33.2%	28.8%	38.0%	330	22622	33.6%	27.5%	40.4%	121	10404	32.9%	27.6%	38.7%	209	12219	0.857
Glicemia mayor o igual a 126 mg/dl (%)	11.7%	9.4%	14.5%	129	7959	11.9%	8.2%	16.8%	47	3683	11.5%	8.8%	14.9%	82	4277	0.893
Glicemia mayor o igual a 100 mg/dl (%)	39.1%	34.3%	44.0%	402	26640	40.7%	33.6%	48.4%	150	12646	37.6%	32.0%	43.7%	252	13993	0.502
AST mayor o igual a 35 U/UL (%)	16.8%	26.8%	34.6%	161	11395	22.8%	37.8%	51.4%	79	7031	11.8%	15.3%	23.2%	82	4363	0.001
ALT mayor o igual a 35 U/UL (%)	30.6%	13.6%	20.4%	278	20807	44.5%	17.2%	29.5%	145	13765	19.0%	8.9%	15.4%	133	7042	<0,001

En la población adulta de Coronel, durante el año 2021, se estableció que el 12,8% de la población presenta sospecha de diabetes, que corresponde a una enfermedad metabólica de gran relevancia. Su prevalencia fue mayor en mujeres, (15,2%), mientras los hombres en un 10,3%. El 23,6% señala tener Hipertensión Arterial (HTA), siendo menor en mujeres 22,7%, que en hombres 24,7%. Se puede destacar que la hipertensión y diabetes se encuentran entre las patologías de mayor prevalencia en la población estudiada, ambas patologías cuentan con programas específicos para su prevención y control de los sistemas públicos y privados de salud.

Un 6,8% de la población estudiada señaló tener enfermedad cardíaca, siendo mayor en mujeres con un 7,9% que en hombres con un 5,7%. En cuanto a enfermedad respiratoria, un 11,8% señaló tenerla siendo mayor el porcentaje en mujeres 14,4%, que en hombres 8,9%. El 3,4% señala tener enfermedad renal, con un porcentaje mayor en mujeres de un 3,6%, presentándose en hombres con un 3,1%.

Un 5,4% de la población estudiada señala tener enfermedad hepática, siendo mayor en mujeres con un 7,8%, en hombres fue de 2,8%. La enfermedad neurológica se presentó en un 2,3%, donde las mujeres presentan mayor prevalencia con un 2,9%, en comparación con los hombres que señalan tenerla en un 1,6%. En cuanto a cáncer, un 3,6% de los participantes señalan tenerlo, siendo las mujeres las que tienen mayor prevalencia con un 5,6 % versus los hombres con un 1,5%.

Entre los indicadores de auto reporte llama la atención la prevalencia de enfermedad por salud mental con un 16,4 %, siendo mayor en mujeres con un 23,4% que en hombres 8,7%. Esta sería la enfermedad con mayor prevalencia en el listado de enfermedades estudiadas por el auto reporte.

De acuerdo a estos resultados las mujeres serían las que tienen mayor prevalencia en todas las enfermedades crónicas consultadas excepto la hipertensión.

En relación a la obesidad según grupo etario, la prevalencia de obesidad entre los 18 y 24 años fue de 18,3 %, en el grupo de 24 a 44 años, de 39,4 %, en el grupo de 45 a 64 años de 39,3% y en el grupo de 65 y más de 31,6%. Se observa una tendencia al ascenso de IMC en los grupos estudiados excepto en el mayor de 65 años, grupo que incorpora a adultos mayores jóvenes, adultos mayores medios y ancianos. En estos últimos es frecuente observar disminución de peso a consecuencia de sus comorbilidades (Tabla 36).

En los parámetros de laboratorio, cuyos resultados se muestran en la Tabla 37, se evaluaron las medias y su dispersión en población total y por sexo.

En relación al Perfil Lipídico (PL), en la población estudiada, la concentración de colesterol presenta una media de 196,5 mg/dL, siendo la media para hombres de 191,9 mg/dL y la media para mujeres de 200,4 mg/dL. El resultado de LDL mg/dl tuvo una media total de 123,1 mg/dL, en hombres 121,1 mg/dL, en mujeres 124,9 mg/dL. En HDL, la media total fue de 47,0 mg/dL, en hombres de 42,9 mg/dL y en mujeres de 50,4. En Triglicéridos, la media total fue de 137,2 mg/dL en hombres de 139,3

mg/dL en mujeres de 135,5 mg/dL.

De acuerdo a los puntos de corte ya mencionados, se estableció que la prevalencia de la población con colesterol total elevado (mayor a 200 mg/dl) total fue de 44,6%, siendo en hombres de 40,4% y en mujeres de 48,2%. Este parámetro muestra que una alta magnitud de la población tiene concentraciones elevadas de colesterol. El porcentaje total de la población con LDL elevado (mayor a 160 mg/dL) fue de 15,0%, 14,7% en hombres y 15,3% en mujeres. HDL disminuido (hombre < 40 mg/dL; mujer < 50 mg/dL) (%) en la población total fue de 49,7%, siendo 41,4% en hombres y 56,7% en mujeres.

Respecto a los triglicéridos elevados (mayor o igual a 200 mg/dl) (%) se observa que un 14,9% de la población total tiene esos parámetros alterados, siendo 16,2% en hombre y 13,8% en mujeres. Al evaluar el porcentaje de la población con triglicéridos elevados a un rango menor (mayor a 150 mg/dl) (%) se encontró triglicéridos elevados (mayor a 150 mg/dl) (%) 33,2% en población total, siendo 33,6% en hombres y 32,9% en mujeres. Por lo tanto, los parámetros del examen perfil lipídico: el colesterol elevado y el HDL disminuido, en altas prevalencias, constituyen una alerta de riesgo de patologías cardiovasculares.

El colesterol es un componente en la mantención de las membranas celulares y en producción de hormonas. De acuerdo con el National Cholesterol Education Program, la mantención de niveles de colesterol menores a 200 mg/dL reduce significativamente el riesgo de enfermedad coronaria; en esta recomendación no se hace diferencia por edad y sexo. Además de los valores de colesterol y HDL (lipoproteína de alta densidad), se deben ponderar otros factores de riesgo. La combinación de los factores de riesgo y los valores de lípidos ayudan a identificar riesgos individuales, así como la intervención que se debe realizar. Desde el punto de vista clínico si los niveles de colesterol son superiores a 200 mg/dL, se sugiere realizar una nueva medición con 12 a 14 horas de ayuno. Existen muchas condiciones que alteran este resultado aumentándolo o disminuyéndolo (Drogas, alimentos, etc.).

En relación al examen de glicemia medido en ayunas, se estableció que los niveles de glucosa mg/dl presentaron una media de 104,6 mg/dL en toda la población, con una media para hombres de 103,3 mg/dL y en mujeres de 105,7 mg/dL. El porcentaje de la población total con glicemia elevada (mayor o igual a 100 mg/dl) (%) fue de 39,1% siendo en hombres de 40,7% y en mujeres de 37,6%. El porcentaje de la población total con glicemia elevada (mayor o igual a 126 mg/dL) (%) fue de 11,7%, siendo 11,9% en hombres y 11,5% en mujeres.

En relación a las pruebas hepáticas, estudiadas, entre ellas la media total de la AST U/UL (SGOT) fue de 29,1U/UL, con una media en hombres de 33,4 U/UL y en mujeres de 25,5 U/UL.

El porcentaje total de la población con AST alterada (mayor o igual a 35 U/UL) (%) fue de 16.8% en la población total estudiada, siendo un 22.8% en hombres y un 11.8% en mujeres.

ALT U/UL (GPT) media total fue de 32,7 con una media en hombres de 39,6 y en mujeres de 26,9. La ALT alterada (mayor o igual a 35 U/UL) (%) se presentó 30,6 % total, en un 44.5% en hombres y en un 19.0% mujeres. La ALT o Transaminasa glutámico pirúvica (SGPT), Alanina aminotransferasa (ALT) es una enzima producida por el hígado. Actúa como catalizador en la transferencia reversible de un grupo amino entre alanina y alfa-cetoglutarato. La concentración más alta de ALT se encuentra en las células hepáticas, moderada cantidad se encuentra en las células renales, y pequeñas cantidades se encuentran en el corazón y músculo esquelético. (Tabla 37).

Para responder a las preocupaciones comunitarias, se cuantifican los niveles de plomo en sangre y arsénico inorgánico en orina en adultos de la Comuna de Coronel. Se entregan resultados para la población de participantes adultos (Tablas 38 a 40).

Tabla 38. Concentración y distribución de metales (oides) en adultos habitantes de Coronel según sexo y edad, año 2021.

	n	Media	DE	Percentiles								
				50	IC 95%	75	IC 95%	95	IC 95%			
Arsénico inorgánico µg/L orina												
Total	1043	2.2	4.5	0.8	-	-	0.8	-	-	10.5	9.2	12.7
Mujeres	679	2.1	4.7	0.8	-	-	0.8	-	-	10.3	8.6	13.3
Hombres	364	2.2	4.2	0.8	-	-	0.8	-	-	11.3	8.8	15.7
18-29 años	146	2.1	3.7	0.8	-	-	0.8	-	-	11.8	7.0	14.4
30-44 años	273	2.6	5.7	0.8	-	-	0.8	-	-	12.3	9.7	16.3
45-59 años	302	2.0	4.1	0.8	-	-	0.8	-	-	9.7	8.6	15.2
>59 años	321	1.9	4.1	0.8	-	-	0.8	-	-	8.3	6.2	13.9
Plomo µg/dL sangre												
Total	1067	1.0	1.1	0.4	-	-	1.5	1.3	1.6	3.5	3.4	3.7
Mujeres	693	1.0	1.2	0.4	-	-	1.4	1.1	1.6	3.5	3.4	3.7
Hombres	374	1.1	1.1	0.4	-	-	1.5	1.3	1.9	3.6	3.3	4.0
18-29 años	144	0.9	1.0	0.4	-	-	1.1	0.4	1.8	3.4	2.9	3.5
30-44 años	285	0.9	1.0	0.4	-	-	1.0	0.6	1.6	3.5	3.1	3.6
45-59 años	311	1.1	1.3	0.4	-	-	1.5	1.3	1.9	3.6	3.3	3.9
>59 años	326	1.2	1.2	0.4	-	-	1.7	1.4	2.1	3.7	3.5	4.0

A nivel poblacional, en todas las personas residentes de la comuna de Coronel adultas y con más de 5 años en la misma comuna, se establece que los niveles de arsénico inorgánico en orina tienen un valor medio de 2,2 µg/L, sin diferencias según sexo; existiendo solo leves fluctuaciones entre los grupos de edad, siendo mayor en el grupo de personas de 30 a 44 años. Un indicador adicional es la distribución por percentiles, en este caso se muestra el percentil 50, 75 y 95 con su correspondiente Intervalo de Confianza (IC 95%). Se evidencia que el 95% de la población tiene valores urinarios de arsénico inorgánico menores a 10,5 µg/L, siendo levemente mayor en hombres, con un valor de 11,3 µg/L y de 12,3 µg/L entre las personas de 30 a 44 años. Se debe destacar que este valor poblacional es muy bajo, comparado con lo medido en la ciudad de Antofagasta el año 2018.

Similares indicadores para los niveles de plomo en sangre en personas adultas muestran valores inferiores a 1,2 µg/dL; se establece que el 95% de la población tiene valores menores a 3,7 µg/dL.

Al usar el valor referencial del Minsal, se establece que solo un 0,2% de las personas de Coronel tienen un valor superior a 35 µg/L para Arsénico Inorgánico y no hay personas que excedan los 10 µg/dL de plomo en sangre.

Tabla 39. Distribución de nivel de metales/metaloide en adultos, de acuerdo a Límite de Detección (LOD) y referencia del MINSAL según sexo, año 2021.

		LD (ug/L)	> LD %	IC95%	n	valor p	Referencia MINSAL (ug/L)	> Referencia %	IC95%	n	valor p
Arsénico inorgánico µg/L orina	Total	1.1	12,7	10.7	14.8	132	35	0,2	0	0.6	2
	Mujeres		11,8	9.5	14.4	80		0,3	0.1	0.9	2
	Hombres		14,3	11	18.2	52		0	.	.	0
Plomo µg/dL sangre	Total	0.49	37,8	34.9	40.7	403	10	0	.	.	0
	Mujeres		33,5	30	37.1	232		0	.	.	0
	Hombres		45,7	40.7	50.8	171		0	.	.	0

En la Comuna de Coronel, el 12,7% de las personas tiene niveles de arsénico inorgánico en su orina, valores mayores a 1,1 µg/L y que fueron detectados usando la técnica de ICP-MS. Por su parte, el 37,8% de las personas tuvieron niveles mayores a 0,49 µg/dL de plomo en sangre (Tabla 39).

Sólo en el subgrupo de los participantes del estudio que mostraron niveles superiores al Límite de Detección, se muestra sus valores medios y sus percentiles, en la tabla 40.

