



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
MAGÍSTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN AMBIENTAL
PROGRAMA INTERFACULTADES

**PASIVOS AMBIENTALES MINEROS – CONFLICTOS AMBIENTALES
Y PERCEPCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN Y DE LA SALUD DE LA
POBLACIÓN.**

**Caso de estudio pasivo ambiental minero “El Escorial”, comuna de
Cabildo**

Proyecto de grado presentado como parte de los requisitos para optar
al grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental

MAURICIO JORQUERA ALISTE

Profesor Guía: Dr. Dante Cáceres Lillo

Santiago, Chile.
2019



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
MAGÍSTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN AMBIENTAL
PROGRAMA INTERFACULTADES

Proyecto de Grado como parte de los requisitos para optar al grado de Magíster en Gestión y Planificación Ambiental.

Profesor Guía

Nombre: Dr. Dante Cáceres Lillo

Nota: 7,0

Firma _____

Profesora Consejera

Nombre: Dra. Karla Yohannessen

Nota: 6,3

Firma _____

Profesor Consejero

Nombre: Dr. Juan Pablo Fuentes

Nota: 6,5

Firma _____

Santiago, Chile
2019

*Para Daniela, Violeta y Mauro, mi familia.
Solo ellos saben realmente lo que me costó.*



Agradecimientos

A mi Profesor Guía Dante Cáceres Lillo, por su incondicional apoyo, consejo, compromiso, su buena disposición y contribución durante todo el tiempo que duró el desarrollo de este Proyecto de Grado. Por creer en mis ideas, por ayudar a potenciarlas y direccionarlas en lo que es hoy este Proyecto.

A cada habitante de la comuna de Cabildo, a aquellos que me recibieron afectuosamente por más de 7 años y que han aportado con ganas su experiencia, conocimientos y lo más importante, sus historias de vida, con las cuales nutro cada párrafo de este Proyecto.

Finalmente a todos los que me apoyaron de diversas maneras, con apoyo, contactos, datos, correcciones, críticas. A los que me escucharon todos estos años hablar con pasión sobre este tema.

Gracias a los errores y caídas, que de ellos he aprendido.



Tabla de Contenidos

1	Resumen	8
2	Introducción	10
3	Marco Teórico	12
3.1	Pasivos Ambientales Mineros – Medioambiente, Salud y Sociedad	14
3.2	Pasivos Ambientales Mineros – Normativa Legal Chilena	15
3.3	Pasivos Ambientales Mineros – Exposición e Impactos	18
3.4	Pasivos Ambientales Mineros – Una expresión espacial	21
3.5	La percepción del riesgo en los conflictos ambientales.....	22
3.6	Pasivos Ambientales Mineros y el Conflicto Ambiental	24
4	Objetivos.....	27
4.1	Objetivo General.....	27
4.2	Objetivos Específicos	27
5	Metodología	28
5.1	Caracterización del Pasivo Ambiental Minero (PAM) “El Escorial”	28
5.1.1	Levantamiento de Información	29
5.1.2	Identificación y georreferenciación	30
5.1.3	Priorización del Sitio con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC)	30
5.1.4	Inspección del sitio	34
5.2	Contextualización del perfil epidemiológico de la población de Cabildo	35
5.3	Aplicación de encuesta de percepción ambiental y situación de salud	36
5.3.1	Elaboración de la encuesta	36
5.3.2	Instrumento para la toma de datos en terreno	39
5.3.3	Selección del universo de encuestados	40
5.4	Análisis de los datos.....	44
5.5	Reflexión sobre la metodología	45
6	Resultados.....	46
6.1	Antecedentes generales.....	46
6.1.1	Población de Cabildo	46
6.1.2	Levantamiento de información de instituciones con relevancia ambiental	48
6.2	Aspectos socioambientales más relevantes.....	49
6.2.1	Análisis de la localización	49
6.2.2	Descripción del Perímetro	52
6.2.3	Levantamiento de información histórica	56
6.2.4	Estudio del medio físico	69
6.2.5	Estudio de los Receptores Flora y Fauna	79
6.2.6	Estudio de los Receptores Humanos	80
6.3	Resultados de la Ficha de identificación de SPPC.....	81
6.4	Contextualización del perfil epidemiológico de la población de Cabildo	83



6.4.1	Mortalidad de la población de Cabildo para el periodo (1997 – 2015)	83
6.4.2	Egresos hospitalarios para el periodo (2012 – 2017)	87
6.5	Análisis de los resultados de la encuesta de percepción	93
6.5.1	Estructura poblacional de la muestra	93
6.5.2	Resultados de la percepción de los encuestados	97
6.5.3	Resultados del estado de salud de los encuestados	105
7	Discusión	108
8	Conclusiones	112
9	Bibliografía.....	113

Indice de Figuras

Figura 5-1	Actividades asociadas al primer nivel de investigación y gestión de SPPC.....	29
Figura 5-2	Árbol de Decisión	34
Figura 5-3	Interfaz gráfica de los softwares CSPRO Y CSENTRY	40
Figura 5-4	Representación teórica de una muestra aleatoria estratificada	41
Figura 5-5	Ubicación de manzanas de muestreo y estratos concéntricos desde la manzana del PAM “EL Escorial”	43
Figura 6-1	División político-administrativa de la Región de Valparaíso y la Comuna de Cabildo	47
Figura 6-2	Localización del PAM “El Escorial” – sitios de interés en el contexto de la Comuna de Cabildo.....	51
Figura 6-3	Descripción del Perímetro del PAM “El Escorial”.....	55
Figura 6-4	Plano regulador Comunal de Cabildo – Vista del PAM “El Escorial” 60	
Figura 6-5	Temperatura y Precipitación Media en Cabildo (1979 – 2016).....	72
Figura 6-6	Rosa de viento para un año completo (2010) Comuna de Cabildo .. 73	
Figura 6-7	Ciclo estacional de viento a partir de la reconstrucción climatológica (1980-2010)	74
Figura 6-8	Contexto geológico local del PAM “El Escorial”	75
Figura 6-9	Identificación de pozos.....	78
Figura 6-10	Esfuerzo de muestreo – Distribución espacial de las encuestas ..	95



Indice de Tablas

Tabla 5-1	Indicadores comunales relevantes, año 2017	35
Tabla 5-2	Cantidad de viviendas a encuestar por manzanas seleccionas	42
Tabla 5-3	Cantidad de viviendas a encuestar por anillo concéntrico	42
Tabla 6-1	Coordenadas de Ubicación del Sitio.....	50
Tabla 6-2	Características de los puntos de captación de los derechos de agua DGA.....	79
Tabla 6-3	Primer Puntaje – Sospecha de Fuentes Contaminantes	81
Tabla 6-4	Segundo Puntaje – Resumen de las rutas de exposición identificadas	82
Tabla 6-5	Tercer Puntaje – Resumen de los receptores identificados	82
Tabla 6-6	Puntaje final.....	83
Tabla 6-7	Número total de encuestados por estrato.....	93
Tabla 6-8	Resultados de actividades que más contaminan en su comuna ...	97
Tabla 6-9	¿Cómo consideraban los encuestados su estado de salud en general?	105
Tabla 6-10	Enfermedades informadas por el encuestado.....	105
Tabla 6-11	Resultados de la Relación del estado de salud del encuestado/grupo familiar con "El Escorial".....	107

Indice de Gráficos

Gráfico 6-1	Tasa específica de mortalidad por rangos etarios de la comuna de Cabildo (1997-2015)	84
Gráfico 6-2	Tasa específica de mortalidad por rangos etarios y sexo comuna de Cabildo (1997-2015)	85
Gráfico 6-3	Ocupación de los fallecidos de la Comuna de Cabildo (1997 - 2015)	85
Gráfico 6-4	Principales causas básicas de defunción en la comuna de Cabildo – Mortalidad Proporcional en el Periodo (1997-2015).....	86
Gráfico 6-5	Top 10 de egresos hospitalarios en la Comuna de Cabildo (2012-2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo	88
Gráfico 6-6	Top 10 de egresos hospitalarios en la Comuna de Hijuelas (2012-2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo	88



Gráfico 6-7	Pirámide Poblacional Comunas de Cabildo e Hijuelas – Promedio Periodo (2012 - 2017)	89
Gráfico 6-8	Cantidad de egresos hospitalarios por rango etario en la Comuna de Cabildo (2012 - 2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo ...	90
Gráfico 6-9	Cantidad de egresos hospitalarios por rango etario en la Comuna de Hijuelas (2012 - 2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo ..	91
Gráfico 6-10	Egresos Hospitalarios por Enfermedades del Sistema Respiratorio, Comuna de Cabido (2012-2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo.....	91
Gráfico 6-11	Egresos Hospitalarios por Enfermedades del Sistema Respiratorio, Comuna de Hijuelas (2012-2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo.....	92
Gráfico 6-12	Egresos Hospitalarios por Enfermedades del Sistema Respiratorio por rango etario en la Comuna de Cabildo (2012 - 2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo	92
Gráfico 6-13	Egresos Hospitalarios por Enfermedades del Sistema Respiratorio por rango etario en la Comuna de Hijuelas (2012 - 2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo	93
Gráfico 6-14	Pirámide poblacional de encuestados y familiares (2019)	94
Gráfico 6-15	Nivel de estudios de los encuestados	96
Gráfico 6-16	Años de residencia en Cabildo y en el hogar que habita	96
Gráfico 6-17	Resultados de percepción del concepto CONTAMINACIÓN para todos los estratos	98
Gráfico 6-18	Resultados de percepción del concepto RIESGO AMBIENTAL para todos los estratos	99
Gráfico 6-19	Resultados de percepción del concepto RELAVE MINERO para todos los estratos	101
Gráfico 6-20	Resultados de percepción del concepto ESCORIAL para todos los estratos	103

Indice de Fotografías

Fotografía 4-1	Vista Panorámica de la Comuna de Cabildo desde la corona del PAM “El Escorial”	17
Fotografía 6-1	Fundición Cerveró.....	58
Fotografía 6-2	“Chilean Mill” Molino Chile, utilizado para el chancado de material en la minería tradicional	59
Fotografía 6-3	Resto de escoria de fundición del sitio PAM “El Escorial”	65



Fotografía 6-4 Escoria mezclada con relaves en el sitio PAM “El Escorial” ...66
Fotografía 6-5 Calicata sobre la corona del depósito de relave.70
Fotografía 6-6 Corona del 1er nivel de depositación del “El Escorial”70

Indice de Anexos

Anexo N°1 Ficha de identificación de sitios con potencial presencia de contaminantes SPPC del PAM “El Escorial.

Anexo N°2 Sobre el llenado de la Ficha de SPPC.

Anexo N°3 Encuesta de percepción ambiental.

Anexo N°4 Registro fotográfico de las visitas a terreno.



1 Resumen

La comuna de Cabildo, ubicada en la región de Valparaíso – Chile, a lo largo de la historia se ha asociado con la actividad minera. Antiguas operaciones fueron parte del desarrollo de esta comuna, y en la medida que cesaron sus actividades, dejaron huellas ambientales que perduran actualmente, éstos son los denominados Pasivos Ambientales Mineros (PAM). De esto último, destaca el “El Escorial”, un antiguo depósito de relaves que se ubica en el área urbana de Cabildo.

Con el objetivo de determinar si este PAM es un foco de conflicto ambiental para la población de Cabildo, se realizó un estudio de tres etapas. La primera, enfocada en la caracterización de su potencial contaminante y de riesgo para la salud, para la cual se aplicó la ficha de identificación de Sitios con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC); una segunda, enfocada en recopilar antecedentes y datos estadísticos del perfil epidemiológico de la población y una tercera, que evaluó a través de una encuesta de percepción los diferentes valores o significados que la población próxima le otorga al sitio “El Escorial”.

Los resultados del estudio posicionaron a “El Escorial” como un sitio de alta jerarquía, es decir, con un alto potencial de presencia de contaminantes; situación que difiere de los resultados de la encuesta, los que evidenciaron un alto grado de indiferencia y desconocimiento respecto al sitio, identificando otros conflictos ambientales como más relevantes para la población de Cabildo.

Palabras Clave: Pasivos Ambientales Mineros – Depósito de Relaves – Percepción – Cabildo – Contaminación – Salud.



Abstract

The municipality of Cabildo, located in the region of Valparaíso - Chile, throughout history it has been associated with mining activity. Former operations were part of the development of this commune, and as far that they ceased their activities, they left environmental footprints that continue today, these are the so-called Mining Environmental Liabilities. Of the latter, the "El Escorial" stands out, a former tailings deposit located in the urban area of Cabildo.

With the objective of determining if this site is a focus of environmental conflict for the population of Cabildo, a three-stage study was conducted. The first one focused on the characterization of its polluting potential and risk to health, for which the identification card of the Sites with Presence of Potential Pollutants (SPPC) was applied, a second one, focused on collecting background and statistical data of the epidemiological profile of the population and a third one, which evaluated through a survey of perception the different values or meanings that the nearby population gives to the site "El Escorial."

The results of the study positioned "El Escorial" as a high-ranking site, that is, with a high potential for the presence of contaminants, situation that differs from the results of the survey, which showed a high degree of indifference and ignorance regarding the site, identifying other environmental conflicts as more relevant to the population of Cabildo.

Keywords: Mining Environmental Liabilities – Tailings Deposit – Perception – Cabildo – Contamination – Health.



2 Introducción

Históricamente, la actividad minera ha dejado una huella ambiental en todos los sitios donde se ha emplazado y en el presente, aún se pueden evidenciar remanentes de antiguas faenas y sus efectos en el medio ambiente y en la población (BGR-SERNAGEOMIN, 2005), (Oblasser & Chaparro, 2008), (SERNAGEOMIN, 2010) y (Vergara, 2011).

En la actualidad, el proceso minero industrial se somete a la regulación de la normativa ambiental vigente¹, evitando, mitigando, remediando o compensando los impactos en el medioambiente y en la población. Sin embargo, lo que realmente representa un riesgo significativo para la seguridad, la salud de las personas y para el medio ambiente son las faenas mineras abandonadas (BGR & SERNAGEOMIN, 2008) o como también se denominan “Pasivos Ambientales Mineros” (PAM), denominación que tiene orígenes empresariales, utilizando el concepto contable “pasivo” para asociarlo al conjunto de deudas y gravámenes que las empresas tienen con la comunidad y el medioambiente (Russi & Martinez-Alier, 2002).

Desde el año 2007 y en el marco del Proyecto FOCIGAM (*Fortalecimiento de la capacidad institucional en la gestión ambiental minera*), el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), ha realizado catastros de depósitos de relaves abandonados o paralizados², identificando al año 2015 un total de 244 Pasivos Ambientales Mineros (PAM). De éstos, en la Región de Valparaíso se identificaron 22 faenas (SERNAGEOMIN, 2015), de las cuales cinco representan un alto riesgo para la vida y salud, debido principalmente a la ubicación próxima a zonas agrícolas y a áreas con una alta potencialidad de contaminar aguas y generar polvo en suspensión (SERNAGEOMIN, 2007). De los sitios identificados, destaca el Pasivo Ambiental Minero (PAM) “El Escorial”, que se caracteriza por

1 Desde entrada en vigor de la Ley N°19.300 “Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente” hasta la aplicación de la Ley N°20.551, la cual “Regula el cierre de faenas e instalaciones mineras”.

2 Catastro de Faenas Abandonadas o paralizadas (SERNAGEOMIN, 2007) (SERNAGEOMIN, 2010) (SERNAGEOMIN, 2015).



ubicarse próximo a residencias de alta densidad, zona de cultivos agrícolas y al río La Ligua. Actualmente, es catalogado como una faena minera abandonada y sin un plan de cierre definitivo, incluso instrumentos de planificación territorial lo caracterizan como “*Zona Histórica Cultural*” (Plan Regulador Seccional de Cabildo, 2015). A lo anterior, se puede agregar que el sitio no cuenta con medidas de mitigación para remediar los efectos de la erosión y el posible transporte de material particulado hacia la población.

En el pasado, no existía una Ley de Bases Ambientales (Ley N° 19.300, 1994) ni una Ley de Cierre de Faenas Mineras (Ley N° 20.551, 2011) que resguardarán el ambiente y la salud de la población. Motivo por el cual, existe una alta posibilidad que algunas sustancias peligrosas que no se pudieron eliminar o extraer, aún permanezcan latentes en los depósitos de relaves y estén en riesgo de que alguna intervención antrópica o natural exponga estos contaminantes con el medio.

Es dentro del marco de la falta de información que se posee de los PAM y de la proximidad de la población a estos sitios, que este estudio se centra en identificar si existe un potencial riesgo ambiental asociado al PAM “El Escorial” y evidenciar cuál es el grado de percepción que la población de Cabildo tiene respecto al potencial riesgo para su salud y su medioambiente, con la finalidad de explorar si existe conflicto ambiental.



3 Marco Teórico

Cuando se habla de conflicto ambiental, se tiende a pensar en grandes conflictos en áreas rurales asociados a actividades extractivistas o al uso intensivo de recursos naturales, por lo que la dimensión urbana de las problemáticas ambientales tiende a ser menos visible (Aliste & Stamm, 2016). El habitar un sitio contaminado o con algún potencial de generación de contaminación es una problemática real, con una carga social importante, asociada a una condición de vulnerabilidad, al detrimento económico, de la salud y ambiente de dicha población. Condiciones las cuales generan multiplicación, agravamiento y prolongación excesiva de los conflictos, reduciendo las capacidades de las autoridades locales y regionales de dar solución (Sabatini, 1994).

Cuando la población desconoce la presencia del riesgo ambiental; cuando la problemática ambiental no se encuentra visibilizada; cuando la cotidianidad reemplaza las respuestas frente a un peligro real o potencial, se pierde el denominado “estado de ansiedad”, definido por (Becerra-García, 2007) como *“El conjunto de respuestas emitidas por diferentes especies frente a un peligro real o potencial. Este estado, de importancia evolutiva para las especies, aparece cuando se detecta un peligro o amenaza o ante la presencia de estímulos ambiguos, innatos o aprendidos, que indican una amenaza. Así, un determinado nivel de ansiedad es benéfico para los animales, siendo un recurso fundamental de protección contra peligros físicos y sociales”*. Lo anterior, genera que la población no sea capaz de asociar los fenómenos, efectos o señales que transmite el sitio contaminado, fenómeno que muchas veces conlleva a tomar decisiones tardías, poco efectivas y que a la larga no solucionan la problemática.

Quizás uno de los ejemplos contemporáneos más conocido sobre conflictos ambiental sea el ocurrido en Japón, el cual afectó a la población de la bahía de Minamata entre la década de los 50' y 60'. En este sitio, compartieron actividades la pesca artesanal, principal actividad económica y fuente de alimentos de la población, y la operación de la industria química de la Corporación Chisso, una empresa de fertilizantes, petroquímicos y plásticos. Esta empresa vertió sin



informar a la población, toneladas de compuestos de mercurio en la bahía, lo que causó su contaminación, la de los peces y el envenenamiento de la población con metilmercurio³ (Yokoyama, 2018). Los principales afectados fueron los recién nacidos (Yokoyama, 2018), quienes desarrollaron lo que después se conoció como la Enfermedad de Minamata, caracterizada por trastornos del neurodesarrollo. Mientras que la población adulta manifestó síntomas neurológicos: ataxia, temblores, trastornos cognitivos y neurosensoriales (Gaioli, M. *et al*, 2012).

Los primeros casos, fueron inicialmente diagnosticados como meningitis infecciosa y en primera instancia no se asoció a los vertidos tóxicos. Sin embargo, se observó que los primeros diagnosticados residían en su mayor parte cerca de la bahía de Minamata (Bonita, R. *et al.*, 2008).

Una encuesta de personas que habían padecido la enfermedad y de otros que no la habían presentado mostró que, casi sin excepción, las víctimas se daban en familias que se dedicaban fundamentalmente a la pesca y comían sobre todo pescado. Por el contrario, aquellas personas que consumían poco pescado no sufrían la enfermedad (Bonita, R. *et al.*, 2008).

En 1959, los médicos de la Universidad de Kumamoto- Japón, determinaron que el mercurio orgánico era la causa de la enfermedad. El mismo año, la empresa realizó experimentos llegando a la misma conclusión, pero decidió no hacer públicos los resultados. No fue hasta 1968 que el gobierno de Tokio reconoció que el mercurio era la causa. Chisso dejó de arrojar mercurio en el mar, pero pasaron otros 5 años antes de que admitiera la responsabilidad legal luego de que un grupo de 121 pacientes demandaran a la compañía con éxito (McCurry, 2006).

³ El Metilmercurio (MeHg), compuesto de mercurio orgánico estable y la forma más tóxica del mercurio en el medio ambiente, no solo para los humanos sino también para la vida silvestre (Wolfe *et al.* 1998, Henriques *et al.* 2015 en (Yorifuji, Kashima, Tsuda, & Harada, 2009)). Este contaminante es soluble en lípidos, lo que facilita la bioacumulación en el cerebro, el sistema nerviosos y otros órganos (Yorifuji, Kashima, Tsuda, & Harada, 2009).



Para el caso de la industria chilena, los conflictos ambientales a lo largo de la historia, han estado más asociados a la explotación de los recursos mineros y como se indica en el trabajo de (Vergara, 2011), estos *“han transformado violentamente el medioambiente y el paisaje natural de Chile, contaminando, muchas veces irreversiblemente, los recursos hídricos, el aire, el suelo y el subsuelo, así como también los cuerpos de los trabajadores mineros y sus familias”*.

Desde la entrada en vigor de la Ley N°19.300/1994, las prácticas anteriormente descritas han ido en declive, solo quedando sin regulación los pasivos ambientales mineros que datan antes del 2011, producto de la entrada en vigor de la Ley N°20.511/2011, la cual regula el cierre de faenas e instalaciones mineras.

3.1 Pasivos Ambientales Mineros – Medioambiente, Salud y Sociedad

Un Pasivo Ambiental Minero (PAM), se refiere a operaciones mineras abandonadas con y sin dueño donde no se realizó un cierre de obras reglamentado y certificado por la autoridad competente (Oblasser & Chaparro, 2008), por lo que se relacionan con las externalidades negativas del proceso industrial minero, generadas por los depósitos de relaves (DR), botaderos de estériles y los residuos de proceso (escorias, cenizas, residuos peligrosos, etc.). De estas últimas, son los relaves los que presentan el mayor riesgo, ya que corresponden a obras mineras donde se dispone el descarte del proceso minero y dependiendo de la tecnología empleada, podría llegar a contener altas concentraciones de elementos y compuestos químicos los que tienen el potencial de transformar de manera irreparable el medio ambiente, y a su vez producir impactos nocivos en la salud, calidad de vida de las personas expuestas y a nivel ecosistémico (Yurisch, 2016).

Desde la perspectiva ambiental, los impactos de los DR producen alteraciones morfológicas y paisajísticas, contaminación del agua, del aire y del suelo



(Espinace R. *et al*, 2006). De estos impactos, la contaminación de aguas y suelos, son los que tienen un mayor potencial de significar un riesgo para la población.

Los DR, normalmente presentan nula o escasa cobertura vegetal, un sustrato de sedimentos de composición muy homogénea y nada de rugoso, por lo que son altamente susceptibles a la erosión del viento en ambientes secos y ventosos, favoreciendo la dispersión de material particulado, lo que podría generar un problema tanto para la salud de los habitantes de asentamientos humanos adyacentes, para las aguas superficiales – subterráneas y otras formaciones de suelo próximas al relave (Qi, J. *et al*, 2014).

A partir de lo anteriormente expuesto, y parafraseando las conclusiones del análisis histórico que (Vergara, 2011) realizó sobre la problemática ambiental de la actividad minera en la bahía de Chañaral, se indica que no hay mucho interés de las empresas y autoridades por encontrar solución respecto a las problemáticas ambientales asociadas a la industria minera, priorizando el crecimiento económico o la producción, por sobre los efectos que esta actividad genera sobre sus principales receptores: la población y el medioambiente.

3.2 Pasivos Ambientales Mineros – Normativa Legal Chilena

El concepto de PAM, en general es poco conocido y desarrollado en América Latina y el Caribe. En el caso de Chile, si bien carece de un marco normativo y de una institucionalidad, la cual permitiría una gestión eficiente de la remediación de los PAM, se han realizado estudios, catastros y políticas en torno a sitios contaminados. Han sido los Ministerios de Medioambiente (MMA), de Minería a través del SERNAGEOMIN y la Fundación Chile, quienes han realizado los mayores esfuerzos en el cierre de los PAM, elaborando políticas nacionales para la gestión de sitios contaminados, como metodologías de identificación, clasificación y remediación (Oblasser & Chaparro, 2008).