Tabla 40. Concentración y distribución de metales (oides) sobre el límite de detección en adultos habitantes de Coronel según sexo y edad, año 2021.

	n	Media	DE	Percentiles								
				50	IC 95%		75	IC 95%		95	IC 95%	
Arsénico inorgánico µg/L orina												
Total	132	11.7	7.6	9.4	8.32	10.23	14.3	12.07	16.29	28.2	21.8	34.7
Mujeres	80	12.1	8.5	9.6	8.32	11.19	14.3	11.87	17.71	31.3	20.8	41.8
Hombres	52	11.1	6.0	9.0	7.54	10.71	13.5	10.71	16.9	23.2	17.6	29.0
18-29 años	22	9.8	4.6	9.0	6.69	12.93	13.3	10.34	16.29	16.9	14.3	19.1
30-44 años	41	12.9	9.5	10.0	8.32	12.28	14.3	11.77	17.71	34.7	17.6	46.1
45-59 años	33	12.1	6.5	9.6	8.94	11.87	15.2	9.93	20.11	29.0	20.1	30.6
>59 años	36	11.0	7.5	8.0	6.63	10.71	14.8	9.72	21.78	28.2	21.8	32.0
Plomo µg/dL sangre												
Total	403	2.2	1.2	2.0	1.79	2.09	3.0	2.8	3.2	4.1	3.9	4.4
Mujeres	232	2.3	1.3	2.0	1.91	2.22	3.2	2.9	3.4	4.2	3.8	4.6
Hombres	171	2.0	1.1	1.7	1.49	1.98	2.8	2.5	3.1	4.0	3.8	4.4
18-29 años	42	2.3	1.0	2.2	1.74	2.84	3.2	2.7	3.4	3.7	3.4	4.4
30-44 años	86	2.2	1.1	2.0	1.66	2.22	3.1	2.6	3.5	4.1	3.6	4.6
45-59 años	126	2.2	1.4	1.9	1.57	2.14	3.0	2.4	3.4	4.0	3.8	5.8
>59 años	149	2.1	1.2	1.9	1.62	2.18	3.0	2.5	3.3	4.3	3.8	4.4

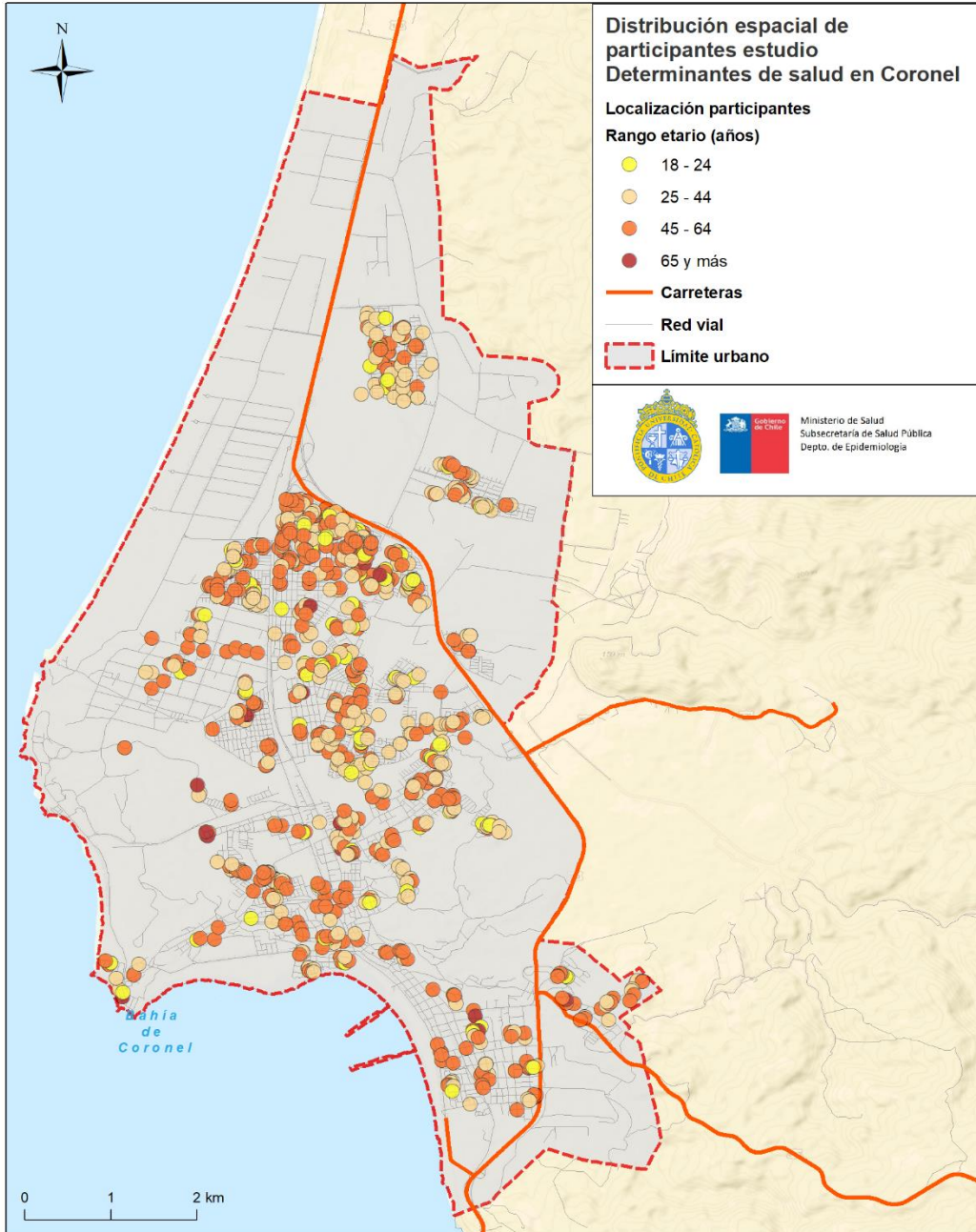
Para arsénico inorgánico urinario (132 participantes), el 95% de las personas tienen valores menores a 28,2 µg/L, con niveles de hasta 31,3 µg/L en mujeres y 23,2 µg/L en hombres. En el caso de plomo en sangre (403 participantes), el 95% de las personas tienen valores menores a 4,1 µg/dL. Tal como ya se mencionó, estos valores son inferiores a lo medido en Antofagasta en el año 2018, utilizando la misma metodología (Tabla 40).

8.3 Mapas de distribución de casos de enfermedades más relevantes y exposición a metales

A continuación, se presentan los mapas obtenidos a partir de las variables de interés del estudio.

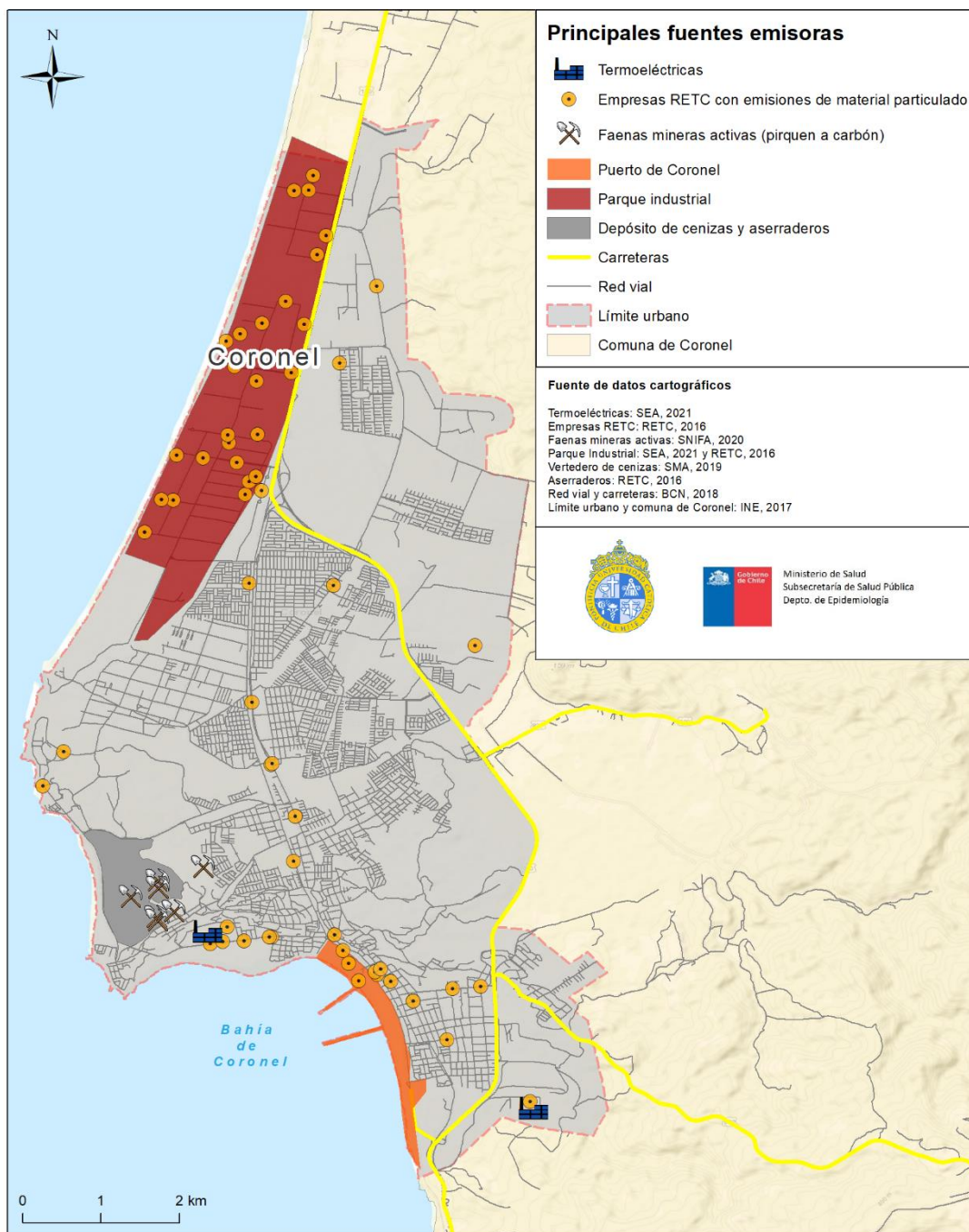
En la figura 7, se resume el total de participantes que fue empadronado (n=1.238), donde se destaca la distribución de edad y la localización de las personas en todas las áreas de la comuna de Coronel.

Figura 7. Mapa de distribución de sexos de participantes empadronados n=1238



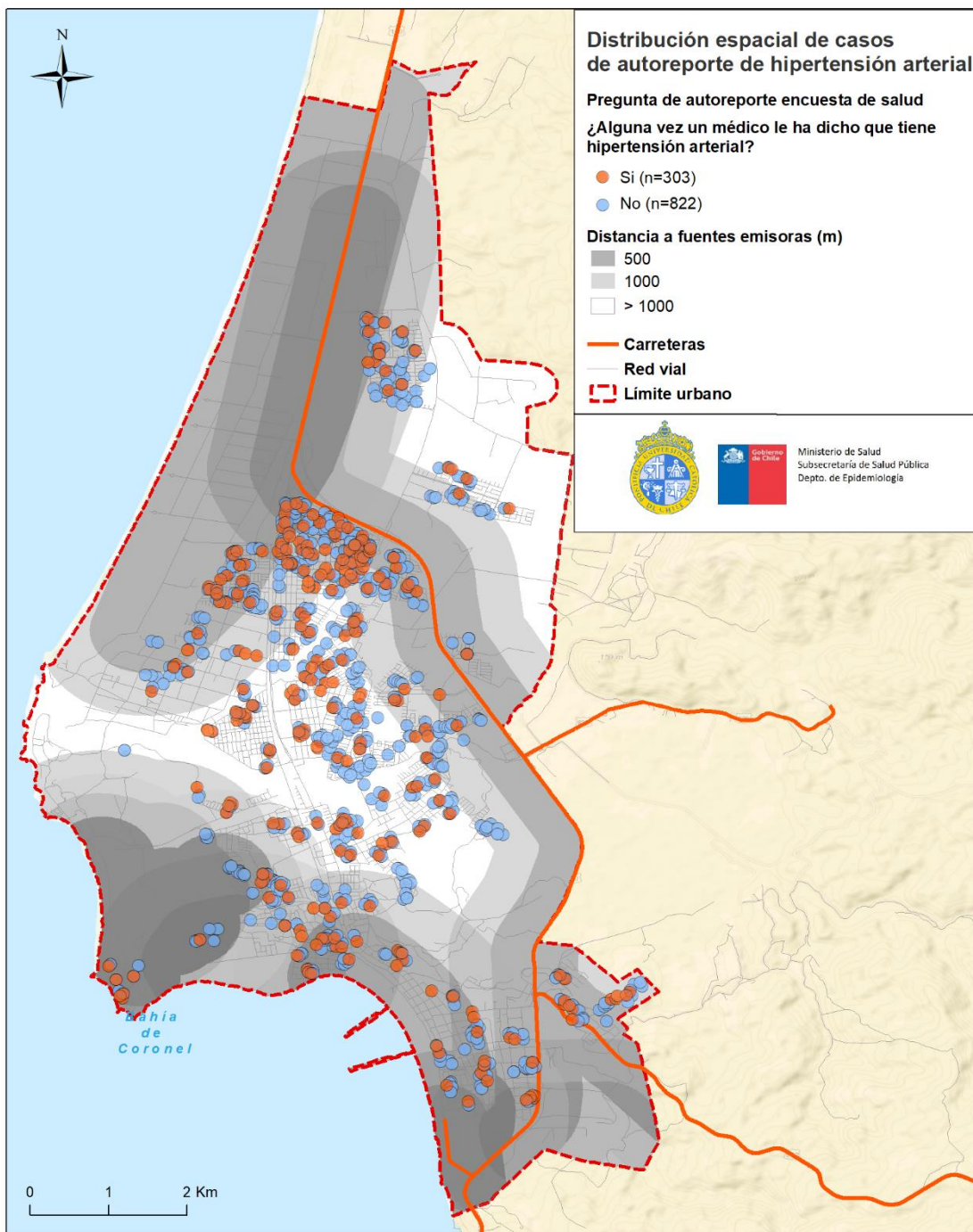
También se muestra la distribución de las fuentes emisoras, para estimar la cercanía o no de los participantes a dichas zonas, según ya lo mostrado en tablas anteriores. En Coronel se identifican termoeléctricas, puerto, depósito de cenizas, pirquenes a carbón, aserraderos, carreteras y parque industrial; algunos reportan sus emisiones al Registro de Emisiones (RETC).

Figura 8. Distribución de principales fuentes emisoras



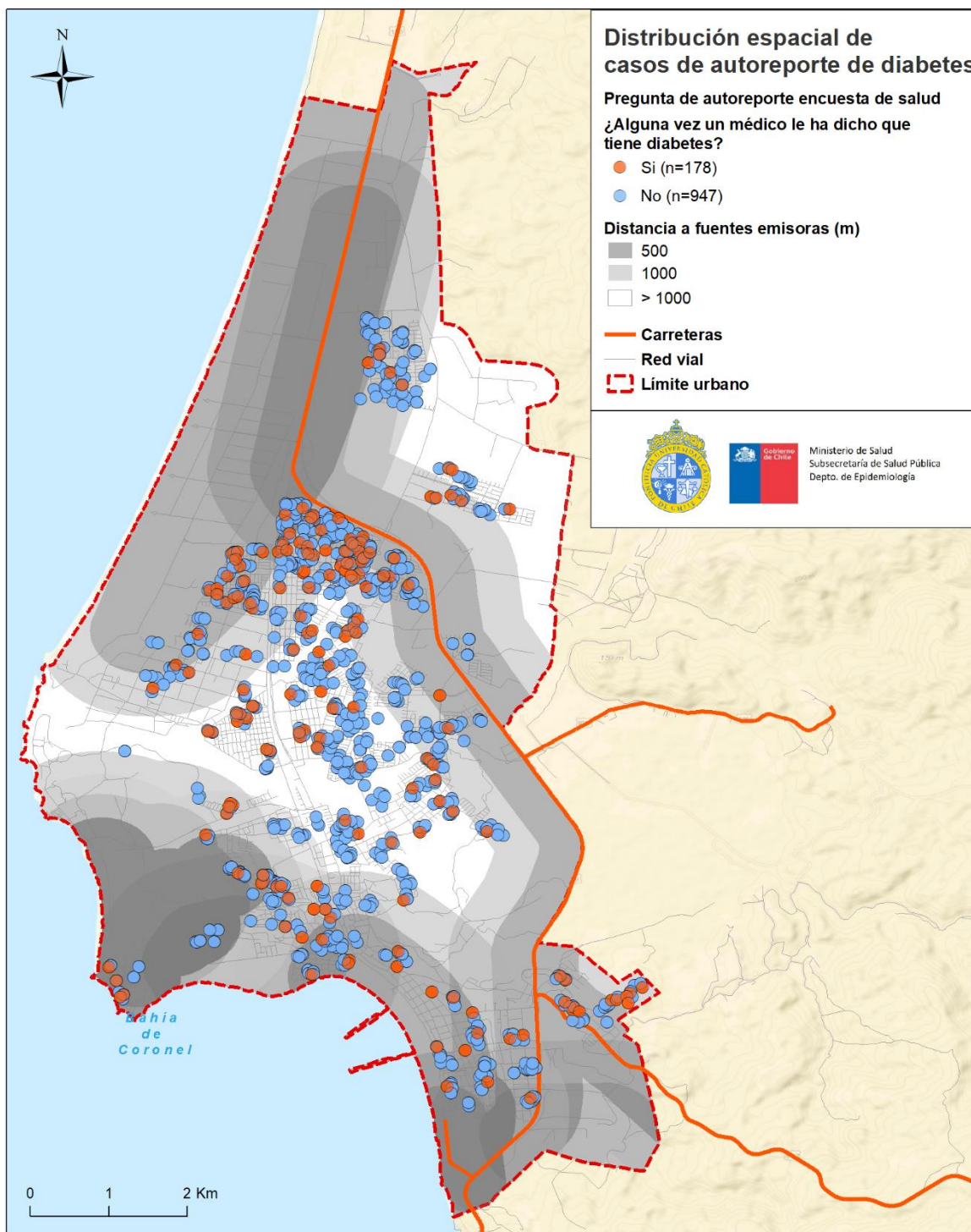
En la figura 9, se muestra la distribución de participantes según el auto reporte de hipertensión arterial. Aquellos participantes que respondieron afirmativamente se distribuyen en toda la zona urbana de la Comuna, tanto cerca como lejos de las fuentes emisoras.

Figura 9. Distribución de participantes respecto a Autoreporte de hipertensión arterial



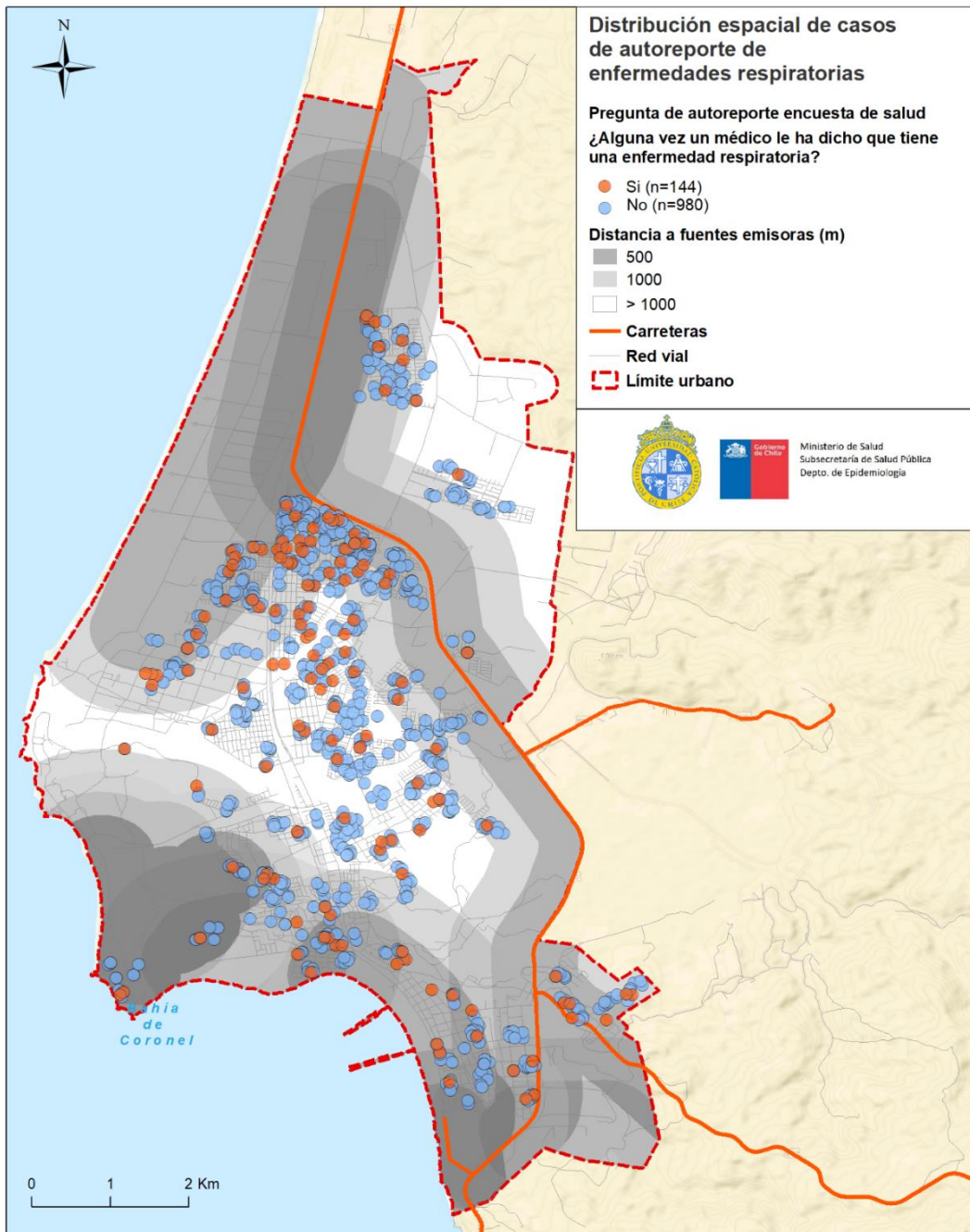
En la figura 10, se observa la distribución de participantes con relación al auto reporte de diabetes. Quienes respondieron afirmativamente se distribuyen de manera aleatoria en toda la zona urbana de Coronel.

Figura 10. Distribución de participantes respecto a Autoreporte de diabetes



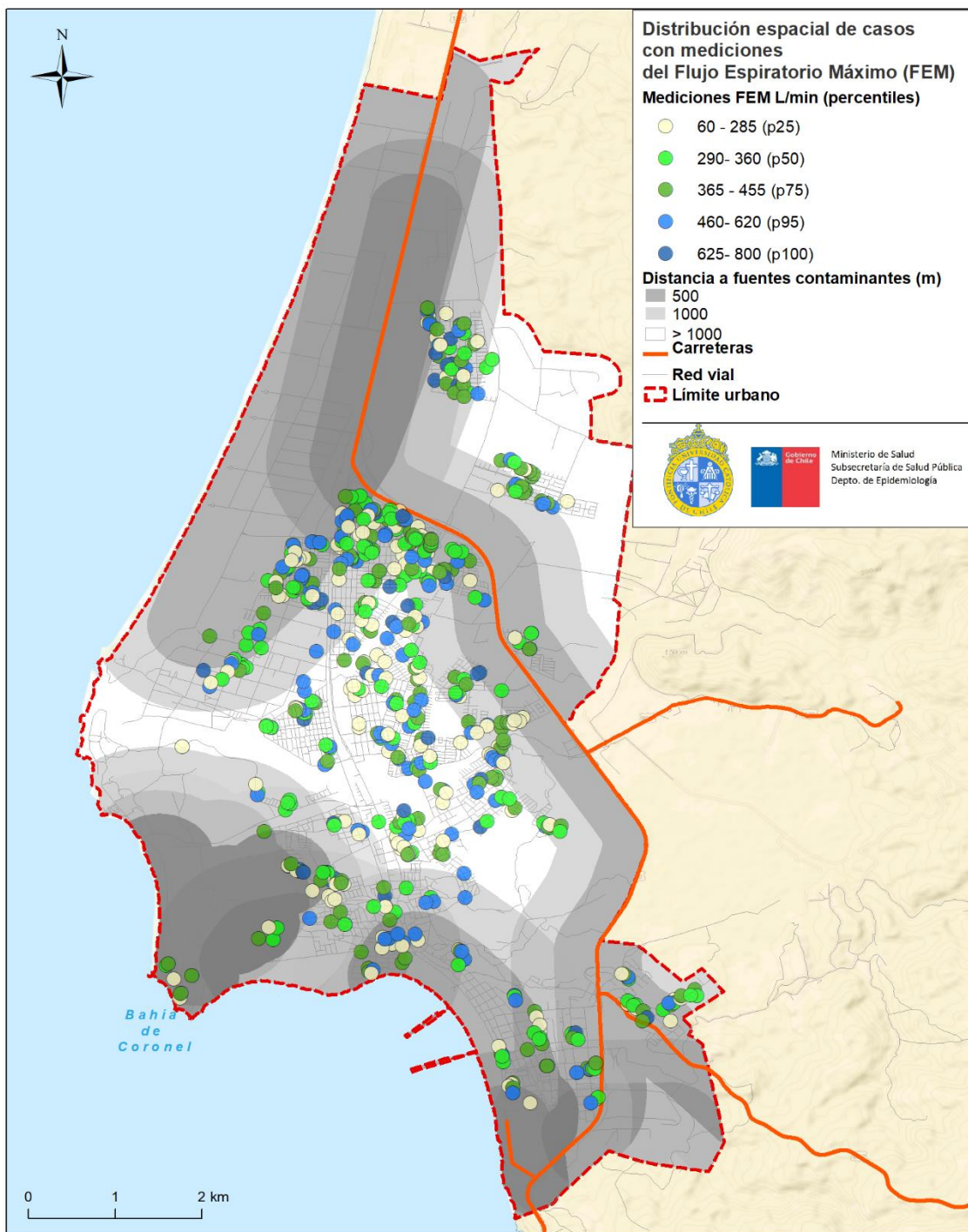
La figura 11, entrega información respecto a la distribución de participantes según auto reporte enfermedad respiratoria crónica; la distribución de los casos es aleatoria en el espacio.

Figura 11. Distribución de participantes respecto a Autoreporte de enfermedad respiratoria



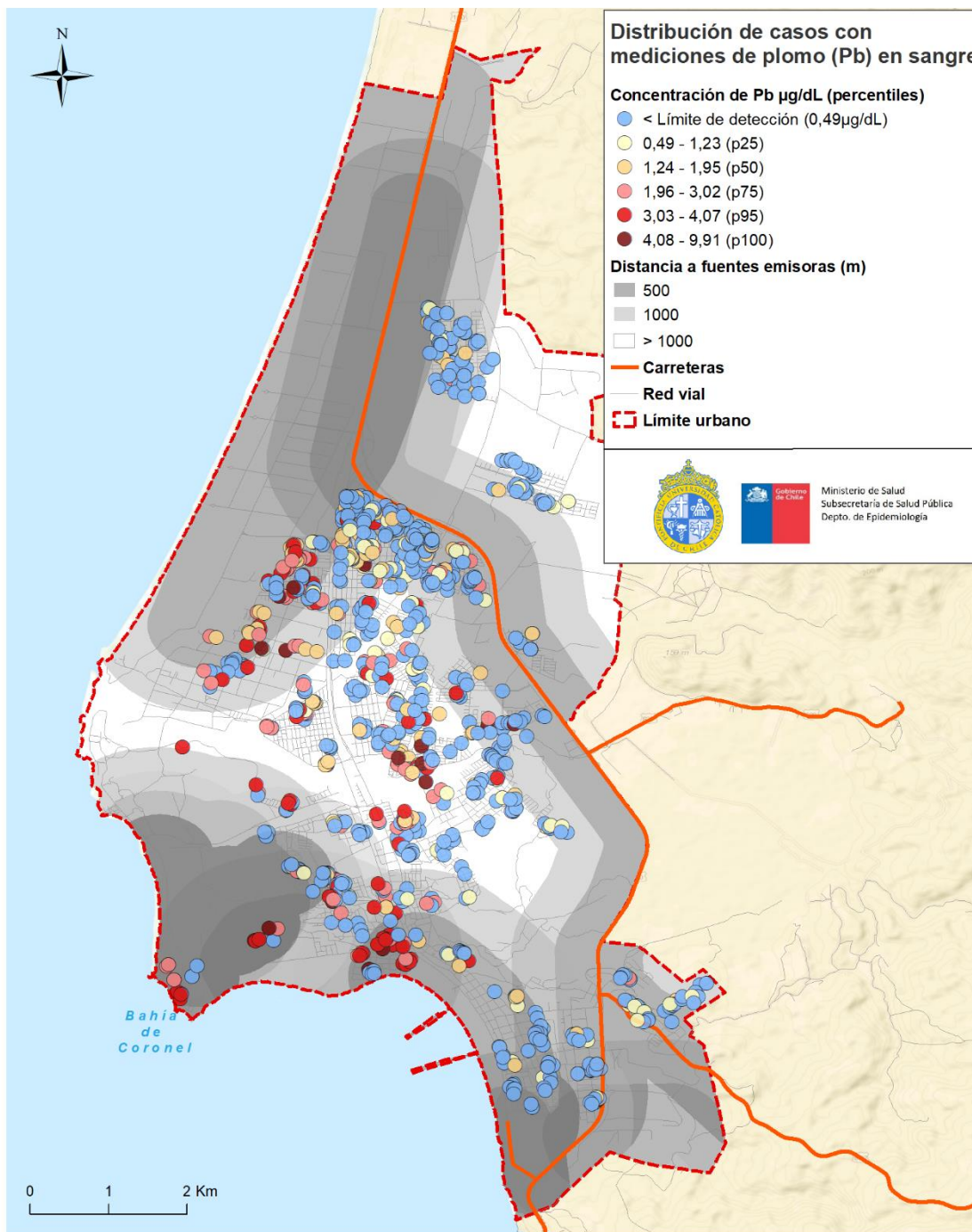
En la figura 12, se observa la distribución espacial de personas con medición del Flujo Espiratorio Máximo (FEM) (n=681 participantes). Se observa que personas con menor y mayor FEM, se distribuyen de manera aleatoria en la zona urbana; no se observa un patrón de distribución en que resultados de FEM más bajos.