A continuación, se presenta un listado de estudios, catastros y políticas realizados en Chile, asociados a la gestión de los PAM:



- Identificación Sistemática de Sitios Contaminados: Caso Piloto Región de Valparaíso (Fundación Chile , 2004),
- Anteproyecto de Ley sobre Remediación de Pasivos Mineros (BGR-SERNAGEOMIN, 2005),
- Política Nacional para la Gestión de Sitios Contaminados (CONAMA, 2006),
- Política Nacional para la Gestión de Sitios con Presencia de Contaminantes (CONAMA, 2009),
- Catastro Nacional de Pasivos Ambientales Mineros (SERNAGEOMIN, 2007) (SERNAGEOMIN, 2010),
- Guía Metodológica de Gestión de Sitio con Potencial Presencia de Contaminantes (Fundación Chile, 2012).

Por carecer de un instrumento financiero, que permita adquirir los fondos necesarios para las labores de remediación de los potenciales impactos de un pasivo ambiental, la labor del cierre de éstos es dificultosa. La experiencia de otros países nos demuestra que si se pueden financiar estos costos, como lo que ha logrado Estados Unidos con los *Superfund*⁴. Lo más cercano a esto último en Chile, ha sido lo logrado a través del marco de proyectos de ayuda internacional⁵, los cuales en conjunto con SERNAGEOMIN, han logrado la capacitación de funcionarios para la evaluación de riesgos de faenas mineras abandonadas y paralizadas, logrando el primer catastro de pasivos ambientales mineros en 2007 (Oblasser & Chaparro, 2008).

Actualmente en Chile, lo más cercano a una definición legal de Pasivo Ambiental Minero (PAM), es lo descrito en el Proyecto de Ley sobre Remediación de Pasivos Ambientales Mineros 2005, que lo define como “*aquella faena minera abandonada o paralizada, incluyendo sus residuos, que constituye un riesgo*”

4. En respuesta a la atención mediática que recibieron los casos los vertederos tóxicos de Love Canal y Valley of the Drums a fines de la década de 1970, en EE. UU. Se estableció la Ley de Responsabilidad, Compensación y Responsabilidad Ambiental Integral (CERCLA) en 1980, llamada informalmente Superfund. Esta ley permite a la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos) limpiar los sitios contaminados, dándole la facultad para obligar a las partes responsables de la contaminación a realizar limpiezas o reembolsar al gobierno el trabajo de limpieza dirigido por la EPA. Cuando no hay una parte responsable viable, Superfund le otorga a la EPA los fondos y la autoridad para limpiar los sitios contaminados.

5 Proyectos con Alemania a través de la GTZ (Agencia Alemana de Cooperación Técnica) y Japón (Agencia de Cooperación Internacional del Japón “JICA”) con el proyecto FOCIGAM “Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en Gestión Ambiental Minera”.



significativo para la vida o salud de las personas o para el medio ambiente” (BGR-SERNAGEOMIN, 2005), (Oblasser & Chaparro, 2008) & (BCN, 2012), definición que se mantiene en documentos técnicos de SERNAGEOMIN (BGR & SERNAGEOMIN, 2008).

Es a partir de la promulgación de la Ley N° 20.551/2011, “*que regula el cierre de faenas e instalaciones mineras*”, que en Chile ya no se generarán más Pasivos Ambientales Mineros, quedando establecido en la normativa que las empresas mineras que cesen la operación de alguna parte, obra o instalación minera, deberán cumplir con el manejo que se establece en la normativa, el cual es “*cerrarlas de la manera más estable, tanto química como físicamente*” (Ley N° 20.551, 2011). Esta normativa, solo aplica para el cierre de faenas mineras informadas a SERNAGEOMIN a partir de la promulgación de la Ley, desde el año 2011, por lo que aún hay muchas faenas mineras que no han sido sometidas ni al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), ni a ninguna normativa de cierre o seguridad minera⁶ (Espinace R. *et al*, 2006), como por ejemplo el PAM “El Escorial” (ver Fotografía 3-1). Es por este motivo, que el riesgo de contaminación es latente y aún existe un riesgo potencial sobre la población.

Fotografía 3-1 Vista Panorámica de la Comuna de Cabildo desde la corona del PAM “El Escorial”.



Fuente: Elaboración Propia visita a terreno año 2015

6 P. ej. la ley que regula el cierre de faenas mineras (Ley N° 20.551, 2011) o la ley de seguridad minera (D.T.O. N°132, 2004)



3.3 Pasivos Ambientales Mineros – Exposición e Impactos

En Chile, las faenas mineras se asocian principalmente a la extracción de cobre (Cu), plata (Ag) y oro (Au), siendo la explotación de reservas cupríferas las que aportan más al Producto Interno Bruto (PIB) nacional⁷ (Consejo Minero, 2017). El cobre, es un elemento esencial del metabolismo humano y forma parte del organismo de los seres vivos (Landis & Ming-Ho, 2008), aunque igualmente podría generar toxicidad aguda cuando es ingerido e inhalado en cantidades descontroladas, produciendo náuseas, diarrea, hemólisis intravascular y posible fallo renal y en raras ocasiones, convulsiones, coma y la muerte (Nordberg, 2001).

Otro impacto de la minería cuprífera es la generación de ácido sulfúrico (H_2SO_4), el cual se genera con fines industriales o naturalmente por la exposición al medio ambiente del anhídrido sulfúrico (SO_3), presente en acopios mineros, que al contacto con agua genera ácido sulfúrico, proceso que en la minería se denomina generación de drenaje ácido⁸. En contacto con el medioambiente y dependiendo de la cantidad de ácido, este puede cambiar la acidez (pH) de suelos y cuerpos de agua, dependiendo de la presencia de otras sustancias con habilidad amortiguadora de iones de hidrógeno (sustancias alcalinas) (ATSDR, 1998). Para el caso de la exposición con seres humanos con el SO_3 , se han evidenciado respuestas variables, por ejemplo, en el contacto por vías respiratorias, principalmente una disminución en la capacidad pulmonar (Landis & Ming-Ho, 2008), y por contacto dérmico, el cual dependiendo del pH, puede producir desde lesiones leves (escozor) hasta quemaduras graves sin sensación de dolor por pérdida de terminaciones nerviosas (Klaassen, 2008).

El oro como sustancia, no presenta grandes riesgos sobre la salud y el medioambiente. Sobre la salud, presenta efectos por sobreexposición vía

⁷ De manera directa, la minería del cobre constituye más de 10% del PIB y más de 50% de las exportaciones.

⁸ Fenómeno clasificado como Drenaje Ácido de Roca (DAR): "Fenómeno de generación de aguas ácidas, producido por procesos de oxidación de rocas (principalmente oxidación de sulfuros) en cualquier ambiente. Existe en el medioambiente sin actividad minera" o también clasificado como Drenaje Ácido de Mina (DAM): "Fenómeno de generación de aguas ácidas, asociado a la explotación de yacimientos minerales" (MINMINERIA, 2002).



inhalación, ingestión y dérmica, generando tan solo irritación si la exposición es prolongada y excesiva (Emsley, 2011). Mientras que en el ambiente, la ecotoxicidad del oro no ha sido evaluada, debido a que no hay evidencia que sugiera que pueda crear problemas ecológicos al ser vertido en el medio, debido a que es insoluble y se cree que tiene características mínimas de bioacumulación y biodisponibilidad (Wright, 2003). Distinto es el caso de las sustancias utilizadas para amalgamar y lixiviar el oro en el proceso minero, el mercurio (Hg) y cianuro (Cn) respectivamente.

El mercurio es usado en la minería para separar el oro del mineral mediante la formación de una amalgama, que es una mezcla de partes aproximadamente iguales de mercurio y oro, la cual se calienta para separar las partes, evaporándose el mercurio y quedando el oro (United Nations Environment Programme (UNEP), 2012). Este método de extracción se utiliza ampliamente en la minería aurífera artesanal y en pequeña escala, porque es más barato que la mayor parte de las alternativas, puede usarlo una sola persona, es rápido y sencillo (United Nations Environment Programme (UNEP), 2013). La minería artesanal aporta un 37% de las emisiones de mercurio y es la mayor fuente de contaminación del aire y el agua con este metal, a escala mundial (Organización Mundial de la Salud) (OMS, 2013).

Los vapores de mercurio presentes en el aire de los sitios cercanos al punto donde se calientan las amalgamas alcanzan concentraciones peligrosamente elevadas y casi siempre superan el límite fijado por la OMS para la exposición de las personas, que es de $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, no solo afectando a los trabajadores sino también a comunidades aledañas a los centros de extracción. Finalmente, los vapores precipitan y el sedimento que llega a lagos, ríos, bahías y océanos se transforma en metilmercurio (CH_3Hg), la especie de mercurio conocida más peligrosa. Si bien, la forma exacta en que se produce la metilación del mercurio se desconoce, se sabe que en el proceso intervienen bacterias que participan en el ciclo $\text{SO}_4^{2-} - \text{S}^{2-}$ (CONAMA, 2009). Estas bacterias, que por ende contendrán metilmercurio, son consumidas por el peldaño superior de la cadena trófica, o



bien lo excretarán. En este último caso, el metilmercurio, en un cuerpo de agua, puede ser rápidamente adsorbido por el fitoplancton, ingerido por el zooplancton y finalmente por los peces, con lo cual contamina la cadena alimentaria (OMS, 2013).

Los efectos tóxicos del mercurio elemental y el metilmercurio en la salud se concentran en el sistema nervioso central y periférico. Los síntomas neurales incluyen crisis convulsivas, pérdida de la memoria, y condiciones como deficiencias visuales y auditivas, retraso del desarrollo y trastornos del lenguaje. Se ha informado de que la exposición crónica al mercurio en los niños causa un síndrome caracterizado por un enrojecimiento doloroso de las extremidades (acrodinia). La inhalación de vapores de mercurio puede producir efectos nocivos sobre el sistema nervioso, el aparato digestivo, el sistema inmunitario, los pulmones y los riñones, y puede causar la muerte (OMS, 2007).

En síntesis, el riesgo por mercurio va a estar determinado por el tipo de exposición ocurrida, la especie de mercurio, los factores geoquímicos y ecológicos que influyen la forma de migración del mercurio en el medioambiente, los cambios que puede sufrir durante dicha migración, la ruta de entrada al organismo (ingestión, inhalación, contacto), la dosis y el tiempo de exposición (CONAMA, 2009).

Respecto al cianuro, su forma de exposición es mediante la absorción por la inhalación e ingestión, siendo ambas vías las que causan los efectos más rápidamente. Una exposición a niveles de 110 ppm puede causar la muerte dentro de 30 minutos a 1 hora y en caso de sobrevivir se pueden generar daños cerebrales. Mientras que, el contacto dérmico con el polvo de ciertos compuestos de cianuro puede causar irritación de la piel y ulceraciones (Blacksmith Institute, 2014).

La exposición de la población a diversos metales y metaloides, presentes en los PAM (por ejemplo, la exposición al plomo (Pb) vía inhalación o ingestión), interfiere en la función celular provocando daños neurológicos que dañan el



sistema nervioso, siendo los niños los más afectados teniendo efectos irreversibles en el desarrollo neurológico (Nordberg, 2001). Se considera al Pb como un veneno sistémico, debido a que una vez absorbido en la circulación, se distribuye por todo el cuerpo, causando serios efectos en la salud, entre los que destacan náuseas, anorexia, anemia, disfunción tubular renal, incluso el Pb puede pasar la barrera placentaria y puede llegar al feto, lo que resulta en abortos espontáneos o muerte fetal (Landis & Ming-Ho, 2008).