Figura 12. Distribución de participantes respecto a la medición del Flujo Espiratorio Máximo (FEM)



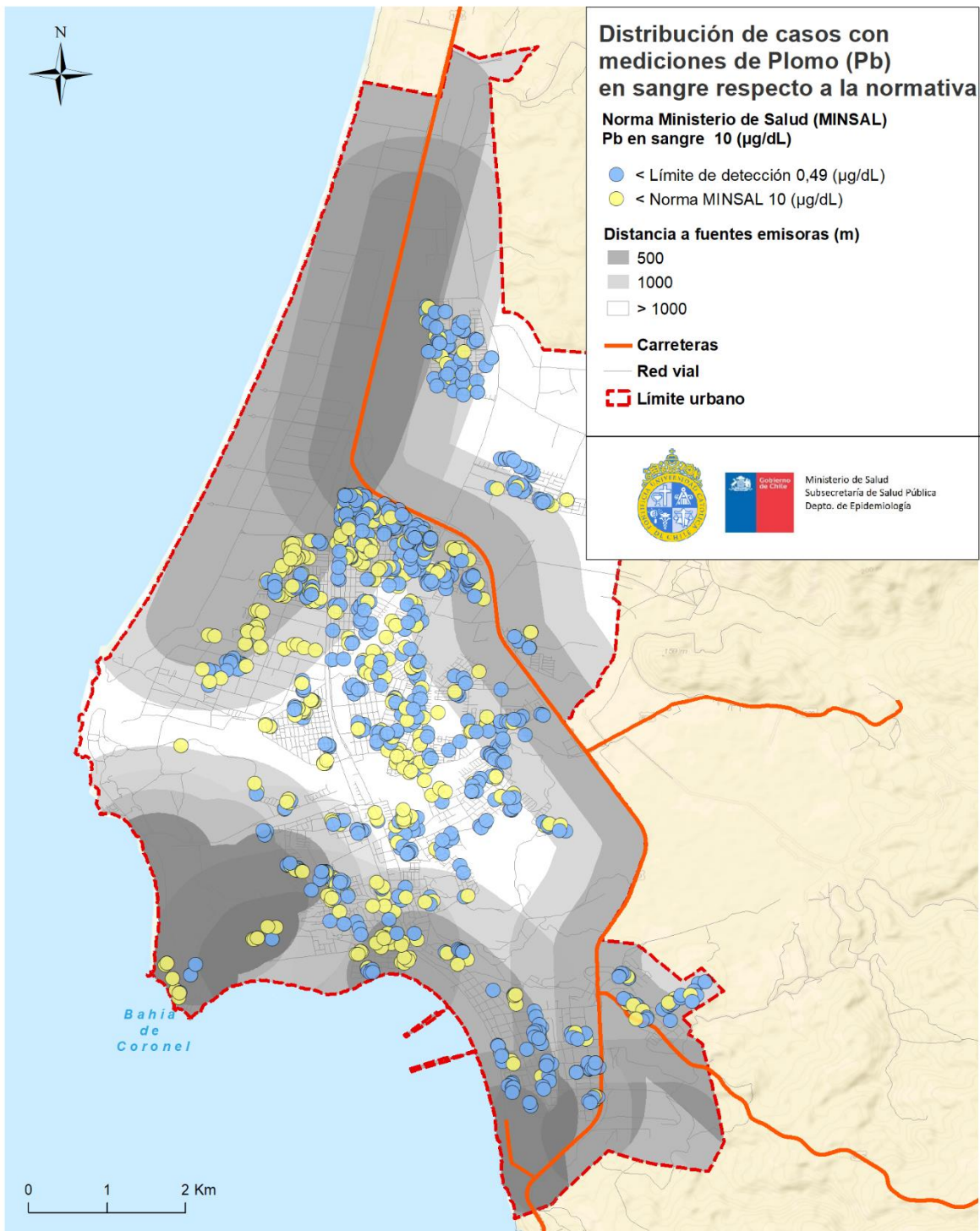
Los niveles metales en las personas se muestran en la figura 13, La mayor parte de los participantes tuvo resultados bajo el límite de detección y se distribuyen de manera aleatoria en la zona urbana.

Figura 13. Distribución de participantes respecto a la concentración de plomo en sangre, según Límite de Detección y cuartiles



Respecto el valor de referencia del MINSAL, en la figura 14, se observa que la distribución tanto de las personas que están bajo el límite de detección como del valor normado, es aleatoria.

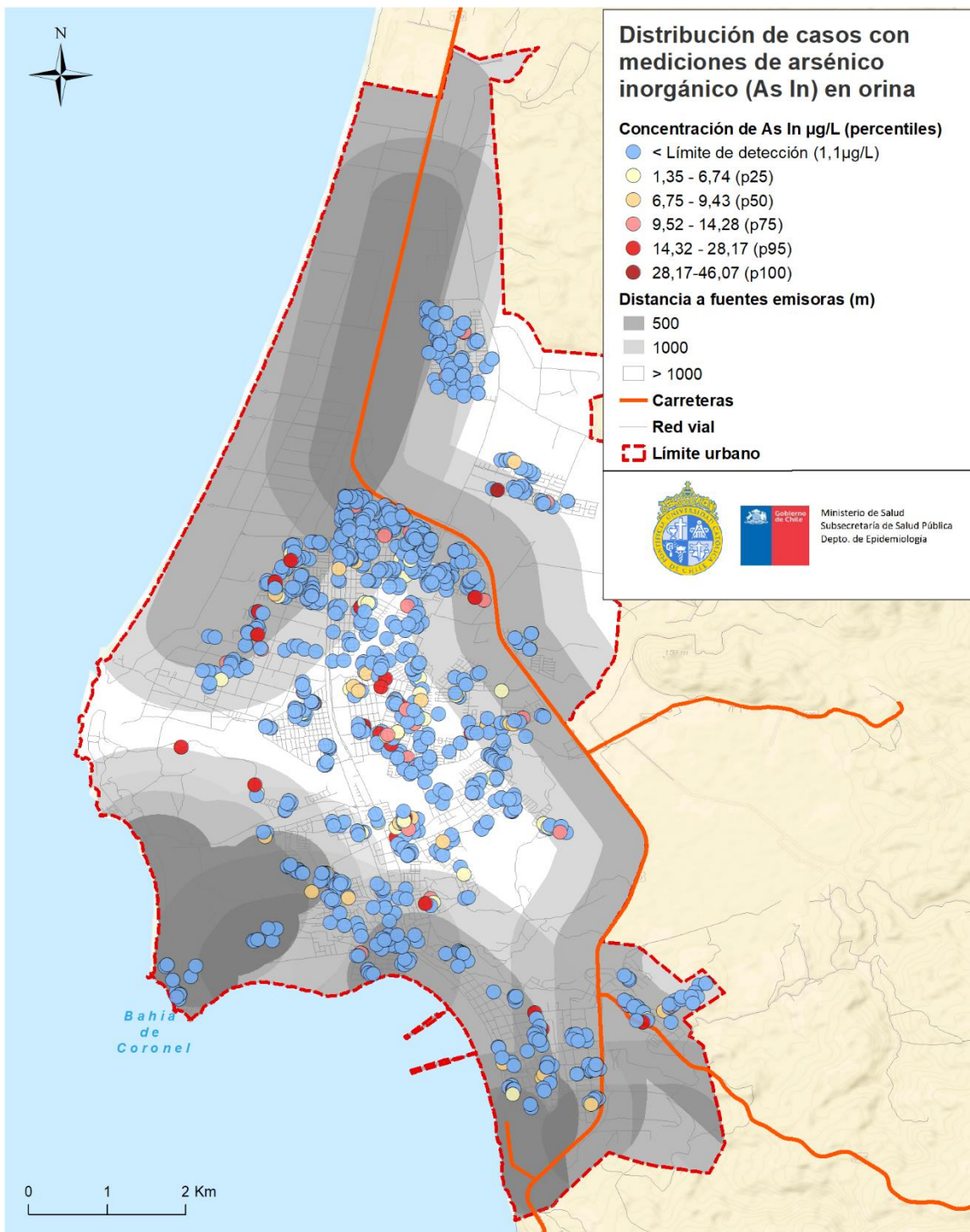
Figura 14. Distribución de participantes respecto a la concentración de plomo en sangre según punto de corte del Ministerio de Salud (MINSAL)



En la figura 15, se observa que la distribución de personas, que tienen mediciones de Arsénico Inorgánico en orina, en su mayoría tienen valores bajo el LD. Quienes exceden el LD no muestran

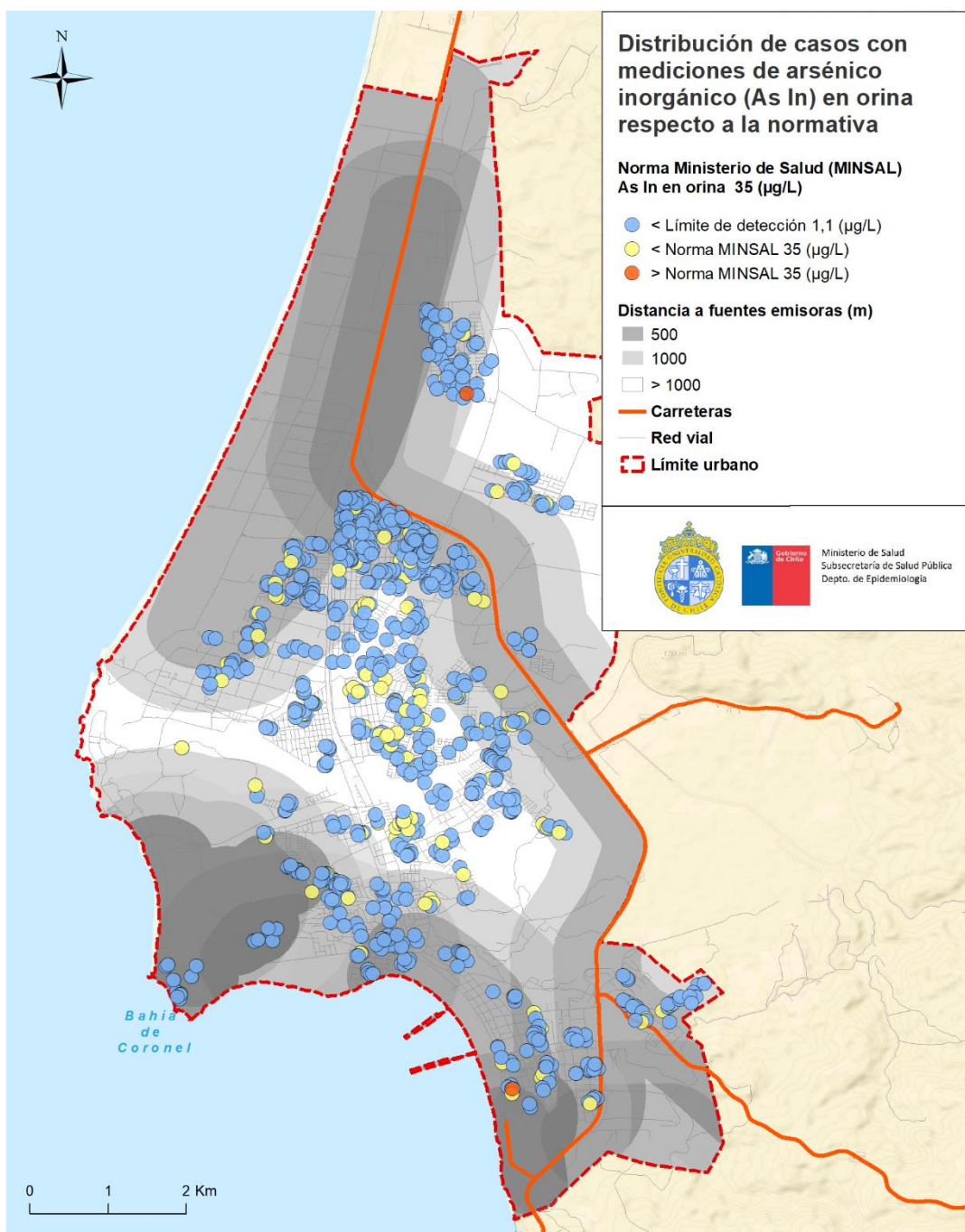
agrupación de casos, la distribución es aleatoria en la zona urbana.

Figura 15. Distribución de participantes respecto a la concentración de arsénico inorgánico en orina según Límite de Detección y cuartiles



La figura 16, muestra la distribución de participantes con mediciones de As In en orina respecto a la referencia del Minsal (>35 µg/L). Se observa que gran parte de los participantes tiene valores bajo el LD y por cierta de la referencia Minsal. Solo hay dos personas que superan los 35 µg/L y se localiza una de ellas en la zona norte y la otra en el sur de Coronel.

Figura 16. Distribución de participantes respecto a la concentración de arsénico inorgánico en orina según punto de corte del Ministerio de Salud (MINSAL)



8.4 Asociaciones entre indicadores de salud y variables de interés en la Comuna de Coronel

De acuerdo a lo establecido en los objetivos del estudio, mediante análisis multivariados se busca establecer posibles asociaciones epidemiológicas, entre diversas exposiciones sociales, biológicas y variables proxis de exposición, tal como la proximidad a fuentes emisoras de contaminantes y las mediciones objetivas y autoreporte de salud.

A continuación, se presentan los modelos multivariados que muestran estas asociaciones, ajustadas por diferentes variables de interés.

a) Eventos basados en mediciones objetivas: Sospecha de Diabetes (definición ENS) y Flujo Espiratorio Máximo

En las Tablas 41 y 42 se muestran Indicadores de Riesgo, como Odds Ratio y su respectivo Intervalo de Confianza al 95%, para la sospecha de diabetes y flujo espiratorio máximo.

Tabla 41. Modelo multivariado que indica asociaciones entre sospecha de diabetes y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021.

Variable	Odds Ratio	Error estándar	IC95 %	valor - p
Sexo				
Hombre	1 (ref)			
Mujer	1.32	0.23	0.95 - 1.85	<0.001
IMC (kg/m²)	1.07	0.02	1.04 - 1.10	<0.001
Edad (años)	1.05	0.01	1.04 - 1.07	<0.001
Nivel educacional				
< 8 años	1.22	0.28	0.78 - 1.91	0.392
9 a 12 años	0.95	0.19	0.65 - 1.41	0.816
> 12 años	1 (ref)			
Proximidad a Fuentes Fijas				
0 - 500 mts	0.89	0.17	0.62 - 1.29	0.534
500 - 1000 mts	0.99	0.19	0.68 - 1.46	0.977
> 1000 mts	1 (ref)			

IMC (kg/m²): índice de masa corporal, IC: intervalo de confianza.