La presencia de metales pesados no se debe acotar tan solo a los deslindes del PAM, ya que el área de afectación responderá según la geodinámica externa del ambiente donde se inserte, es decir, el transporte de material particulado proveniente del sitio podría variar como producto de la conjugación de variables propias del lugar, como las condiciones climatológicas, de cobertura vegetal, la geomorfología y una serie de otros factores que harán único a cada pasivo ambiental. Por ejemplo, el monitoreo del área circundante al núcleo industrial de Antofagasta, en la costa del norte de Chile, halló la presencia de metales y metaloides (Cl, Si, S, Ca, Al, Fe, K, Cu, Mg, Ti, Zn) en el material particulado MP₁₀, que se asocia con actividades mineras (Jorquera & Barraza, 2012). También en la costa norte de Chile, en la comuna de Tocopilla, se ha identificado la presencia de sustancias del proceso industrial del oro, cobre, carbón y residuos de la combustión del petróleo entre otros, en concentraciones que superan largamente los estándares ambientales, presentes en el material particulado MP₁₀, (Jorquera, 2009).

3.4 Pasivos Ambientales Mineros – Una expresión espacial

Según su definición, un PAM “(...) *constituye un riesgo significativo para la salud y el medioambiente*” y justamente, la salud como el medioambiente tienen una expresión espacial, por lo que si se lograra identificar la trama de aquellas relaciones espaciales entre los seres vivos, las personas y el ambiente, se podría identificar, a grandes rasgos, la red causal que explica las enfermedades en las poblaciones humanas (Buzai D., 2012).



Es a partir de la revolución industrial, durante el siglo XIX, que se empezó a abordar desde una perspectiva social y ambientalista tópicos como la salud, la vivienda y las enfermedades de la clase obrera (Barcellos C. *et al*, 2018). En esta época, los llamados médicos higienistas incluyeron el estudio de la influencia del medio ambiente en la vida de los hombres, y como afectaba en el desarrollo de las enfermedades (Tisnés, 2014). De este modo, la salud de la población empezó a describirse como la expresión de determinantes y condicionantes, tanto históricos como actuales, de carácter estrictamente biológicos, ambientales y sociales (Iñiguez R, 1998).

Disciplinas espaciales, como la Geografía a partir del siglo XX, también estuvieron ligadas a los problemas de salud de la población y desde 1930 empiezan a espacializar sistemas biológicos y ambientales en torno a una patología definida, cuyo paciente es el hombre (Tisnés, 2014) (Pickenhayn, 2008). De esta manera, se empieza a estandarizar el estudio de las relaciones existentes entre los seres vivos, el hombre y el medio ambiente, utilizando el concepto de trama o red relaciones (Barcellos C. & Buzai G. D., 2007).

3.5 La percepción del riesgo en los conflictos ambientales

El riesgo constituye una posibilidad y una probabilidad de daños a futuro, relacionados con la existencia de determinadas condiciones latentes en la sociedad (Lavell, 1996). Estas condiciones, inseguras para la vida, se ven reflejadas desde múltiples contextos particulares (o factores de vulnerabilidad), asociados con la localización de la población, las características físicas de las estructuras, la falta de ingresos, la desnutrición, enfermedades, aspectos educativos y organizaciones, y además al desconocimiento del medio ambiente circundante y de su comportamiento, entre otras (Wilches-Chaux, 1998).

Respecto a este último factor de vulnerabilidad, el desconocimiento del medioambiente circundante y el grado de percepción que la población tenga de esta condición, estará conformado por la cultura, la educación y las influencias sociales, y como indica Sánchez-Vázquez, L. *et al*, (2015), juegan un papel clave



a la hora de determinar las prioridades e incompatibilidades entre necesidades no satisfechas en un conflicto, que pueden derivar en violencia o como se plantea en esta tesis, derivar en conflicto ambiental.

La experiencia de Cortes (2009), al analizar la percepción de la población de Chañaral, respecto a la exposición de metales pesados provenientes de residuos mineros, presentó un método para abordar la percepción desde el paradigma cualitativo y cuantitativo. Respecto al método cualitativo, en el cual se centró este estudio, indicó que: *“las metodologías cualitativas han sido usadas para evaluar la percepción de riesgos en exposiciones ambientales. Particularmente para conocer cómo entienden los riesgos ambientales diversos grupos (...)*.

Un ejemplo aplicable a este estudio, presentado en el trabajo de Cortes (2009) es el de Grasmük and Scholz (2005), investigación en la cual se analizó si la percepción del riesgo en suelos contaminados con metales pesados variaba según el nivel de exposición. Ésta aplicó cuestionarios para medir la percepción de riesgo en una zona de alta exposición, con suelos contaminados y en otra zona de baja exposición, dando como resultado que en ambas zonas, las personas juzgaran su riesgo de manera similar; ambos grupos juzgaron su percepción del riesgo como muy alto. Además, en el trabajo de Grasmück & Scholz, 2005 en (Cortes, 2009) se indicó que: *“Además del efecto de la exposición, la percepción del riesgo estuvo determinada principalmente por aspectos emocionales. Además, se identificó que los participantes con amplio conocimiento tendieron a dar bajos juicios del riesgo, estuvieron menos interesados en nueva información, mostraron baja preocupación emocional y mostraron alta aceptación del riesgo”*.

Respecto al ejemplo anterior, los aspectos emocionales determinan la percepción del riesgo y estos se ven conformados también por la forma en que los actores locales se relacionan, en el sentido del apego, que puedan tener con su entorno geográfico inmediato, indicándolo según Sánchez-Vázquez, L. *et al*, (2015) como *“identidad de lugar”*. En este trabajo, se explica que esta variable es clave al momento de analizar los conflictos socio-ambientales y la percepción de la



comunidad sobre sí mismos. En este último punto, es importante destacar la tradición minera de Cabildo y que esta actividad económica no es la única que genera conflictos ambientales en la zona, ya que es conocido y contingente el tema del déficit de agua asociado a su uso intensivo por la agricultura (Henríquez, 2016). Motivo por el cual adquiere gran relevancia en el análisis de la percepción el estado emocional de la población, ya que la exposición a conflictos recientes o de mayor valorización personal, podría afectar en la respuesta que la población tenga sobre la percepción general asociada a otros riesgos ambientales (Poma, 2012).

3.6 Pasivos Ambientales Mineros y el Conflicto Ambiental

Un conflicto ambiental se puede definir como un evento de tipo social (Santandreu & Gudynas, 1998), que se origina a partir de un impacto, daño o problema ambiental, que involucra a dos actores cuyos intereses respecto a dichos impactos son contrapuestos (Padilla, 1990 en (Folchi, 2001)).

Los conflictos ambientales, se originan básicamente por intereses contrapuestos en torno al impacto ambiental de una determinada actividad (Sabatini, 1997), cuando se compromete la calidad de vida de las personas y las condiciones del ambiente (Santandreu & Gudynas, 1998). Para entender la concepción del conflicto, estos últimos autores exponen los siguientes aspectos que se deben entender:

- El conflicto no es estático, por lo que este se desarrolla a lo largo del tiempo con modificaciones y cambios;
- Se desarrolla en el ámbito público, esto quiere decir que excluye el ámbito privado o individual;
- Se desarrolla de forma colectiva, involucra a grupo de personas con distintos grados de organización;
- Resulta de diferentes valores, percepciones o significados que los actores otorgan a las circunstancias que los afectan;
- El conflicto manifiesta una dinámica de oposición, controversia, disputa y protesta entre actores;



- Finalmente, existe un reconocimiento de los actores en oposición al conflicto, esto quiere decir que su contraparte independiente que apruebe o rechace su reclamo, reconoce que hay otro actor el cual ejerce oposición.

Otro factor, quizás el más importante para empezar a reconocer el conflicto ambiental, es la denominada “*visibilización de la problemática ambiental*”, ya que ayuda a entender las divergencias de perspectivas e intereses y las relaciones de poder y de recursos existentes entre las partes que componen el conflicto (Urkidi, 2008). Para los casos de la visibilización de PAM, la realización de análisis y/o estudios de las actividades potencialmente contaminantes que se llevaron a cabo en estos sitios, facilitarían la comprensión de los potenciales impactos que estos pudieron generar o aún podrían estar generando, ayudando a la labor de proponer actividades que remedien o mitiguen los potenciales impactos.

Ejemplo de lo anterior, es el caso de la contaminación por plomo y arsénico en la ciudad de Arica, donde se construyeron viviendas en los alrededores de un terreno fiscal en el cual se habían depositado polimetales (Tchernitchin A., *et al*, 2006, Tchernitchin A., 2013). La comunidad involucrada en este conflicto se enfrentó a la autoridad (Martinic, 2000), pero en una posición de vulnerabilidad, con altos niveles de pobreza y donde la desprotección social, de género y de participación, propiciaron que no encontraran solución a los graves impactos que padecían (Castillo-Gallardo, 2016). Esta condición, propició la transformación de un conflicto con una génesis ambiental (el impacto al componente ambiental suelo) a uno de carácter socioambiental (construcción de viviendas sociales próximas a la acumulación de polimetales), donde la visibilización de la problemática ambiental no fue informada por el estado o una organización ambiental, sino que fue realizada por un equipo de periodistas, los cuales denunciaron en un medio de comunicación nacional, los graves problemas que padecía la población (Arriagada, 2010).

Una vez visibilizado el conflicto, en 2012 se promulgó la ley que establece un programa de intervención en zonas con presencia de polimetales en la comuna



de Arica (Ley N° 20.590, 2012). En el marco de esta normativa, se aseguró que el Estado cumpliera con una política de intervención, tomando medidas asociadas al estudio de suelos, la remediación del sitio, relocalización de viviendas y la creación de un Centro de Salud Ambiental, entre otras medidas únicas en Chile enfocadas en la salud de la comunidad, que de hecho tuvieron una instancia posterior de revisión y modificación de algunas de estas medidas, por voluntad de la misma ciudadanía, proceso realizado en el marco del Decreto N°80/2014, como se destacó en la prensa regional (Arica Hoy, 2014).

Otro caso de PAM ocurrido en Chile, fue el de la faena minera de extracción de cobre El Salvador, empresa de la Corporación del Cobre (CODELCO). Esta faena, desarrolló la práctica histórica de transportar sus relaves a través del río Salado, llegando a las costas de Chañaral. En la actualidad, y con la mejora en las tecnologías de los procesos de extracción de mineral desde la roca, es que ha cesado el envío de relaves a la costa, pero el impacto de esta práctica no ha cesado y aún se evidencia en la comunidad. Un estudio de (Vásquez, K. Y. *et al*, 2015) identificó que en la comunidad de Chañaral (específicamente en los niños de la comuna), se encontraron sus capacidades pulmonares disminuidas. Este efecto, fue atribuido a la identificación de metales pesados en el material particulado MP_{2,5} (Martínez, L. *et al*, 2016), los cuales tendrían su origen en el depósito de relaves de la bahía de Chañaral.



4 Objetivos

4.1 Objetivo General

Determinar si el PAM “El Escorial” de la Comuna de Cabildo es un foco de conflicto ambiental para la población urbana residente.

4.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar jerárquicamente el potencial contaminante del PAM “El Escorial” en el área urbana de Cabildo.
- Evaluar los diferentes valores, percepciones o significados que la población residente en el área urbana de la comuna de Cabildo le otorga al PAM “El Escorial”.
- Contextualizar el perfil epidemiológico de la población de la comuna de Cabildo.



5 Metodología

Con la finalidad de reconocer potencialmente la presencia de contaminantes que tiene el sitio PAM “El Escorial”, de contextualizar el perfil epidemiológico de la población de la comuna de Cabildo y de evaluar las percepciones ambientales que tienen los habitantes próximos al PAM, se aplicó para este Proyecto de Grado una metodología de tres etapas. La primera comprendió la caracterización del sitio, y cuya finalidad fue entregar de manera jerarquizada la potencialidad que tiene el sitio de presentar contaminantes nocivos para la salud. La segunda se enfocó en recopilar antecedentes y datos estadísticos del perfil epidemiológico de la población y una tercera, que tuvo por objetivo evaluar los diferentes valores, percepciones o significados que la población residente en el área urbana de la comuna de Cabildo le otorga al PAM “El Escorial”, aplicando una encuesta de percepción.

A continuación se detallan los pasos metodológicos de cada etapa.

5.1 Caracterización del Pasivo Ambiental Minero (PAM) “El Escorial”

Con la finalidad de lograr el primer objetivo específico, se adaptó parte de la Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC) elaborada por Fundación Chile en el año 2012, para el Ministerio del Medio Ambiente, la cual utiliza tres niveles principales de trabajo. El primero, considera la “Identificación, Priorización y Jerarquización”, un segundo de carácter confirmatorio, considera la “Evaluación Preliminar del Riesgo” y un tercero, considera la “Evaluación del Riesgo y su Gestión” realizando un plan de acción. En este estudio, solo se emplearon las actividades del primer nivel de la guía SPPC, las cuales corresponden a la “**Identificación, Priorización y Jerarquización**” del sitio.

En la Figura 5-1 se presenta el detalle de sus actividades y principales resultados.



Figura 5-1 Actividades asociadas al primer nivel de investigación y gestión de SPPC.

Nivel	Actividades	Principales Resultados
Identificación, Priorización y Jerarquización	Levantamiento de Información	Actividades Potencialmente Contaminantes por Región
	Identificación y Georreferenciación de SPPC	Listado de SPPC Georreferenciado
	Priorización de SPPC	Listado Priorizado de SPPC
	Inspección de SPPC	Listado Jerarquizado SPPC

Fuente: (Fundación Chile, 2012)

A continuación, se detallan los pasos metodológicos de estas actividades.

5.1.1 Levantamiento de Información

Esta consistió en la recopilación de la información necesaria para describir cómo fue el desarrollo de la actividad productiva minera que se llevó a cabo en el “El Escorial”. Además, como este sitio corresponde a un PAM abandonado, fue fundamental investigar el contexto histórico asociado a la actividad minera tanto en el sitio, en la comuna y a nivel regional, recabando información asociada a la producción, uso, manipulación, almacenamiento o disposición de sustancias o residuos peligrosos, y a la generación de contaminantes en concentraciones susceptibles de causar un impacto negativo en el ambiente.

La información consultada correspondió a toda clase de informes, oficios, información estadística, cartográfica, resoluciones de calificación ambiental (RCA) y resoluciones sanitarias que mencionaran actividades o sucesos con potencial contaminante que se hayan desarrollado en el sitio. Con este fin se solicitó y consultó información en los siguientes organismos:

- SEREMI de Medio Ambiente Región de Valparaíso.
- SEREMI de Salud Región de Valparaíso.
- Gobierno Regional de Valparaíso.
- Ilustre Municipalidad de Cabildo.
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).



- Instituto Nacional de Estadísticas (INE).
- Servicio de Evaluación Ambiental.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios.
- Dirección General de Aguas (DGA).

Del análisis de la información recopilada, se obtuvo el listado de las principales Obras, Instalaciones y Actividades (OIAS) que fueron parte de la actividad industrial minera histórica del sitio. Este sirvió para identificar los remanentes de OIAS identificados en terreno (ver Anexo N°4 “Registro fotográfico de las visitas a terreno”), y que pudieran potencialmente estar asociadas al uso, manejo o disposición de potenciales contaminantes.

5.1.2 Identificación y georreferenciación

En esta actividad, se georreferenció la ubicación de todas las OIAS que se identificaron en el sitio, delimitando sus deslindes. Las partes y obras que no representaron un grado potencial de generar contaminación, pero sí fueron parte del sitio, se destacaron. Además, se identificó y espacializó los componentes socioambientales más relevantes y las características demográficas de la población más próxima al sitio en un radio de 2 km, distancia en la cual los contaminantes pueden causar problemas de salud en la población, según lo indicado en las metodologías de instituciones internacionales⁹ utilizadas de referencia por la guía de Fundación Chile.

5.1.3 Priorización del Sitio con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC)

Considerando criterios ambientales y demográficos, se priorizó el sitio a partir de cuatro variables ambientales relevantes consideradas por la Resolución Exenta N°1.960/2011¹⁰, estas se describen a continuación:

9 La guía utiliza de marco referencial las experiencias internacionales del CETEBS de Brasil (1999), US EPA (Fase de evaluación preliminar – PA preliminar assessment), México (Díaz Barriga, 1999) y España (Junta de Residuos, 1998)

10 Resolución Exenta N°1.960, la cual aprueba la metodología para la identificación y evaluación preliminar de suelos abandonados con presencia de contaminantes (MMA, 2011)



A. Población Residente: Corresponde a la población humana expuesta a un foco de contaminación en el suelo, esto debido a que reside en él o en sus cercanías, y el método de contacto puede ser a través de una o más rutas de exposición. La distancia de exposición a la población es la variable de mayor importancia, y está ponderada por el radio de cobertura que podrían tener los potenciales impactos de un SPPC, en el cual, los lugares con contaminantes pueden causar problemas en la salud de poblaciones ubicadas a una distancia de hasta 2 km. Esta área, considerada de mayor riesgo, dependerá de las características de transporte y movilización, así como de la forma de disposición o acondicionamiento de los contaminantes. (CETEBS-GTZ, 1999) (OMS, 2000) (Díaz-Barriga, 1999)

B. Sistemas Hídricos: Éstos corresponden a las aguas superficiales y subterráneas próximas al SPPC. De las aguas superficiales existen dos tipos: corrientes y detenidas; las primeras son aquellas que escurren por cauces naturales o artificiales y las últimas son aquellas que están acumuladas en depósitos naturales o artificiales. Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran bajo la superficie del terreno en la zona saturada, por debajo del nivel de agua freática, y en contacto directo con el suelo y/o subsuelo.

Esta información se obtuvo de fotointerpretación y de instituciones públicas como la Dirección General de Aguas DGA y la Comisión Nacional de Riego CNR.

C. Uso de Suelo: Aquella destinación que el ser humano otorga al territorio en el cual se encuentra emplazado. Para efectos de la priorización, esta variable considera tres usos principales: agrícola, recreacional e industrial/comercial¹¹.

D. Ecosistemas Sensibles o de Alta Relevancia: Aquellos que poseen al menos una especie vegetal o animal silvestre en alguna categoría de

¹¹ El uso residencial se evaluó en el criterio A, Población Residente. La información requerida se obtuvo del Plan Regulador de la Comuna de Cabildo (I. Municipalidad de Cabildo, 1999).



conservación; áreas protegidas por parte del Estado y/o ecosistemas de alta relevancia por la función ambiental o servicio ecosistémico que prestan¹².

El proceso de priorización del sitio tiene como objetivo identificar la relevancia ambiental del sitio, en el caso de que en algún momento se decida actuar sobre él. Para desarrollar este objetivo, se llevó a cabo un esquema tipo árbol de decisión secuencial (ver Figura 5-2), del cual se desprenden los niveles de prioridad “**alta**”, “**mediana**”, “**moderada**”, “**baja**” considerando la relevancia de cada variable ambiental para con este sitio. En el momento que se efectuó esta clasificación se tomó en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La presencia de población residente es la variable de mayor relevancia y se ponderará en base a la distancia:
 - a. En caso de que las personas, independiente de su número, otorguen al suelo un uso residencial, en un radio igual o inferior a dos kilómetros a partir del sitio en estudio: se le asignará una **prioridad alta**.
 - b. Desde 2 a 3 kilómetros: se asignará **mediana prioridad**.
2. La presencia de Sistemas Hídricos (agua superficial o subterránea):
 - a. En el caso de que el agua superficial o subterránea, independiente de la distancia o profundidad, sea una fuente de agua potable para una población, se le asignará una **prioridad alta**.
 - b. En caso contrario, se asignará una **mediana prioridad**.
3. El suelo destinado a un uso agrícola, recreacional o industrial tiene asociado una **prioridad moderada**.
4. En caso de una posible afectación a los ecosistemas sensibles o de alta relevancia se asigna una **prioridad baja**, por considerarse el componente más distante a tener un contacto directo con el ser humano.

¹² La información requerida se obtuvo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE) – SINIA.



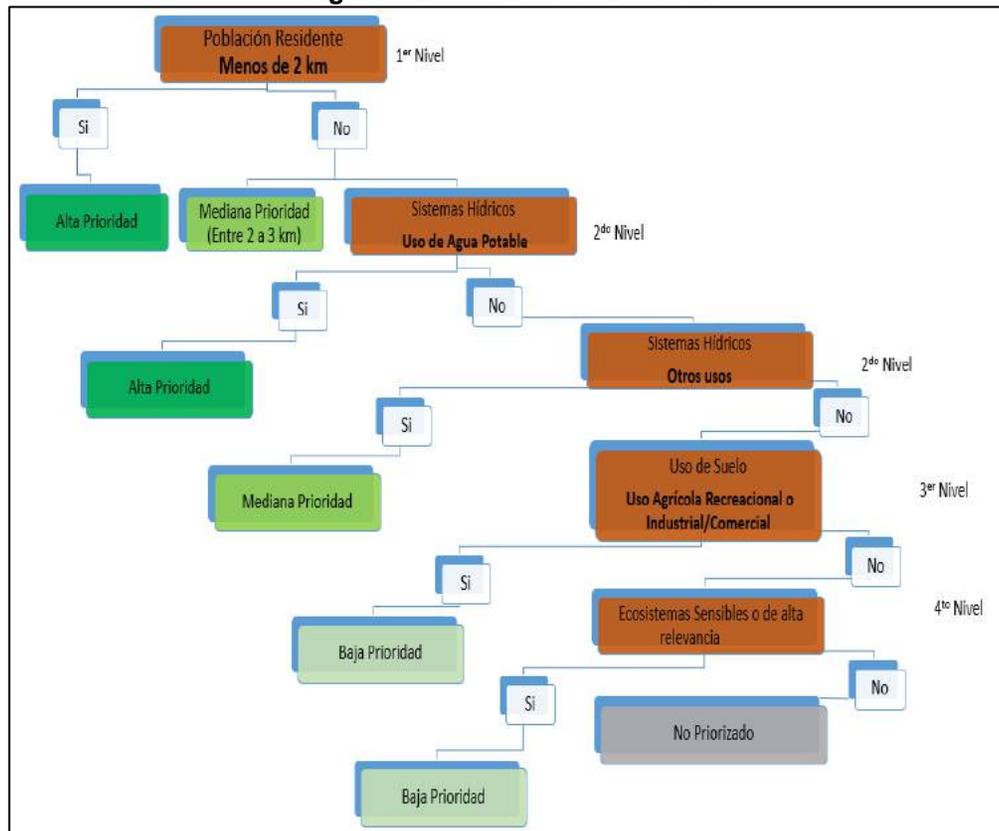
La guía metodológica para la gestión de SPPC, considera que en el caso que el sitio en estudio no posea ninguna de estas variables, éste se categorizará como “no priorizado”. Además, las variables Sistemas Hídricos, Uso de Suelo y Ecosistemas Sensibles no tienen asociado una distancia al sitio en el proceso de priorización, debido a que dada la naturaleza de la metodología (la cual se centra en el análisis de múltiples sitios) estima que para cada caso se debe evaluar individualmente el posible efecto del SPPC en dichas variables. De todas formas, a modo de referencia, puede considerarse que 2 km (criterio empleado para la variable población residente) es la distancia máxima en la que las variables podrían verse afectadas por la presencia de contaminantes en un SPPC cercano, por lo que para el análisis del PAM “El Escorial” se consideró este estándar.

La guía metodológica para la gestión de SPPC, indica que el proceso de priorización puede ser efectuado a través de un esquema de trabajo denominado Árbol de Decisión, el cual permite analizar decisiones secuenciales basadas en el uso de resultados y probabilidades asociadas.

El Árbol de Decisión que se generó a partir de la descripción anterior se presenta en la Figura 5-2.



Figura 5-2 Árbol de Decisión



Fuente: Elaborado en base a (Fundación Chile, 2012)

5.1.4 Inspección del sitio

Con la finalidad de sistematizar y concentrar toda la información asociada al sitio en un solo documento, al momento de realizar la observación se aplicó la Ficha de Inspección de SPPC, herramienta con la cual se identificaron los aspectos más relevantes del sitio. Se recabó información relativa a cómo se desarrolló la actividad potencialmente contaminante, con el objetivo de inferir, a nivel general, el impacto de ésta en su entorno (Fundación Chile, 2012). El formato de ficha se adjunta en el Anexo N°1 “Ficha de Inspección de SPPC” y la descripción de la metodología paso a paso de cómo debe ser llenada se adjunta en el Anexo N°2 “Sobre el llenado de la ficha de SPPC”.