Para la sospecha de diabetes las variables asociadas a una mayor probabilidad de ocurrencia son el **índice de masa corporal (OR = 1.07, IC 95% 1.04 – 1.10)**, **la edad en años (OR = 1.05, IC 95% 1.04 – 1.07)**. Los resultados indican que las mujeres tienen una mayor probabilidad de ocurrencia de sospecha de diabetes (OR = 1.32, IC 95% 0.95 – 1.85) en relación a la categoría de referencia. Los resultados obtenidos en relación a la proximidad de las fuentes fijas, no permiten establecer una asociación con sospecha de diabetes para esta población.

Tabla 42. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos del Flujo Espiratorio Máximo y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021.

Variable	Coefficiente	Error estándar	IC95 %		valor - p
Sexo					
Hombre	1 (ref)				
Mujer	-151.45	8.09	-167.33	-135.56	<0.001
IMC (kg/m²)	2.20	0.71	0.81	3.58	0.002
Edad (años)	-3.41	0.26	-3.93	-2.90	<0.001
Nivel educacional					
< 8 años	-42.54	11.76	-65.63	-19.47	<0.001
9 a 12 años	-9.07	9.00	-26.74	8.59	0.313
> 12 años	1 (ref)				
Proximidad a Fuentes Fijas					
0 - 500 mts	1.91	9.20	-16.15	19.96	0.836
500 - 1000 mts	4.54	9.32	-13.76	22.83	0.627
> 1000 mts	1 (ref)				

IMC (kg/m²): índice de masa corporal, IC: intervalo de confianza.

Para la medición del Flujo Espiratorio Máximo (FEM), las variables asociadas a una disminución del flujo, está el pertenecer al **sexo femenino ($\beta = -151.45$ L/min, IC 95% **-167.33, -135.56**) y tener menos de 8 años de escolaridad ($\beta = -42.54$ L/min, IC 95% **-65.64, -19.47**). Los resultados no permiten establecer una relación entre la proximidad a fuentes fijas y una disminución en el flujo espiratorio máximo para esta muestra.**

b) Eventos basados en autoreporte: Hipertensión Arterial, alteraciones de salud mental, Diabetes, Enfermedades respiratorias crónicas

En esta sección se muestran variables asociadas a las enfermedades más prevalentes, basadas en autoreporte. Se incluyen condiciones biológicas, sociales y ambientales (Tabla 43 a 46).

Tabla 43. Modelo multivariado que indica asociaciones entre autoreporte de Hipertensión Arterial y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021.

Variable	Odds Ratio	Error estándar	IC95 %		valor - p
Sexo					
Hombre	1 (ref)				
Mujer	1.07	0.19	0.75	1.51	0.710
IMC (kg/m²)	1.10	0.02	1.07	1.14	<0.001
Edad (años)	1.11	0.01	1.09	1.12	<0.001
Nivel educacional					
< 8 años	0.97	0.24	0.61	1.57	0.915
9 a 12 años	1.13	0.24	0.74	1.71	0.577
> 12 años	1 (ref)				
Proximidad a Fuentes Fijas					
0 - 500 mts	1.01	0.20	0.69	1.48	0.970
500 - 1000 mts	0.94	0.20	0.62	1.42	0.773
> 1000 mts	1 (ref)				

IMC (kg/m²): índice de masa corporal, IC : intervalo de confianza.

Para el autoreporte de hipertensión, las variables asociadas a **una mayor probabilidad de ocurrencia son un mayor índice de masa corporal (OR = 1,10, IC95 % 1,09 – 1,12) y el aumento de años de edad (OR = 1.11, IC 95% 1.09 – 1.12)**. En relación a la proximidad a fuentes fijas y sexo, no se establece una asociación con el autoreporte de hipertensión para esta muestra.

Tabla 44. Modelo multivariado que indica asociaciones entre autoreporte de alteraciones en salud mental y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021 n=1062 participantes)

Variable	Coeficiente	Error estándar	IC95 %		valor - p
Sexo					
Hombre	1 (ref)				
Mujer	3.33	0.74	2.16	5.14	<0.001
IMC (kg/m²)	0.98	0.02	0.95	1.01	0.135
Edad (años)	1.01	0.01	0.99	1.02	0.265
Nivel educacional					
< 8 años	0.76	0.21	0.45	1.29	0.310
9 a 12 años	1.05	0.21	0.71	1.55	0.810
> 12 años	1 (ref)				
Proximidad a Fuentes Fijas					
0 - 500 mts	0.81	0.17	0.54	1.21	0.298
500 - 1000 mts	0.75	0.16	0.49	1.15	0.193
> 1000 mts	1 (ref)				

IMC (kg/m²): índice de masa corporal, IC : intervalo de confianza.

Para el autoreporte de salud mental, la variable asociada a una **mayor probabilidad de ocurrencia son el ser mujer, respecto a la categoría de referencia (OR = 3.33, IC95 % 2.16 – 5.14)**. En relación

al índice de masa corporal, los años de edad, el nivel educacional y la proximidad a fuentes fijas, no se indican asociaciones que permitan establecer una asociación con el autoreporte de salud mental para esta muestra.

Tabla 45. Modelo multivariado que indica asociaciones entre autoreporte de diabetes y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021.

Variable	Odds Ratio	Error estándar	IC95 %		valor - p
Sexo					
Hombre	1 (ref)				
Mujer	1.91	0.39	1.28	2.86	0.002
IMC (kg/m2)	1.05	0.02	1.02	1.09	0.001
Edad (años)	1.07	0.01	1.05	1.09	<0.001
Nivel educacional					
< 8 años	0.92	0.24	0.55	1.55	0.766
9 a 12 años	0.94	0.22	0.59	1.48	0.775
> 12 años	1 (ref)				
Proximidad a Fuentes Fijas					
0 - 500 mts	0.99	0.21	0.64	1.51	0.952
500 - 1000 mts	1.29	0.29	0.83	1.99	0.258
> 1000 mts	1 (ref)				

IMC (kg/m2): índice de masa corporal, IC: intervalo de confianza.

Las variables asociadas a una mayor probabilidad de ocurrencia de diabetes es el ser mujer (OR = 1.91, IC95 % 1.28 – 2.86, mayor índice de masa corporal (OR = 1.05, IC95% 1.02 – 1.09), y aumento de la edad (OR = 1.07, IC 95% 1.05 – 1.09). En referencia al nivel educacional y la proximidad a fuentes fijas, no se establece una asociación para esta muestra.

Tabla 46. Modelo multivariado que indica asociaciones entre autoreporte de enfermedades respiratorias crónicas y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021.

Variable	Odds Ratio	Error estándar	IC95 %	valor - p
Sexo				
Hombre	1 (ref)			
Mujer	1.66	0.35	1.10 - 2.50	0.015
IMC (kg/m²)	0.98	0.02	0.95 - 1.02	0.266
Edad (años)	1.03	0.01	1.02 - 1.05	<0.001
Nivel educacional				
< 8 años	0.88	0.24	0.51 - 1.51	0.654
9 a 12 años	0.88	0.20	0.56 - 1.37	0.564
> 12 años	1 (ref)			
Proximidad a Fuentes Fijas				
0 - 500 mts	1.35	0.30	0.87 - 2.08	0.178
500 - 1000 mts	1.36	0.31	0.86 - 2.13	0.187
> 1000 mts	1 (ref)			

IMC (kg/m²): índice de masa corporal, IC: intervalo de confianza.

Para el autoreporte de enfermedades respiratorias, las variables asociadas a un incremento en la probabilidad de ocurrencia son el ser mujer (OR: 1.66, IC95 % 1.10 – 2.50) en función de la categoría de referencia, tener más años de edad (OR = 1.03, IC95% 1.02 – 1.05). El índice de masa corporal, el nivel educacional y la proximidad a fuentes fijas no se relaciona con el autoreporte de enfermedades respiratorias para esta muestra.

En cuanto a los factores de riesgo, relacionados con el autoreporte de cáncer, se probaron diversos modelos que permitieron establecer mayores riesgos asociados al aumento del IMC y de la edad. Sin embargo, dado el reducido número de personas que autoreportaron haber recibido un diagnóstico médico de algún tipo de cáncer (40 participantes). Los resultados obtenidos no permiten establecer indicadores confiables tampoco sobre los diversos tipos de cáncer, los que además requieren ser analizados para cada sexo por separado (40 casos en 1065 participantes).

c) Variables explicatorias relacionadas a valores detectables de Arsénico Inorgánico urinario, según diversos escenarios de exposición (n= 124 participantes)

Tabla 47. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos en la concentración de Arsénico Inorgánico en orina y condiciones biológicas, sociales y ambientales, considera proximidad a minería del carbón, Coronel 2021

Variable	Coefficiente	Error estándar	IC95 %		valor - p
Proximidad a Zonas Mineras					
0 - 500 mts	-4.67	4.64	-13.85	4.52	0.316
500 - 1000 mts	-7.04	5.64	-18.21	4.14	0.215
> 1000 mts	1 (ref)				
Sexo					
Hombre	1 (ref)				
Mujer	1.33	1.55	-1.74	4.41	0.393
Edad (años)					
	0.007	0.05	-0.10	0.11	0.887
Trabajo en mina o fundición					
Si	-0.03	2.52	-5.03	4.97	0.991
No	1 (ref)				
Nivel educacional					
< 8 años	1.85	2.29	-2.69	6.39	0.422
9 a 12 años	2.81	1.68	-0.51	6.14	0.097
> 12 años	1 (ref)				
Consumo pescados y mariscos					
Si	4.19	1.91	0.41	7.98	0.030
No	1 (ref)				

Para la concentración de arsénico en orina explicado por la proximidad a zonas mineras, la variable asociada a un aumento en la concentración de As In urinario es el consumo de pescados y mariscos ($\beta= 4,19 \mu\text{g/L}$, IC 95% 0.41 – 7.98). En relación a la proximidad a zonas mineras, el sexo, la edad en años, el trabajo en mina o función y el nivel educacional no se establece una relación con el incremento de arsénico en orina para esta muestra.

Tabla 48. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos en la concentración de Arsénico Inorgánico en orina y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021.

Variable	Coefficiente	Error estándar	IC95 %		valor - p
Proximidad a depósito de cenizas					
500 - 1000 mts	-3.88	3.46	-10.74	2.98	0.265
> 1000 mts	1 (ref)				
Sexo					
Hombre	1 (ref)				
Mujer	1.28	1.55	-1.80	4.35	0.413
Edad (años)					
	0.009	0.051	-0.09	0.111	0.867
Trabajo en mina o fundición					
Si	-0.05	2.56	-5.12	5.03	0.985
No	1 (ref)				
Nivel educacional					
< 8 años	1.86	2.29	-2.68	6.41	0.418
9 a 12 años	2.86	1.67	-0.45	6.18	0.090
> 12 años	1 (ref)				
Consumo pescados y mariscos					
Si	4.21	1.91	0.43	7.98	0.029
No	1 (ref)				

IC: intervalo de confianza.

Para el arsénico inorgánico en orina y la proximidad a depósito de cenizas, las variables asociadas a un aumento en la concentración de arsénico, es el consumo de pescados y mariscos ($\beta= 4.21 \mu\text{g/L}$, IC 95% 0.43 – 7.98). Las variables de proximidad a depósito de cenizas, el sexo, la edad en años, nivel educacional y el trabajo en mina o fundición no permiten establecer una asociación con el aumento en la concentración de arsénico en orina para esta muestra.

d) Variables explicatorias relacionadas a valores detectables de Plomo en sangre, según diversos escenarios de exposición (n= 374 participantes)

Tabla 49. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos en la concentración de Plomo en sangre y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021

Variable	Coefficiente	Error estándar	IC95 %		valor - p
Proximidad a Centrales termoeléctricas					
0 - 500 mts	1.25	0.23	0.80	1.70	<0.001
500 - 1000 mts	0.25	0.20	-0.13	0.63	0.199
> 1000 mts	1 (ref)				
Sexo					
Hombre	1 (ref)				
Mujer	0.18	0.13	-0.083	0.44	0.181
Edad (años)					
	-0.004	0.004	-0.012	0.004	0.343
Trabajo en mina o fundición					
Si	-0.42	0.22	-0.85	0.006	0.054
No	1 (ref)				
Nivel educacional					
< 8 años	0.48	0.19	0.11	0.84	0.011
9 a 12 años	0.13	0.15	-0.16	0.41	0.392
> 12 años	1 (ref)				
Consumo pescados y mariscos					
Si	-0.11	0.13	-0.36	0.15	0.416
No	1 (ref)				

IC: intervalo de confianza.

Para el plomo en sangre, respecto a la proximidad a las centrales termoeléctricas entre 0 – 500 mts se asocia con un aumento en la concentración de plomo en sangre ($\beta=1.25 \mu\text{g/L}$, IC 95% 0.80 – 1.70). Además, poseer menos de 8 años de escolaridad también se asoció con un incremento en la concentración de plomo en sangre ($\beta= 0.48 \mu\text{g/L}$, IC 95% 0.11 – 0.84). Las variables de sexo, edad en años, trabajo en mina o fundición y consumo de pescado y mariscos no permiten establecer una asociación con el aumento en la concentración de plomo en sangre para la muestra.

Tabla 50. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos en la concentración de Plomo en sangre y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021

Variable	Coefficiente	Error estándar	IC95 %		valor - p
Proximidad a Zonas Mineras					
0 - 500 mts	0.82	0.29	0.26	1.39	0.004
500 - 1000 mts	0.37	0.26	-0.14	0.89	0.154
> 1000 mts	1 (ref)				
Sexo					
Hombre	1 (ref)				
Mujer	0.17	0.14	-0.10	0.43	0.229
Edad (años)	-0.005	0.004	-0.014	0.003	0.213
Trabajo en mina o fundición					
Si	-0.49	0.22	-0.93	-0.05	0.031
No	1 (ref)				
Nivel educacional					
< 8 años	0.59	0.19	0.22	0.96	0.002
9 a 12 años	0.14	0.15	-0.15	0.44	0.347
> 12 años	1 (ref)				
Consumo pescados y mariscos					
Si	-0.06	0.14	-0.32	0.21	0.682
No	1 (ref)				

IC: intervalo de confianza.

Para el plomo en sangre y la proximidad a las zonas mineras entre 0 – 500 mts se asocia con un aumento en la concentración de plomo en sangre ($\beta= 0.82 \mu\text{g/L}$, IC 95% 0.26 – 1.39). Además, trabajar en mina o fundición se asoció con una menor concentración de plomo en sangre ($\beta= -0.49 \mu\text{g/L}$, IC 95% -0.93, - 0.05). En relación al nivel educacional se indica que poseer menos de 8 años de escolaridad también se asoció con un incremento en la concentración de plomo en sangre ($\beta= 0.59 \mu\text{g/L}$, IC 95% 0.22 – 0.96). Las variables de sexo, edad en años, y consumo de pescado y mariscos no muestran asociación con un aumento en la concentración de plomo en sangre para la muestra.

Tabla 51. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos en la concentración de Plomo en sangre y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021

Variable	Coeficiente	Error estándar	IC95 %		valor - p
Proximidad a depósito de cenizas					
0 - 500 mts	0.84	0.42	0.01	1.67	0.047
500 - 1000 mts	0.58	0.26	0.08	1.09	0.024
> 1000 mts	<i>1 (ref)</i>				
Sexo					
Hombre	<i>1 (ref)</i>				
Mujer	0.17	0.14	-0.10	0.44	0.205
Edad (años)	-0.005	0.004	-0.014	0.004	0.251
Trabajo en mina o fundición					
Si	-0.48	0.22	-0.92	-0.04	0.033
No	<i>1 (ref)</i>				
Nivel educacional					
< 8 años	0.56	0.19	0.19	0.94	0.003
9 a 12 años	0.12	0.15	-0.17	0.42	0.418
> 12 años	<i>1 (ref)</i>				
Consumo pescados y mariscos					
Si	-0.05	0.14	-0.31	0.22	0.732
No	<i>1 (ref)</i>				

Para el plomo en sangre y la proximidad a depósito de cenizas, la proximidad al depósito de cenizas 0-500 mts se asoció con un incremento en la concentración de plomo ($\beta= 0.84 \mu\text{g/L}$, IC 95% 0.01 – 1.67), y residir con una proximidad de 500 – 1000 mts ($\beta= 0.58 \mu\text{g/L}$, IC 95% 0.08 – 1.09). Trabajar en una mina o fundición se asoció con un menor nivel de plomo en sangre ($\beta= -0.48 \mu\text{g/L}$, IC 95% - 0.92, -0.04). Poseer un nivel de escolaridad inferior a 8 años se asoció con un incremento de la concentración de plomo ($\beta= 0.56 \mu\text{g/L}$, IC 95% 0.19 – 0.94). En relación al sexo, la edad y el consumo de pescados y mariscos, no se establecieron asociaciones con un incremento del plomo en sangre.

Tabla 52. Modelo multivariado que indica asociaciones entre incrementos en la concentración de Plomo en sangre y condiciones biológicas, sociales y ambientales, Coronel 2021

Variable	Coefficiente	Error estándar	IC95 %		valor - p
Proximidad a Carretera (Ruta 160)					
0 - 500 mts	-0.87	0.18	-1.21	-0.52	<0.001
500 - 1000 mts	-0.75	0.15	-1.04	-0.46	<0.001
> 1000 mts	1 (ref)				
Proximidad a Centrales termoeléctricas					
0 - 500 mts	1.04	0.22	0.61	1.48	<0.001
500 - 1000 mts	0.04	0.19	-0.33	0.41	0.827
> 1000 mts	1 (ref)				
Sexo					
Hombre	1 (ref)				
Mujer	0.17	0.13	-0.08	0.42	0.186
Edad (años)					
	-0.003	0.004	-0.01	0.005	0.486
Trabajo en mina o fundición					
Sí	-0.32	0.21	-0.72	0.09	0.128
No	1 (ref)				
Nivel educacional					
< 8 años	0.32	0.18	-0.03	0.67	0.074
9 a 12 años	0.12	0.14	-0.16	0.39	0.403
> 12 años	1 (ref)				
Consumo pescados y mariscos					
Sí	-0.03	0.13	-0.28	0.22	0.805
No	1 (ref)				

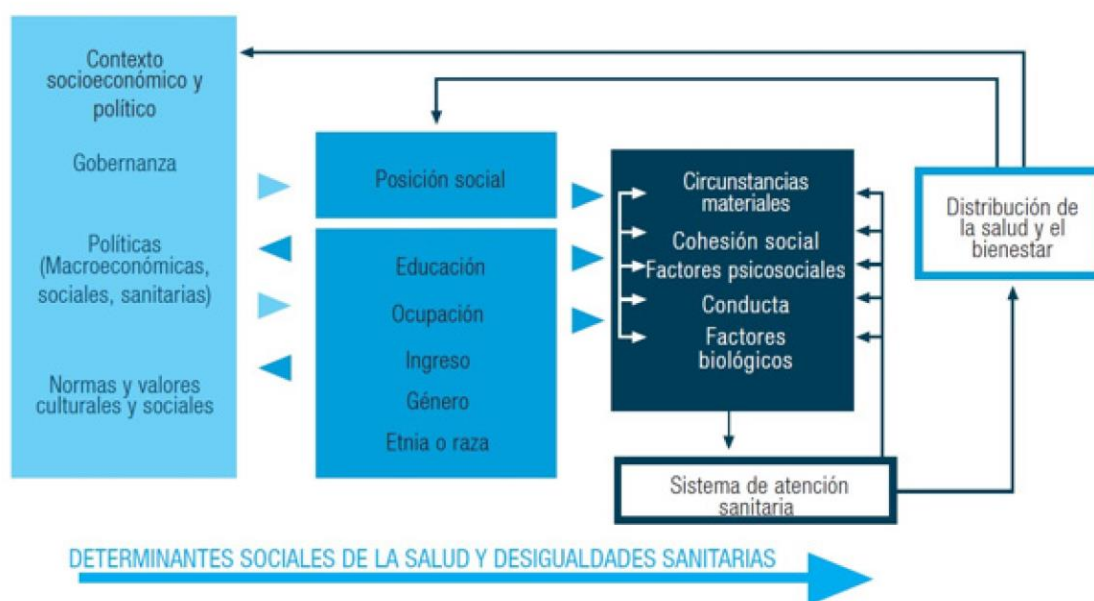
IC: intervalo de confianza.

Para el plomo en sangre explicado por la proximidad a centrales termoeléctricas, se identificó un incremento del plomo en sangre con la proximidad a centrales termoeléctricas entre 0-500 mts ($\beta=1.04 \mu\text{g/L}$, IC 95% 0.61 – 1.48). La proximidad a la carretera se asocia con una disminución progresiva en la concentración de plomo en sangre 0-500 mts y 500 – 1000 mts, ($\beta= -0.87 \mu\text{g/L}$, IC 95% -1.21, -0.52; $\beta= -0.75 \mu\text{g/L}$, IC 95% -1.04, -0.46). El sexo, la edad en años, el trabajo en mina o fundición, el nivel educacional y el consumo de pescados y mariscos no se identificaron como variables asociadas a un incremento o disminución de los niveles de plomo en sangre.

10. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Bajo el marco de trabajo establecido por la autoridad de sanitaria, el estado de salud de una población dada, en este caso, de la comuna de Coronel, esta debe evaluarse a partir del Modelo de Determinantes Sociales de la Salud y las desigualdades sanitarias (figura 17). En esta perspectiva, se identifican determinantes más distales, tales como el contexto socio-económico y político, bajo determinadas políticas macroeconómicas y normas y valores que configuran un escenario en el que las comunidades se desarrollan. Determinantes intermedios, tales como la posición socio-económica, la educación, la ocupación, ingreso, género o etnia, se vinculan de manera más directa con las condiciones de salud y bienestar de las comunidades. Bajo este enfoque se entiende que la salud de las personas está determinada en gran parte por las condiciones sociales en que estas viven y trabajan, mediadas por los procesos de estratificación social, en el que las desventajas comienzan y se acumulan desde el periodo peri gestacional y durante todo el curso de vida de las personas.

Figura 17. Modelo de Determinantes Sociales de la Salud (OMS, 2009)



Fuente: Comisión Sobre Determinantes Sociales en Salud. OMS, 2009

Los determinantes identificados se relacionan e interactúan con las condiciones biológicas, entre ellas, las genéticas de las personas. Finalmente, diferentes condiciones como la pertenencia a pueblos originarios, la cultura, el género, el nivel de ingreso, la escolaridad y otras condiciones como la vivienda, las condiciones laborales, la extrema ruralidad, condiciones ambientales, dispersión geográfica y el acceso restringido a servicios sanitarios y sociales pueden desencadenar una exposición diferenciada a factores de riesgo que impactan sobre la salud y calidad de vida de las personas y el acceso a servicios.

En el caso de comunas con fuerte deterioro ambiental, las condiciones del aire, suelo, agua,

asociadas a fuentes emisoras de contaminantes físicos (ruido, vibraciones), químicos (diversos compuestos orgánicos e inorgánicos), biológicos, junto a condiciones sociales de pobreza, injusticia ambiental, desencadenan exposiciones y vulnerabilidad diferencial frente a factores de riesgo.

Es así como existen comunas con deterioro ambiental variado, pero es de gran interés observar e intervenir en las autodenominadas “zonas de sacrificio”, entre las que incluye la comuna de Coronel. En esta comuna se evidencia un deterioro ambiental generado a consecuencia de la instalación de diversas fuentes emisoras desde mediados del siglo pasado, lo que ha generado una preocupación comunitaria. De hecho, el Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH, 2022), en su Mapa de Conflictos Ambientales, identifica 128 zonas con conflictos ambientales en el país, de los cuales, 47 se ubican en la zona centro-sur de Chile. Además, la mayoría de los conflictos ambientales en Chile (38%) se relacionan con el sector productivo de energía, 27% con el sector minero y el resto, se relaciona con condiciones de saneamiento ambiental y otros sectores productivos. En la región del Bío Bío se identifican 7 conflictos ambientales, de las cuales el 86% se vinculan al sector productivo de energía, uno de éstos, afecta a la comuna de Coronel, pero también se evidencian conflictos ambientales en las comunas de Arauco, Santa Juana, entre otros de la Región de Bío Bío (INDH, 2022).

En respuesta a la preocupación comunitaria, tal como se señala en el anexo 3, varios estudios de los componentes medioambientales se han realizado en la comuna de Coronel. El estudio presentado en este informe es el primer diagnóstico de salud que se realiza a nivel comunal y en todo el país, en él se exploran las principales enfermedades de relevancia comunal y se miden factores de riesgo de tipo biológico, social, y ambiental vinculados a la red de causalidad de enfermedades crónicas con un componente ambiental aún no cuantificado. Complementariamente, se miden los niveles de dos metales(oides) de alta relevancia para la salud poblacional, priorizados por la Autoridad Sanitaria: arsénico inorgánico en orina y plomo en sangre. Los niveles de arsénico inorgánico en orina, comprobado agente carcinógeno según la Agencia de Investigación en Cáncer de la OMS (IARC), se ha vinculado al incremento del riesgo poblacional de cáncer de pulmón, vejiga y riñón. Por otra parte, los niveles de plomo en sangre, se han vinculado a la ocurrencia de alteraciones cardiovasculares en personas adultas, y a incremento poblacional de deterioro cognitivo en población infantil, entre otros efectos (ver anexo 2).

Los hallazgos del presente estudio, además, deben analizarse tomando en consideración que toda su ejecución, desde la planificación hasta la entrega de los resultados individuales a cada uno de los participantes, se realizó durante el periodo pandémico por la enfermedad COVID-19 que afecta al país. En este contexto, todos los indicadores de exposición y de salud y recomendaciones emanadas de este informe deben tomar en consideración las vulnerabilidades socio-ambientales que evidencian este estudio, junto a las sobrecargas de atenciones de salud asociadas a enfermedades crónicas no cubiertas ante la demanda que representa el COVID-19.

Los resultados de este perfil de salud poblacional y sus determinantes en la comuna de Coronel, se comparan en parte, con indicadores epidemiológicos generados por la última Encuesta Nacional de

Salud realizada en el periodo 2016-2017, tanto a nivel país, como a nivel regional. En los aspectos demográficos, la comuna de Coronel tiene una población mayor de 18 años con una edad promedio de 45,1 años. Es llamativo que la mayoría de la población se reconoce de origen chileno/latino y muy poca como perteneciente al pueblo originario mapuche, predominante en toda la región.

En cuanto a sus características sociales, un alto porcentaje de la población tiene un ingreso líquido mensual menor al sueldo mínimo vigente en Chile, indicador en el que se debe poner atención. Notorias son las diferencias de ingreso y escolaridad (inferior a 12 años) que se observan en las mujeres en comparación a los hombres. Por otra parte, estando adscritas la mayoría de las personas al sistema público de salud, se debe considerar que la existencia de prevalencias altas y o mayores de las esperadas conlleva una potencial mayor demanda de atenciones de salud y eventualmente una mayor gravedad de las mismas por demoras en el acceso. A esto se suma la sobrecarga que está recibiendo el sistema sanitario por la morbilidad crónica no atendida producto de la pandemia. Es de interés fortalecer acciones orientadas promover la salud de la mujer, considerando además aspectos relacionados con la calidad y el acceso a las atenciones de salud, las que pueden ser de interés en estas zonas de vulnerabilidad social y ambiental.

En cuanto a la caracterización de los estilos de vida, la alta prevalencia de tabaquismo activo, que sobrepasa el 50% de la población es mayor que lo medido en la última Encuesta Nacional de Salud a nivel regional (26,2%) y nacional (32,5%). Esfuerzos deben desplegarse para reducir la prevalencia de tabaquismo activo en mujeres (56,6%) y del tabaquismo pasivo en la infancia y en la adultez.

Otros factores de riesgo asociados a posibles alteraciones agudas o crónicas referidas al consumo de aguas no debidamente controladas por la Superintendencia de Servicios Sanitarios o la Autoridad Sanitaria, tal como las aguas rurales, de pozo o norias, muestran un consumo bajo en la comuna de Coronel, tal como ocurre en las diversas ciudades de Chile.

En relación a otras exposiciones de interés, tal como la cercanía a fuentes fijas emisoras, es de alto valor que parte importante de la población vive a más de 1000 metros de estas fuentes. Dada la naturaleza de este estudio, que caracteriza el estado de salud poblacional en la comuna, no se incorporó la caracterización de las matrices ambientales, especialmente vinculadas a la calidad del aire exterior o interiores. Sólo se pudo recolectar información a partir de la encuesta realizada a las personas, los proxis de exposición a las fuentes fijas utilizando sistemas de información geográfica.

Consideración aparte merece la cercanía a la ruta (carretera) más importante que cruza Coronel, en la que vive el 79,3% de la población, que puede ser afectada por el ruido que provoca el tráfico vehicular durante las horas de descanso en especial durante el sueño. Además, en dicha ruta se han registrado numerosos accidentes verificados por el equipo de terreno y los investigadores a lo largo del estudio. Cabe destacar que por esta ruta circulan aproximadamente 100 camiones diarios que circulan entre el puerto, las fábricas e industrias y los territorios aledaños.