5.2 Contextualización del perfil epidemiológico de la población de Cabildo

Para lograr este objetivo se consultaron las bases de datos de mortalidad entre los años (2007 – 2015) y la base de datos de morbilidad, expresado en la cantidad de egresos hospitalarios¹³ entre los años (2012 – 2015), utilizando la base de datos del Departamento de Estadísticas e Información de Salud (DEIS) del Ministerio de Salud de Chile. Además, utilizando la información de los egresos hospitalarios y en específico de enfermedades asociadas al sistema respiratorio, se comparó el estado de salud de la población de Cabildo con la comuna de Hijuelas, ambas de la región de Valparaíso.

Se decidió trabajar con la comuna de Hijuelas, debido a que ambas se encuentran en la misma Región, con una población similar (ver Tabla 5-1) y por estar geográficamente emplazadas en valles de la depresión intermedia (Ver Figura 6-1). Pero principalmente porque en Hijuelas no hay población económicamente activa que se dedique a la minería y lo más importante, en Hijuelas no hay registro de la existencia de PAM (SERNAGEOMIN, 2013, SERNAGEOMIN, 2007, SERNAGEOMIN, 2015).

Tabla 5-1 Indicadores comunales relevantes, año 2017

Indicadores	Cabildo		Hijuelas	
Población Total	20.135		18.212	
Población por sexo	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
	10.110	10.025	9.199	9.013
Población por grupos de edad				
0 a 14	4.571		4.033	
15 a 29	4.591		4.217	
30 a 44	4.409		3.962	
45 a 64	4.568		4.067	
65 o más	1.996		1.933	
Población Económicamente Activa – Sector Minero (2012)	1.781		0	

13 El Decreto N°1671 exento, define como informe estadístico de egreso hospitalario, como el “instrumento de recolección de información de tipo estadístico y administrativo del paciente durante todo su período de hospitalización, es decir, mientras permanece ocupando una cama de la dotación de un establecimiento autorizado para tal fin.” (Ministerio de Salud, 2010). Este reporte es obligatorio para todos los establecimientos de salud del territorio nacional (Ministerio de Salud, 2019).



Indicadores	Cabildo	Hijuelas
Cantidad Faenas Mineras (2012)	210	1
Cantidad de Pasivos Ambientales Mineros Identificados por SERNAGEOMIN (2007)	7	0

Fuente: Elaborado en base a (SERNAGEOMIN, 2007) (SERNAGEOMIN, 2013) (INE, 2017)

5.3 Aplicación de encuesta de percepción ambiental y situación de salud

Para evaluar la percepción ambiental que la población urbana de la comuna de Cabildo tiene respecto al PAM “El Escorial”, se realizó una encuesta por vivienda, dirigida al jefe/a de hogar o adulto responsable presente al momento del estudio.

Ésta, se centró en identificar los diferentes valores, percepciones o significados que la población otorga a las actividades que a su juicio contaminan más en la Comuna. Además, se consultó por el estado de salud de los habitantes de la vivienda y la cantidad de veces que el grupo hogar visitó un centro de salud en el último año y cuál fue su motivo de visita.

5.3.1 Elaboración de la encuesta

Se elaboró una encuesta con la finalidad de sistematizar las respuestas de la población, las cuales tuvieron un carácter personal y cualitativo. En el Anexo N°3 “Encuesta de percepción ambiental”, se presenta un formato de diseño de la encuesta empleada y la descripción de cada ítem se presenta a continuación:

- A. Identificación del Cuestionario:** Corresponde a datos internos del instrumento (N° Correlativo, datos cronológicos e identificación de la manzana y del anillo de estratificación), con el objeto de dar seguimiento, trazabilidad y espacialidad a los datos.
- B. Identificación del Encuestado:** Corresponde a la individualización del encuestado, indicando nombre del jefe de hogar¹⁴ o adulto responsable al momento de contestar la encuesta, datos del domicilio, edad y sexo. Además, se consultó respecto a su comuna de nacimiento, el tiempo de residencia en la comuna de Cabildo y en el hogar que habita. Esta información se consultó

¹⁴ Se solicitó el nombre de la persona, no con un fin estadístico ni cuantificable, no se utilizará estos datos en los resultados, solo cumple la función de lograr la máxima empatía con el encuestado con la finalidad de que las respuestas de percepción se logren en un ambiente de mayor confianza con el encuestado.



con la finalidad de establecer una referencia temporal de la residencia del encuestado en las proximidades del sitio. De esta manera se espera comprender si la percepción ambiental de los habitantes es producto de la convivencia con el PAM “El Escorial” o es una construcción de experiencias territoriales por el contacto con otros sitios.

C. Identificación de personas que componen el Hogar: Detalle del grupo familiar que componen la vivienda del encuestado, indicando parentesco, sexo y edad. Se consultó igualmente su comuna de nacimiento, el tiempo de residencia en la comuna de Cabildo y en el hogar que habita.

D. Actividades que más contaminan en su comuna: Utilizando como referencia el módulo de “Contaminación y otros” de la Encuesta Nacional de Medio Ambiente 2018 (DESUC, 2018), se consultó el juicio que tiene cada entrevistado respecto a la actividades más contaminantes en su comuna. Las opciones corresponden a: 1.- Uso de Leña – 2.- Las Industrias – 3.- Transporte – 4.- Las Quemas Agrícolas y 5.- Otras.

Para el caso de que el encuestado indicara las opciones “Las Industrias” u “Otras”, se indicó especificar el tipo.

Esta pregunta se realizó con la finalidad de identificar si la respuesta se asocia a la Industria y en específico con el rubro minero, con el cual se asocia el PAM “El Escorial”.

E. Significado que usted les da a las siguientes palabras: Utilizando como base un segmento del cuestionario de percepción del riesgo empleado por (Cortes, 2009), el cual midió la percepción del riesgo ambiental de los habitantes de la comuna de Chañaral, se utilizó la estrategia que este estudio usó desde el plano personal y cualitativo, las significancias y opiniones que poseían los encuestados sobre diversos tópicos.



Para el caso de la aplicación de esta encuesta se consultó al encuestado respecto a la primera palabra o imagen que asocia cuando se le mencionaron los tópicos: “**Contaminación**”, “**Riesgo Ambiental**”, “**Relave Minero**” y el sitio “**El Escorial**”.

Estás respuestas fueron claves en el levantamiento de información que se realizó, ya que de ellas se dio a conocer el grado de entendimiento que la comunidad próxima al sitio posee sobre conceptos claves asociados a medioambiente y en específico, identificar la existencia de conflicto ambiental.

F. Caracterización de la salud: Utilizando como base la estructura de preguntas utilizadas por Barraza (2016) para el análisis de la salud en América Latina¹⁵, se realizaron preguntas enfocadas en que el propio encuestado reflejara su estado de salud general e indicara si él o algún miembro de su grupo familiar ha padecido alguna enfermedad diagnosticada por un médico durante los últimos 12 meses. La finalidad que tuvo esta ronda de preguntas asociadas a la salud del encuestado y de su grupo familiar, fue conocer como perciben su estado de salud de una manera más cuantitativa, indirecta y enfocada siempre en las percepciones que tuvo cada encuestado sobre su salud y la de su grupo familiar.

G. Relación del estado de salud con el PAM “El Escorial”: Siempre enfocado en las consideraciones personales y cualitativas, se consultó al encuestado si considera que existe alguna relación respecto a su estado de salud y la presencia del PAM “El Escorial”. El objetivo principal de esta última pregunta fue dejar claro si percibe (en alguna medida), que la convivencia con este sitio es uno de los tantos factores que podrían influir en su salud. Para este fin, se indicaron 5 niveles de relación: **1** = No existe relación (0%), **2** = Baja

¹⁵ Cuestionario básico y criterios metodológicos para las encuestas sobre condiciones de trabajo, empleo y salud en América Latina y el Caribe.



relación (25%), **3** = Mediana relación (50%), **4** = Alta relación (75%) y **5** = Relación Directa (100%).

5.3.2 Instrumento para la toma de datos en terreno

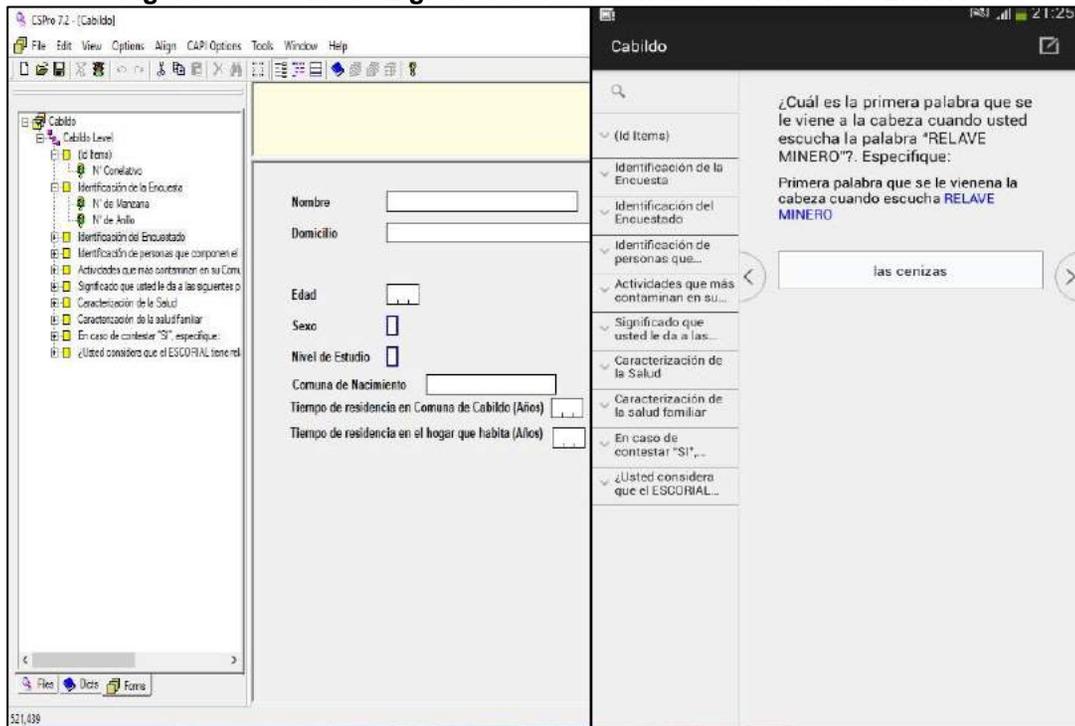
Para elaborar la encuesta, se utilizó el Sistema de procesamiento de encuestas y censos CSPRO v.7.2 y la aplicación CSENTRY, los cuales son un paquete de software de dominio público desarrollado por el Buro de Censos de los Estados Unidos. (Census and Survey Processing System - Sistema para el Procesamiento de Censos y Encuestas) (US Census Bureau, 2019).

Este paquete de software permitió la entrada, edición, tabulación y difusión de datos para ser utilizada en una tableta con sistema Android. Para la tabulación de datos en un diccionario con los parámetros requeridos y el desarrollo de la interfaz gráfica, se utilizó CSPRO en un PC¹⁶. Para la entrada de datos en terreno se utilizó CSENTRY, en una tableta. En la Figura 5-3 se presenta una vista de la interfaz gráfica del software CSPRO a la izquierda y el CSENTRY a la derecha.

¹⁶ Se utilizó como guía la experiencia de la Encuesta de Salud Reproductiva del Centro para el control y la prevención de enfermedades CDC por sus siglas en inglés "Center for disease control and Prevention" (CDC, 2019)



Figura 5-3 Interfaz gráfica de los softwares CSPRO Y CSENTRY



Fuente: Elaboración Propia

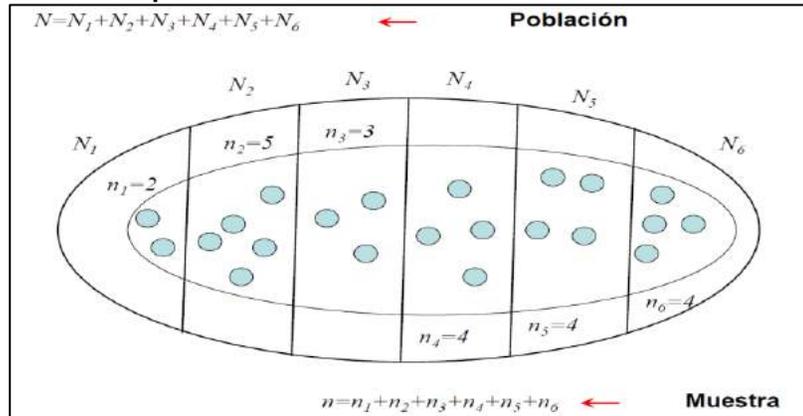
5.3.3 Selección del universo de encuestados

Con la finalidad de seleccionar un universo de encuestados representativo de la población próxima al área de estudio, se utilizó el Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE), debido a que trabaja con elementos de la población, formada por N unidades elementales, que se dividen en H subpoblaciones o estratos. La estratificación puede basarse en una amplia variedad de atributos, como p.ej. la edad, género, nivel socioeconómico, entre otros (Alvarado, 2018). En este caso los estratos corresponderán a anillos concéntricos de 100 m medidos desde el centroide del PAM "El Escorial", como se presenta en la columna estratos (m) de la Tabla 5-2.