En cuanto a las ocupaciones con potencial exposición a compuestos químicos, destaca la exposición

a ocupaciones de riesgo con notables diferencias por sexos, alcanzando al 32,7% de los hombres que reportan haberse expuesto a vapores de soldadura en un 30,6% a carbón o coke, y en un 14,7% a sílice. Estas condiciones están vinculadas a diversos eventos de salud, especialmente alteraciones de tipo respiratorias crónicas; sin embargo, al ser cuantificadas a partir de una encuesta de hogares, podría estar subreportada.

Dentro de los indicadores de exposición intradomiciliaria evaluados, es de interés el uso de combustibles fósiles para la preparación de alimentos y para calefaccionar. En este ámbito, gran parte de la población usa para cocinar gas licuado, sin riesgos adicionales para su salud. Sin embargo, para calefaccionar los hogares, un 73,7% de la población utiliza leña o aserrín, conformando un escenario de exposición dentro del hogar especialmente por MP $2,5 \mu/m^3$, junto a otros compuestos orgánicos de interés en salud respiratoria y cardiovascular, especialmente para personas mayores, niños y niñas y mujeres embarazadas.

También dentro de los hogares, pueden ocurrir otras exposiciones no controladas dadas por la alta ocurrencia de actividades laborales dentro de las viviendas, las que pueden incluir talleres, preparación de productos para la pesca, servicios, comercio, etc., con peligros variados según el rubro.

En relación a los eventos de salud priorizados, en este estudio se confirmó la existencia de Factores de Riesgo, Factores Protectores y alta prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) en la población estudiada, según auto reporte y o exámenes de laboratorio. La prevalencia de sobrepeso/obesidad en la población de Coronel estudiada es alta y alcanzó un 76,0% siendo mayor que la reportada en la Región (75,40%) y en el país (71,60%). El sobrepeso, es considerado un factor de riesgo relevante para numerosas patologías crónicas como obesidad, diabetes, HTA, dislipidemia, enfermedad coronaria, insuficiencia cardiaca, accidente cerebro vascular, problemas osteoarticulares, apnea del sueño, litiasis biliar, hepatopatías y algunos tipos de cáncer.

Cabe señalar que el aumento del sobrepeso y la obesidad en el ámbito global se explican actualmente en gran medida por el sedentarismo e inactividad y por lo cambios dietarios caracterizadas por dietas ricas en energía y altas en grasas. No se debe olvidar que la obesidad es considerada una epidemia en el mundo y en Chile, con todo el impacto que ello conlleva.

La prevalencia de consumo de pescados o mariscos al menos 2 veces a la semana, en la comuna de Coronel fue de 25,9%, siendo mayor que la prevalencia en la Región (13,80%) y mayor que la del país (9,20%), lo que puede ser un factor protector para las enfermedades cardiovasculares y puede estar condicionado por mayores facilidades de acceso a el consumo de pescado por la presencia de un puerto en la comuna y numerosas empresas pesqueras que procesan productos del mar en la zona.

Por otro lado, la exposición intradomiciliaria a carbón, leña como principal combustible para calefaccionar es llamativamente alta en la comuna de Coronel y alcanzó una prevalencia de 73,9%,

superior que la prevalencia regional (68,50%) y mucho mayor que la prevalencia nacional (30%). Esta condición de riesgo impacta directamente en la prevalencia de las enfermedades respiratorias.

La prevalencia de autoreporte de hipertensión arterial (HTA) en Coronel fue alta y alcanzó a un 23,6%, llamativamente fue menor que la de la región (31,10%) y la del país (27,60%), durante el año 2016-2017; debe notarse que esta situación podría ser una alerta de subdiagnóstico, dado que para reducir el tiempo de permanencia dentro de los hogares se realizó la medición de la presión arterial. El subdiagnóstico permite que la enfermedad continúe su curso natural, y a la larga debute con complicaciones de mayor gravedad como infarto agudo al miocardio (IAM) y o Accidente Vascular Encefálico (AVE).

La prevalencia de sospecha de diabetes fue de 12,8%, levemente menor a la prevalencia de la región 14,20% y similar a la del país 12,30%. Considerando que la diabetes es una enfermedad que tiene un curso natural complejo sino es tratada oportunamente en forma eficiente, es importante que la autoridad intervenga precozmente en estrategias de prevención.

Es así como la prevalencia de enfermedades respiratorias crónicas en la comuna de Coronel es alta (11,8%) en comparación a la prevalencia regional (5,40%) y mucho mayor a la prevalencia nacional (5,40%), lo que puede estar relacionado a la exposición a carbón y leña.

Las prevalencias de sospecha de otras enfermedades crónica en la comuna de Coronel, fue de: sospecha de enfermedad Cardíaca de 9,3%, sospecha de enfermedad renal 3,5%, sospecha de enfermedad neurológica 3,4%, sospecha de Cáncer 8,6%, sospecha de Enfermedad mental 11,6% y sospecha de enfermedad hepática 6,8%. Evidenciando la presencia de numerosas ECNT.

La prevalencia de daño hepático según (SGPT o GGT elevada) en la comuna de Coronel fue importante alcanzando un 30,6%, siendo mayor que la prevalencia de la Región (25,10%) y la del país (18,90%). Numerosas pueden ser las causas de daño hepático crónico, entre las que cabe mencionar el consumo excesivo de Alcohol, la acumulación de grasa en el hígado y ciertos medicamentos.

El nivel de Colesterol total alto >200mg/dl medido en a través de técnicas de laboratorio evidenció una prevalencia de 44,6%, llamativamente alta. Siendo de 8,10% en la región y 6,8% en el país. Considerando que la causa más común del colesterol alto es un estilo de vida poco saludable, que incluye hábitos alimenticios poco saludables, como comer muchas grasas dañinas, hay que intervenir. La grasa saturada, se encuentra en algunas carnes, productos lácteos, chocolate, productos horneados y alimentos procesados y fritos, por lo que es fundamental la educación comunitaria. La alta prevalencia en la comuna puede deberse a poco control sanitario de los habitantes, o falta de adherencia de la farmacoterapia.

La prevalencia de Colesterol HDL bajo alcanzó un 49,7% levemente mayor que a nivel regional donde fue de 47,90% y que el nivel nacional 44,9%. El colesterol de lipoproteínas de alta densidad (HDL) es conocido como el colesterol "bueno" porque ayuda a eliminar otras formas de colesterol del torrente sanguíneo. Los niveles más altos de colesterol HDL están asociados con un menor riesgo de desarrollar una enfermedad cardíaca. Para aumentar este colesterol se recomienda consumir alimentos ricos en grasas buenas, que se encuentran en pescados grasos o azules como salmón, sardina, trucha, caballa, jurel, anguila, arenque y atún; Semillas como chía, linaza, calabaza y girasol, ya que son fuentes naturales de omega 3. Llamativamente la población de Coronel señaló que consume pescado, sería de interés conocer si ingieren en forma adecuada las otras fuentes de este elemento.

El nivel de prevalencia de triglicéridos elevados fue alto en la comuna de Coronel, de un 33,2%, menor que la prevalencia regional que fue de un 41,40% y menor que la del país que fue de un 36,6%. Si bien los triglicéridos y el colesterol son diferentes tipos de lípidos que circulan en la sangre, tienen roles diferentes, los triglicéridos almacenan las calorías no utilizadas y proporcionan energía al cuerpo, mientras el colesterol se utiliza para construir células y ciertas hormonas.

Por los antecedentes mencionados se puede señalar que la comuna de Coronel, tiene una población adulta donde las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) son prevalentes en forma similar a la prevalencia nacional (HTA y Dbt) o levemente superior (enfermedades respiratorias). Se evidencia la existencia de factores de riesgo para la salud (uso de leña y carbón, obesidad y sobrepeso, entre otras).

La prevalencia de obesidad presente en alta magnitud, hace recordar que se espera que la epidemia de la obesidad esté asociada con una mayor reducción de la esperanza de vida y grandes aumentos del número de años de vida no saludables. La carga de enfermedades crónicas tendrá un aumento sustancial lo que generará mayor demanda de servicios de salud.

En la siguiente tabla se muestra una síntesis de las principales enfermedades crónicas y factores de riesgo en personas adultas de la comuna de Coronel.

Figura 18. Síntesis de las principales enfermedades crónicas y factores de riesgo en personas adultas de la comuna de Coronel

Indicador	Chile	Región del Bío Bío	Comuna Coronel 2021*
Prevalencia de Estado Nutricional sobrepeso/obesidad	71,60%	75,40%	76,00%
Consumo de pescados o mariscos al menos 2 veces a la semana	9,20%	13,80%	25,9%
Exposición intradomiciliaria a Carbón, leña como principal combustible para calefaccionar	30%	68,50%	73,9%
Prevalencia de sospecha de Hipertensión arterial (HTA)	27,60%	31,10%	23,6%
Prevalencia de sospecha de Diabetes	12,30%	14,20%	12,8%
Autoreporte Enfermedades Respiratorias crónicas	5,40%	5,40%	11,8%
Prevalencia de sospecha de Enfermedad Cardíaca	--	--	9,3%
Prevalencia de sospecha de Enf. Renal (%)	--	--	3,5%
Prevalencia de sospecha de Enfermedad Neurológica	--	--	3,4%
Prevalencia de sospecha de Cáncer	--	---	8,6%
Prevalencia de sospecha de enfermedad de Salud Mental	--	---	11,6%
Prevalencia de sospecha de enfermedad hepática	---	---	6,8%
Prevalencia de daño hepático (SGPT o GGT elevada)	18,90%	25,10%	30,6%
Prevalencia de Nivel de Colesterol total alto >200mg/dl	6,80%	8,10%	44,6%
Prevalencia de Nivel de Colesterol HDL bajo *	44,90%	47,90%	49,7%
Prevalencia de Nivel de Triglicéridos elevados**	36,60%	41,40%	33,2%

Dentro de las asociaciones significativas relacionadas a la detección de niveles de Arsénico Inorgánico en la orina de las personas adultas se destaca la ingestión de pescados y mariscos más de 2 veces por semanas. Al respecto, debe indicarse que, en este estudio de corte transversal, mide tanto las exposiciones y los efectos en el mismo momento. Sin embargo, los niveles medidos son bajos comparados con lo medido en otros estudios realizados en Chile. Estos bajos niveles, dificultan que se puedan establecer relaciones con daños en la salud poblacional; más bien lo bajos niveles de

Arsénico detectados en la población tienen valor como un indicador poblacional que debe mantenerse en vigilancia para reducir la ocurrencia de daños de tipo agudos o crónicos. De esta manera, en la Comuna de Coronel, los bajos niveles poblacionales de Arsénico Inorgánico dan cuenta de que el patrón de exposición de las personas por otras vías más directas, como lo es la concentración de Arsénico es baja, tal como lo indican los datos de la SISS.

En este estudio, por primera vez en el país, se establece la prevalencia de los niveles de plomo en sangre y arsénico inorgánico en orina en adultos de la comuna de Coronel, de acuerdo a los puntos de corte definidos por la autoridad Sanitaria. Las prevalencias obtenidas para la población de personas adultas y por sexo son notoriamente menores a las definidas en Antofagasta el año 2018 (Rios et al, 2020), donde se midieron percentil 50 fue de 14,2 Arsénico inorgánico $\mu\text{g/L}$ orina, mientras que el Percentil 95 fue de 41,4 Arsénico inorgánico $\mu\text{g/L}$ orina. En cuanto a los niveles de Plomo en sangre, este alcanzó un percentil 50 de 1,7 $\mu\text{g/ dL}$ y percentil 95% de 4,2 de Plomo en sangre.

Considerando los resultados obtenidos en Coronel no se observan niveles de plomo y arsénico que revistan el carácter de problema de salud pública de manera urgente. De manera gráfica y mediante auto-correlación espacial, no se identifican agrupamientos de personas con niveles detectables de Arsénico Inorgánico urinario ni personas con más de 35 $\mu\text{g/L}$ de Arsénico inorgánico en orina. Similares hallazgos se observan respecto a los niveles de Plomo en sangre.

Estudios previos realizados en Chile, indican que las comunas con centrales termoeléctricas, experimentan tasas elevadas de mortalidad por todas las causas, mortalidad y hospitalizaciones relacionadas a enfermedades cardiovasculares, pulmonares y cáncer (Ruiz-Rudolph, P et al, 2016). Este estudio alerta sobre las fuentes de emisión y su impacto en la salud de la población, además de la relación de estos efectos en salud con el nivel socioeconómico, estos resultados son consistentes en relación al presente estudio realizado en la comuna de Coronel, donde vemos reflejado de acuerdo a los resultados presentados que el nivel educacional estudiado como un proxy del nivel socioeconómico de los participantes, es un factor predictor estadísticamente significativo para las diferentes enfermedades estudiadas. Además, los resultados de un estudio previo realizado por Ugarte-Avilés, et al 2017, indica que vivir cerca de una central termoeléctrica a carbón está asociada con un mayor riesgo de una consulta por emergencia por EPOC.

De esta forma, mediante la comparación y utilización de diferentes diseños de estudio en las investigaciones realizadas previamente considerando sus posibles limitaciones, tanto en la comuna de Coronel como en otras comunas afectadas por fuentes de emisión industrial (industrias de la minería, procesamiento de metales, producción de papel y energía), podemos indicar que considerando acciones preventivas y bajo el principio precautorio, es necesario la aplicación de intervenciones que consideren la salud basal de los habitantes y los efectos en salud generados por factores ambientales en las poblaciones más vulnerables.

Es importante mencionar que la mejora en la evaluación y asignación de la exposición en relación a

la contaminación del aire interior y exterior, es de suma relevancia y debe ser considerada en futuros estudios epidemiológicos que tengan como objetivo identificar exposiciones ambientales y su relación con la salud de la población (Nieuwenhuijsen, M et al, 2006). La contaminación del aire es un conocido factor de riesgo para diferentes enfermedades y además un contribuyente sustancial a la carga mundial de morbilidad. Actualmente existe mayor evidencia que muestra que la exposición a largo plazo a los contaminantes del aire, incluso a bajas concentraciones de exposición, está asociada con la mortalidad y morbilidad. La contaminación del aire en ciudades chilenas se caracteriza por su heterogeneidad en relación a patrones temporales y espaciales, las que mayoritariamente están determinadas por la densidad poblacional, tráfico vehicular, planificación urbana y transporte, el tipo de calefacción, factores meteorológicos, entre otros. Existe una variabilidad considerable en los niveles de diferentes exposiciones ambientales, como la contaminación del aire, el ruido, temperaturas y espacios verdes. El comportamiento individual, incluida la movilidad, agrega una mayor variabilidad y determina también estas exposiciones ambientales.