En concreto, se dividió la cantidad de viviendas por manzana existentes " N " en " H " estratos lo más homogéneos posibles, que formaron una partición de tamaño N_1, N_2, \dots, N_h y tales que " $N = N_1 + N_2 + \dots + N_k$ ". De cada estrato se tomó una muestra " n " para garantizar una presencia adecuada de cada estrato " n_i ", como se representa en la siguiente Figura 5-4.



Figura 5-4 Representación teórica de una muestra aleatoria estratificada



Fuente: (Alvarado, 2018)

5.3.3.1 Diseño Muestral

Se consideró como unidad estadística de observación a la vivienda, siendo el encuestado idóneo el jefe/a de hogar o un adulto responsable presente al momento de la encuesta, quien brindó la información solicitada y la de todas las personas que componen la vivienda. Para el cálculo se consideró la siguiente fórmula de estimación poblacional estratificada aleatoria, utilizando la técnica de afijación proporcional de los pesos, considerando para este caso la proximidad (distancia) de cada anillo al PAM “El escorial”, el resultado preliminar de la muestra “n” se presenta en la Tabla 5-2.

Formula de Estimación de tamaño de muestra

$$n = \frac{\sum_{h=1}^L W_h \frac{N_h}{N_h - 1} p_h q_h}{\frac{e^2}{Z^2} + \frac{1}{N} \sum_{h=1}^L W_h \frac{N_h}{N_h - 1} p_h q_h}$$

Fuente: Elaborado a partir de (Alvarado, 2018)

- n : Muestra
- N_h : Tamaño poblacional del estrato h
- W_h : $\frac{N_h}{N}$ Peso del estrato h
- p_h : Prevalencia en el estrato h
- q_h : $1 - p_h$
- e^2 : Error muestral aceptado 5%
- Z^2 : Nivel de Confianza 95%



Tabla 5-2 Cantidad de viviendas a encuestar por manzanas seleccionas

Estratos (m)	Total de Manzanas	h	Nh Total de Viviendas	Wh	Ph	Qh	Ph*Qh	Wh(Nh/Nh- 1) ph*qh
0 -100	7	1	262	0.30	0.398	0.602	0.240	0.072
101 -200	16	2	371	0.20	0.300	0.700	0.210	0.042
201 -300	46	3	416	0.15	0.254	0.746	0.189	0.028
301 -400	60	4	612	0.10	0.200	0.800	0.160	0.016
401 -500	68	5	713	0.05	0.200	0.800	0.160	0.008
Total	197	N	2374					
		n	231					

Fuente: Elaboración Propia

Utilizando la técnica de afijación proporcional y los pesos de muestreo W_h se obtuvieron los siguientes resultados de muestras “n” por estrato “h”, como se indica en la Tabla 5-3 y se presenta espacialmente en la Figura 5-5.

Tabla 5-3 Cantidad de viviendas a encuestar por anillo concéntrico

Número de Viviendas por estrato (Nh*W1)	
n1= Estrato 100	69
n2= Estrato 200	46
n3= Estrato 300	35
n4= Estrato 400	23
n5= Estrato 500	12
Σ	185

Fuente: Elaboración Propia



Figura 5-5 Ubicación de manzanas de muestreo y estratos concéntricos desde la manzana del PAM "EL Escorial"



Fuente: Elaboración Propia



5.4 Análisis de los datos

Con la finalidad de interpretar los datos recolectados de la contextualización de la salud y de la encuesta, y dada la variedad de datos obtenidos (cualitativos y cuantitativos), se realizaron estadística descriptivas y análisis de frecuencias de estos datos, de acuerdo con la naturaleza de las variables.

Para la descripción de los datos de mortalidad se realizó un análisis de la Tasa específica de Mortalidad cada 100 habitantes, utilizando los datos estadísticos de “Defunciones y Mortalidad por Causas” de la Comuna de Cabildo para el periodo 1997 – 2015, obtenidos del Departamento de Estadísticas e Información de Salud DEIS del MINSAL. Para analizar los datos de morbilidad se realizó un Análisis de la Prevalencia de Periodo¹⁷, para el cual se utilizó la base de datos de Egresos Hospitalarios de las Comunas de Cabildo e Hijuelas para el periodo 2012 – 2017 del DEIS.

Para analizar los datos de morbilidad, resultado de la aplicación de la Encuesta de Percepción Ambiental (ver Anexo N°3), se utilizó un análisis de Prevalencia considerando el universo de encuestados y la población de Cabildo del último censo de población (INE, 2017). Mientras que, para analizar el grado de independencia de la variable **distancia** (expresada en la encuesta como los estratos 100 m al 500 m, ver Figura 5-5), de la pregunta del cuestionario *¿Usted considera que el ESCORIAL tiene relación con su estado de salud o el de su grupo familiar?*, se realizó una prueba de Chi-Cuadrado de independencia, con la finalidad de verificar cuanto difieren estas dos variables (Spiegel & Stephens, 2009), formulando la hipótesis nula *“su estado de salud o el de su grupo familiar es independiente de la distancia al relave el escorial”*.

¹⁷ Tasa de Prevalencia de Periodo: corresponde al total de personas que se sabe tuvieron la enfermedad o el atributo en cuestión durante un periodo determinado (Bonita, R. *et al'*., 2008).



5.5 Reflexión sobre la metodología

La aplicación de esta metodología no tuvo como objetivo identificar una relación causal directa entre los efectos en la salud que puede provocar un relave abandonado, con las patologías indicadas por los encuestados y las presentadas en los antecedentes generales de morbilidad y mortalidad. Para llegar a este nivel de análisis, primero se deben realizar estudios analíticos y experimentales más rigurosos que den cuenta empíricamente de la existencia de esta relación.

Esta metodología, tiene como finalidad ser una herramienta que apoye al levantamiento de información para estudios y análisis potenciales a sitios catalogados como PAM.



6 Resultados

A continuación, se presentan los resultados de las tres etapas de la presente Proyecto de Grado. Además, y de manera previa, se muestra un contexto general de Cabildo y el grado de conocimiento que los órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental tienen sobre “El Escorial”.

6.1 Antecedentes generales

6.1.1 Población de Cabildo

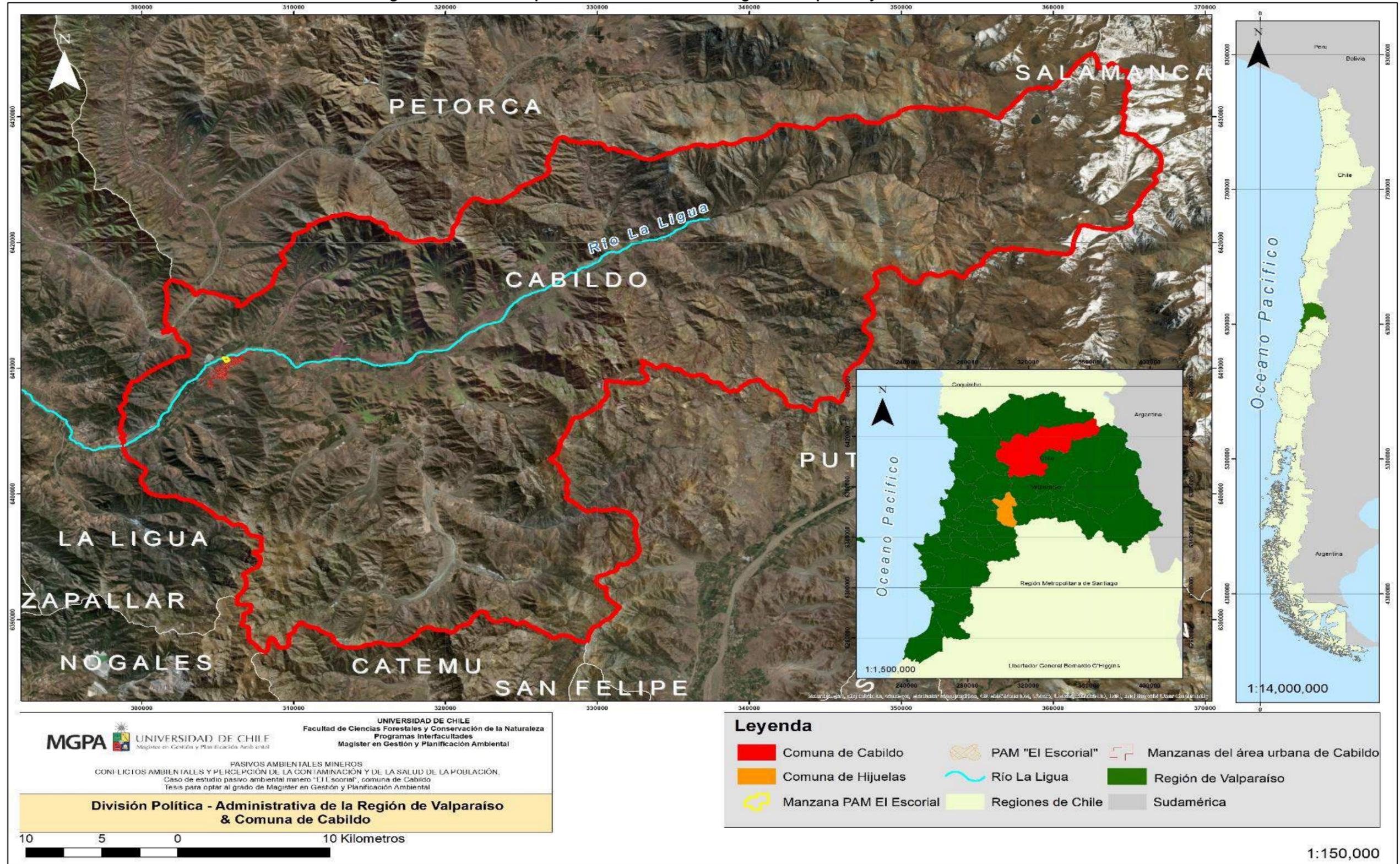
La comuna de Cabildo se encuentra ubicada en la región de Valparaíso provincia de Petorca (ver Figura 6-1), tiene una superficie de 1.455,3 km² y según datos del Censo año 2017 (INE, 2017), posee una población de 20.135 habitantes de los cuales un 62.8% corresponde a población urbana, 23% (4.571 hab.) es menor a 15 años y un 10% (1.966 hab.) mayor a 65 años y según datos del Atlas de Faenas Mineras (SERNAGEOMIN, 2013), esta comuna posee una cantidad de 1.781 trabajadores que se desempeñan en el sector minero cuprífero principalmente y en menor medida aurífero.

Pese a ser una comuna asociada a la actividad minera, Cabildo también posee la característica de estar en una de las zonas más aisladas de la región, vinculándose con la exclusión y/o vulnerabilidad social, que afecta a los ámbitos de salud y educación, su acceso y calidad; al ámbito del trabajo en la ocupación laboral y/o microemprendimiento; la presencia de jefatura femenina en los hogares y bajos ingresos económicos. Al año 2015, según resultados de estimación de pobreza a nivel comunal de la Encuesta Casen (CASEN, 2015), se estimó¹⁸ un 21,5%.de población en situación de pobreza.

¹⁸ Estimaciones realizadas con metodología de estimación para áreas pequeñas (SAE), la cual combinó datos de la Encuesta Casen 2015 y de registros administrativos.