Incertidumbres y certezas del estudio:

Fortalezas

Se cuenta con un profesional de enfermería para realizar la consejería. Así mismo, existen profesionales capacitados (Geógrafo e Ingeniera en estadística) para el registro y manejo de los datos necesarios que ayudan a realizar una consejería eficaz por parte de la enfermera.

Los participantes de la investigación se caracterizan por tener buena recepción de la consejería y disposición para cumplir con el objetivo de esta, asistir a un médico que pueda revisar los exámenes de manera integral.

El sistema de salud de la comuna de Coronel está informado del estudio y recibe de forma apropiada a los participantes que acuden a él.

Se realiza un trabajo en forma coordinada con el equipo central de investigación. Con ellos se mantiene una comunicación fluida y periódica.

Debilidades

Debido a que un alto porcentaje de los participantes con requerimientos de consejería de alerta son personas mayores con poco manejo tecnológico, la entrega de resultados de los exámenes se debe realizar por carta certificada, lo que genera un retraso en su entrega y por consiguiente de la consejería.

Oportunidades

Los participantes son personas que se sienten vulneradas, pues se encuentran viviendo en una zona

de sacrificio. Realizar una buena consejería manifiesta una preocupación en la salud del participante y al mismo tiempo genera una buena impresión del equipo de investigación en los participantes del estudio.

Se genera la oportunidad de llegar a personas que, ya sea por la situación actual de pandemia o por otro motivo no han recibido una atención de salud oportuna.

Aporte de información para los participantes lo que permite que puedan consultar precozmente frente a resultados alterados.

Amenazas

El contexto de pandemia actual genera diferentes problemas a la hora de necesitar una atención de salud. Los servicios se encuentran colapsados, las personas tienen temor de contagiarse de COVID-19 dentro de los centros de salud, la situación económica no permite pagar una atención particular, entre otras cosas que dificultan poder asistir a una atención médica a corto plazo.

Los centros de salud estos últimos dos años se encuentran enfocados en la enfermedad producida por el COVID-19 y han dejado en segundo lugar las atenciones enfocadas en las enfermedades crónicas como aquellas del programa de salud cardiovascular o respiratorias

Conclusiones

El estudio permitió reunir información sobre las características de la comuna y la presencia de factores de riesgo ambientales. Se logró conocer aspectos relevantes de las características y factores de riesgo de enfermedades, en población de 18 años y más, a través de una encuesta epidemiológica - ambiental, mediciones biológicas y exámenes de laboratorio, con representatividad comunal, en la población de Coronel.

El estudio tuvo un foco especial en relación al estudio de metales (Arsénico Inorgánico en orina y Plomo en sangre), dada preocupación de la comunidad en este tema y las características de la comuna que presenta altos niveles de industrialización en la zona urbanas, donde destaca la presencia de Termoeléctrica a carbón, y zona de acopio de Carbón

Se midió la prevalencia de enfermedades crónicas y sus determinantes psicosociales, conductuales y biológicos, a través de la aplicación de una encuesta (auto reporte de salud) y exámenes de laboratorio (generales y de metales), en una muestra representativa de la comuna de Coronel.

La población estudiada presenta prevalencias esperadas en varias enfermedades crónicas, similares a la de la Región y el país, destaca la alta prevalencia de obesidad (76%), hipercolesterolemia (44,6%).

Se generaron mapas identificando las zonas de mayor riesgo lo que permitió posteriormente el análisis de la distribución de casos según diferentes variables (hipertensión arterial, diabetes, enfermedades respiratorias crónicas). No se identificó agrupamiento de casos.

A través de la encuesta epidemiológica ambiental se identificaron factores de riesgo asociados a la trayectoria laboral, destacando la exposición a diversos químicos en el trabajo y otros elementos tóxicos. No se captura información sobre otros riesgos físicos o biológicos en el lugar del trabajo. Llama la atención la alta ocurrencia de actividades dentro del hogar.

Se evaluó la función pulmonar de la población a través de la medición del flujo espiratorio máximo, según sexo, edad, y nivel educaciones en la muestra representativa de la comuna de Coronel, destacando que esta afecta de manera distinta según el sexo y probablemente relacionada con el uso de leña para calefaccionar dentro del hogar.

Se describió la distribución poblacional de los parámetros de laboratorio a través de medidas de tendencia central, según sexo, edad, y nivel educacional. Destacando la alta prevalencia de hipercolesterolemia y triglicéridos, y prevalencias esperadas de valores alterados de función hepática. No se establece la ocurrencia de predictores de riesgo cardiovascular, tal como Síndrome Metabólico.

Se estableció la prevalencia de metales arsénico y plomo según sexo, edad y nivel educacional. En los resultados no se evidenciaron concentraciones fuera de la norma para toda la población estudiada, fijada en 35 $\mu\text{g/L}$ de Arsénico Inorgánico en orina y de 10 $\mu\text{g/dL}$ de Plomo en sangre en la gran mayoría de la población adulta, con niveles bajos de exposición.

Se realizaron mapas de distribución entre los casos con niveles detectables en relación a las fuentes de emisión y o de riesgo. Entre los resultados destacamos que no se observan patrones territoriales que den cuenta de agrupamiento de casos en la cercanía de fuentes fijas o móviles.

Sin lugar a dudas, otros actores de riesgo como obesidad y sedentarismo también son muy relevantes. Destacan: alto uso de carbón y leña para calefaccionar; mayor daño en salud en mujeres y en personas con mayor edad y menor nivel educacional.

Este estudio constituye un primer insumo, que permite sugerir algunas estrategias de intervenciones a través de programas específicos y educativos locales, se plantean además inquietudes de futuros estudios complementarios en el ámbito sanitario, sociocultural y ambiental, en este último punto sería de interés conocerla situación de los túneles y faenas mineras del territorio, por eventuales riesgos adicionales ante aluviones o altas precipitaciones o sismo, que podrían favorecer filtraciones de materiales de acopio.

La población de la comuna de Coronel presenta problemáticas de salud de comunas urbanas, y donde además se observa un exceso aumento de prevalencia de enfermedades respiratorias, de

problemas de salud mental, de exposición a factores de riesgo como leña, ruido, contaminantes, conformando escenarios de exposiciones que pudieran favorecer exposiciones a múltiples contaminantes, de manera simultánea y a bajas dosis de exposición.

11. RECOMENDACIONES Y BRECHAS

Se sugiere fomentar Programas que aborden este problema del sobrepeso y la obesidad en forma integral en los diferentes grupos de riesgo. Coronel no está ajeno al impacto de esta gran epidemia.

El tabaquismo en cualquiera de sus formas es un relevante factor de riesgo para diversas alteraciones crónicas. Además, se cuenta con evidencia nacional que muestra que existe un incremento significativo del riesgo de cáncer pulmonar frente a la exposición crónica a contaminantes como el arsénico inorgánico en la orina y el tabaquismo (Ferrecio et al, 2013).

Debido al crecimiento del mercado inmobiliario en la comuna es preciso fortalecer la vigilancia de la calidad y acceso a aguas seguras.

Dada la importancia del entorno laboral y del empleo como un determinante social de la salud, es preciso profundizar en este subgrupo de la población expuesta a peligros ocupacionales, los que están cautelados por la Ley 17.644.

Especial atención debe ponerse en reducir estas exposiciones involuntarias que ocurren dentro del hogar y que afectan mayormente a las familias con menores ingresos

El consumo de pescados y mariscos, producidos localmente pudiera contener concentraciones variables de metales o metaloides tal como el Arsénico Inorgánico. Tomando en consideración el alto consumo de esta fuente proteica y que proporciona además los ácidos Omega 3 y 6 se sugieren fortalecer su vigilancia en esta comunidad, junto a otras acciones de salud pública.

La alta prevalencia de enfermedades respiratorias crónicas puede reducirse mediante políticas sanitario-ambientales locales que permitan cambiar la calefacción por uso de leña. Dentro de la vivienda expuesta a la contaminación intradomiciliaria, comparte la familia en especial niños y mujeres.

Respecto a cáncer, fortalecer acciones locales y regionales en relación al Registro Poblacional u hospitalarias de cáncer, para realizar una caracterización apropiada de su perfil de morbilidad y mortalidad.

Considerar que los resultados presentados se hicieron bajo la Pandemia de COVID-19, pudiendo exacerbarse algunos sesgos de memoria, de conocimientos y subdiagnósticos que pudieran afectar la interpretación de estos hallazgos.

Se sugiere que, en futuros estudios se aborden aspectos socio-antropológicos y culturales que permitan caracterizar fenómenos como el consumo de alimentos y la actividad física. Además, es relevante estudiar en forma dirigida la magnitud del síndrome metabólico, que es el conjunto de anormalidades metabólicas consideradas como factor de riesgo para desarrollar enfermedad cardiovascular y diabetes. Los componentes de este Síndrome difieren según diferentes guías y

consensos y difieren en algunos parámetros.

Es relevante fortalecer la promoción de estilos de vida saludables, no solo para la población adulta, sino para la comunidad en general. Esto permitirá disminuir la carga de ECNT, y modelar estilos de vida con mayor bienestar para la Comunidad.

Se observan preocupaciones comunitarias sobre la potencial exposición a metales en población infantil. De manera preventiva, se sugiere identificar potenciales fuentes de exposición y aunar voluntades para conformar entornos saludables para la población infantil, según las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud.

Se ha demostrado que visitas trimestrales de los equipos de salud pública y educadores a los hogares de personas con mayor vulnerabilidad social o ambiental, junto a campañas educativas disminuyen el riesgo de contaminación por metales.

Se recomienda explorar el impacto de la dieta en los niveles del metaloide Arsénico Inorgánico y Orgánico en productos de producción local, especialmente en las áreas identificadas con mayor contaminación en la Bahía.

Se recomienda educar a la población de coronel sobre el consumo de tabaco en cualquiera de sus formas de consumo, dado de que se ha descrito que la interacción tabaquismo-arsénico puede tener un efecto sinérgico en el aumento del riesgo de cáncer y otras alteraciones cardiovasculares.

Fortalecimiento de las acciones de salud a nivel local, especialmente orientadas a las ECNT.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, Anderson HR, Frostad J, Estep K, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *Lancet*. 2017;389(10082):1907-18.
- Dominici F, Schwartz J, Di Q, Braun D, Choirat C, Zanobetti A. Assessing Adverse Health Effects of Long-Term Exposure to Low Levels of Ambient Air Pollution: Phase 1. *Research Reports: Health Effects Institute*. 2019;2019:200.
- Ferreccio, C., Gonzalez, C., Milosavjlevic, V., Marshall, G., Sancha, A.M. & Smith, A.H. (2000) Lung cancer and arsenic concentrations in drinking water in Chile. *Epidemiology*, 11(6), 673-9.
- Ferreccio, C., Smith, A.H., Duran, V., Barlaro, T., Benitez, H., Valdes, R., Aguirre, J.J., Moore, L.E., Acevedo, J., Vasquez, M.I., Perez, L., Yuan, Y., Liaw, J., Cantor, K.P. & Steinmaus, C. (2013a) Case-control study of arsenic in drinking water and kidney cancer in uniquely exposed Northern Chile. *Am J Epidemiol*, 178(5), 813-8.
- Ferreccio, C., Yuan, Y., Calle, J., Benitez, H., Parra, R.L., Acevedo, J., Smith, A.H., Liaw, J. & Steinmaus, C. (2013b) Arsenic, tobacco smoke, and occupation: associations of multiple agents with lung and bladder cancer. *Epidemiology*, 24(6), 898-905.
- Cohen AJ, Brauer M, Burnett R, Anderson HR, Frostad J, Estep K, et al. Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient air pollution: an analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *Lancet*. 2017;389(10082):1907-18.
- González F, M.I., Vanaclocha H. (2008) La información en tiempo real. Una herramienta necesaria en vigilancia epidemiológica. *Gac Sanit.*, 22(2), 162-7.
- Ilustre Municipalidad de Coronel (2012-2016). Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO). <https://www.ecoronel.cl/planeamiento/variable-ambiental-en-el-plan-Comunal-de-desarrollo-pladeco/>
- Ministerio del Medio Ambiente (2011). Perfil ambiental de Chile. Capítulo 1. Contaminación del aire.
- Ministerio de Salud (2014). Guía Clínica: Vigilancia Biológica De La Población Expuesta a Arsénico, Beneficiarios De La Ley 20.590. Santiago de Chile.
- Ministerio de Salud. (2014). Guía Clínica: Vigilancia Biológica De La Población Expuesta a Plomo en la Comuna de Arica. Santiago de Chile, Chile.
- Ministerio de Salud (2017). Protocolo de acciones de salud pública aplicables ante resultados de la medición de metales pesados y metaloides en la encuesta nacional de salud

(ENS), 2016 – 2017.

- Ministerio de Salud (2017) Diagnósticos de Salud según Determinantes Sociales de la Salud.
- Ministerio de Salud. Plan Nacional de Cáncer 2018-2018. Disponible en: 2019.01.23_PLAN-NACIONAL-DE-CANCER_web.pdf (minsal.cl).
- Nieuwenhuijsen, M., Paustenbach, D., & Duarte-Davidson, R. (2006). New developments in exposure assessment: the impact on the practice of health risk assessment and epidemiological studies. *Environment International*, 32(8), 996-1009.
- INSTITUTO NACIONAL DE DERECHOS HUMANOS. Mapa de conflictos ambientales. Disponible en: Mapa de Conflictos Medioambientales - INDH
- Ríos, Juan Carlos, Villarroel, Luis, Torres, Marisa, Astaburuaga, Juan Pablo, Leiva, Cinthya, Cook, Paz, Medel, Patricio, & Cortés, Sandra. (2020). Estudio de metales urinarios y plomo en sangre: parámetros poblacionales en Antofagasta, 2018. *Revista médica de Chile*, 148(6), 746-754. <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872020000600746>
- Ruiz-Rudolph, P., Arias, N., Pardo, S., Meyer, M., Mesías, S., Galleguillos, C., ... & Gutiérrez, L. (2016). Impact of large industrial emission sources on mortality and morbidity in Chile: A small-areas study. *Environment international*, 92, 130-138.
- Strak M, Weinmayr G, Rodopoulou S, Chen J, de Hoogh K, Andersen ZJ, et al. Long term exposure to low level air pollution and mortality in eight European cohorts within the ELAPSE project: pooled analysis. *BMJ*. 2021;374:n1904.
- Ugarte-Avilés, T., Manterola, C., Cartes-Velásquez, R., & Otzen, T. (2017). Impact of proximity of thermoelectric power plants on bronchial obstructive crisis rates. *BMC public health*, 17(1), 1-7.