Figura 6-1 División político-administrativa de la Región de Valparaíso y la Comuna de Cabildo



Fuente: Elaboración Propia



6.1.2 Levantamiento de información de instituciones con relevancia ambiental

Se identificaron todas las instituciones del Estado con competencia ambiental, que se presumiera pudieran tener alguna relación con la situación del PAM “El Escorial” y con la actividad minera en la comuna de Cabildo. Mediante ley de transparencia, el día 1 de febrero del 2019 se solicitó información general asociada al pasivo y sobre reclamos y denuncias que se atribuyeran a “El Escorial” y a su área urbana circundante. El objetivo de esta gestión fue levantar datos sobre el estado actual e histórico del sitio que pudiesen tener las instituciones y de forma indirecta saber si es el PAM “El Escorial” relevante para ellas. La respuesta de las instituciones consultadas fue la siguiente:

- SEREMI de Medio Ambiente Región de Valparaíso
 - En su respuesta indicó: *“El Ministerio del Medio Ambiente (MMA), no cuenta con facultades de fiscalización, no obstante ello, la SEREMI del Medio Ambiente de la Región de Valparaíso, ha recibido denuncias ambientales vinculadas al proyecto Tranque de Relaves de la Minera Cerro Negro ubicada en Cabildo, las cuales, en su oportunidad, han sido derivadas a los Órganos del Estado competentes en esta materia, la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA) y el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). Dado lo anterior, recomendamos contactar a dichos servicios a fin de recibir información pertinente sobre su requerimiento.”*
- SEREMI de Salud Región de Valparaíso
 - En su respuesta indicó: *“De acuerdo con la información proporcionada por la Oficina Provincial Petorca de esta SEREMI de Salud y luego de realizar una búsqueda exhaustiva en los registros existentes en la plataforma OIRS, no se evidencian ingresos de denuncias o reclamos formales en los últimos 10 años asociadas específicamente a actividades mineras en el área urbana de la comuna de Cabildo.”*
- Gobierno Regional de Valparaíso
 - En su respuesta indicó: *“El Gore no tiene atribuciones de fiscalización sobre obras que no son nuestras y que están bajo otra normativa, por lo tanto nosotros no recibimos denuncias ni tenemos ningún canal formal para recibir reclamos de ese tipo.”*
- Municipalidad de Cabildo



- En su respuesta se indica que en un periodo de 10 años no se ha recibido ningún tipo de reclamo o denuncia sobre este sitio.
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)
 - A la fecha de cierre de la edición de este Proyecto de Grado, solo se recibió de la institución una prórroga para responder a la consulta ciudadana.
- Servicio de Evaluación Ambiental
 - A la fecha de cierre de la edición de esta este Proyecto de Grado, no se recibió respuesta de la institución.
- Superintendencia de Servicios Sanitarios
 - En su respuesta proporcionó todos los reclamos sanitarios recibidos desde el año 2009 a la fecha para la comuna de Cabildo. De la revisión de esta información, ninguno se asoció a reclamos asociados a actividades mineras.
- Dirección General de Aguas DGA
 - En su respuesta indican una ruta para descargar un listado con los derechos de aguas registrados en el Catastro Publico de Aguas de la DGA. En la Figura 6-9 se muestran los derechos de aprovechamiento más cercanos al sitio.

6.2 Aspectos socioambientales más relevantes

Con la finalidad de completar la Ficha de Identificación de SPPC del PAM “El Escorial, se llevó a cabo el análisis de la información socioambiental e histórica más relevante asociada al sitio, con la que se dio completitud a la ficha de identificación, con la cual se logró obtener el puntaje con el que se jerarquizó el sitio.

6.2.1 Análisis de la localización

El PAM “El Escorial”, se ubica en la Región de Valparaíso, provincia de Cabildo, en el área urbana comuna de Cabildo, emplazado en un sitio de alrededor de 2,56 ha, ocupando aproximadamente 1,1 ha de este, a tan solo 100 m de la vivienda más cercana, 300 m de la Escuela Básica Municipal Araucaria, 450 m del Hospital Dr. Víctor Moll de Cabildo y 250 m del edificio municipal y de la Plaza de Armas de Cabildo, como se presenta en la Figura 6-2.

En la Tabla 6-1 se indican las coordenadas de los vértices del sitio que contiene al PAM “El Escorial”.



Tabla 6-1 **Coordenadas de Ubicación del Sitio**

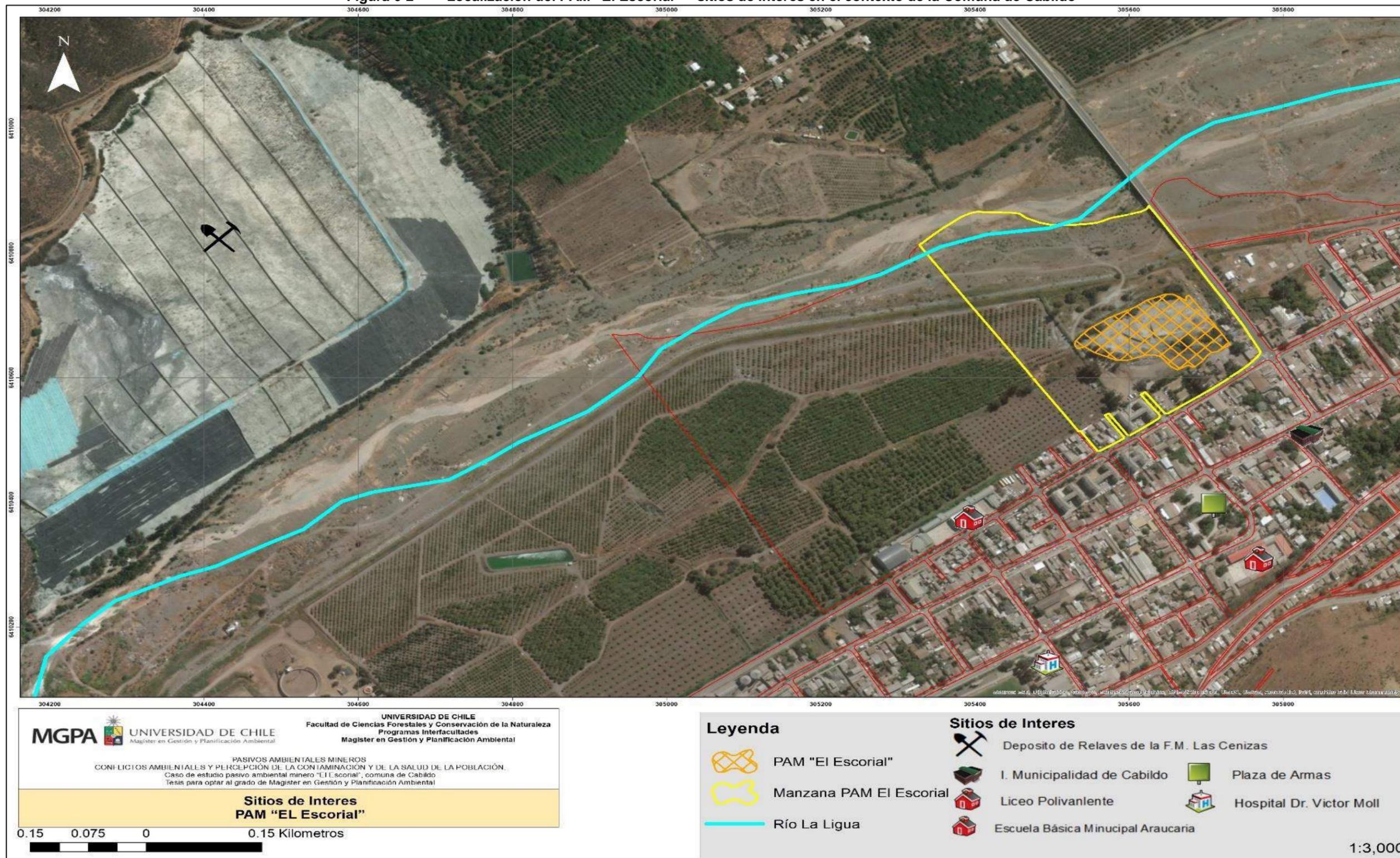
Obra de interceptación	Coordenadas UTM Datum WGS 84	
	E	N
Vértice N°1	305.493	6.410.728
Vértice N°2	305.651	6.410.778
Vértice N°3	305.742	6.410.652
Vértice N°4	305.588	6.410.550

Fuente: Elaboración Propia

En el resto del sitio que no ha sido ocupado por el relave se distinguen sectores con restos de escoria, escombros de antiguas faenas mineras, depósitos clandestinos de residuos, chatarra y el sector al norte del depósito corresponde a una zona de resguardo ante inundaciones del río La Ligua, en la cual se distingue sectores dispersos con presencia de relaves (ver Figura 6 3) y los registros fotográficos del Anexo N°4.



Figura 6-2 Localización del PAM "El Escorial" – sitios de interés en el contexto de la Comuna de Cabildo



Fuente: Elaboración Propia



6.2.2 Descripción del Perímetro

A partir de las visitas a terreno, se identificó y describió las características más relevantes del perímetro del sitio, como por ejemplo su proximidad al área urbana por el sur y por el norte la presencia del lecho del río La Ligua. Para facilitar el entendimiento de las dinámicas que se generan en el sitio, en la Figura 6-3 se presenta un listado de 17 puntos, los cuales representan a las características más relevantes del perímetro del sitio. Además, para tener una mejor comprensión de la descripción del perímetro, se adjunta el Anexo N°4 “Registro Fotográfico de las visitas a terreno”.

Al Sur del sitio se destacan las siguientes características:

- **N°1 Complejo habitacional:** Conjunto de departamentos de 4 pisos (ver Fotografía N°1 del Anexo N°4), ubicados en la declarada zona residencial mixta de densidad baja (I. Municipalidad de Cabildo, 2019). Antiguamente el deslinde norte de ese predio (vista hacia el relave) contaba con una línea de Eucaliptos, los cuales fueron plantados con la finalidad de mitigar el transporte de material particulado pero en la actualidad se encuentran talados, como se muestra en la Fotografía N°2 y N°3 del Anexo N°4.
- **N°2 Plaza Pública:** Sector habilitado para esparcimiento y juego infantil, sus principales usuarios son los vecinos colindantes, se encuentra separado del sitio por una pandereta y un conjunto de casas, en estado de ocupación informal.
- **N°3 Vivienda más cercana:** Emplazada en la misma zonificación del relave, como se aprecia en la Figura 6-3.
- **N°4 Basural:** Sector eriazado del sitio, corresponde al área más próxima a la vía pública y no tiene restricción de acceso. Es este sector se identificó la típica dinámica que se genera en los basurales, en la cual la municipalidad limpia y despeja el sitio, para posteriormente volver a ser utilizada como basural, reiniciando el ciclo. A la fecha de cierre de la edición de este Proyecto de Grado, el sitio había sido limpiado por la municipalidad, pero igual se aprecian



remanentes de basura, en el sector utilizado como viviendas informales, (ver Fotografía N°4 del Anexo N°4).

- **N°5 Restos de instalaciones de procesamiento de mineral:** Corresponde a escombros de ladrillos y hormigón de una antigua instalación de proceso minero. La única parte reconocible corresponde trozos de una piedra de chancado manual (*Chilean Mill*) (ver Fotografía N°5 y N°6 del Anexo N°4).
- **N°6 Restos de Escoria:** Remanentes del proceso industrial histórico (ver acápite 6.2.3.1 y ver Fotografía N°6 y N°7 del Anexo N°4).
- **N°7 Pozo manual para extracción de agua para riego,** de todas las visitas a terreno nunca se ha divisado agua en el pozo. En la última visita del 2019 se observó el pozo cubierto por escombros de construcción (ver Fotografía N°8 del Anexo N°4).

Al Este del sitio se destacan las siguientes características:

- **N°8 Pozo de bombeo hidráulico:** sistema de bombeo hidráulico utilizado para el riego de las plantaciones del predio colindante.
- **N°9 Cultivos de Paltas:** Predio emplazado en una zona comercial mixta según el Plan Regulador Comunal (PRC) vigente. En este predio se distingue un cultivo intensivo de paltas.
- **N°10 Barrera de Eucaliptos:** Barrera de árboles (Eucaliptos) que cumple la función de mitigar potenciales impactos por transporte de material particulado al predio cultivado colindante y a los residentes de los departamentos. Posee una extensión mínima, pudiendo haber sido una medida efectiva si hubiera bordeado todo el perímetro este y sur del PAM (ver Fotografía N°2 y N°3 del Anexo N°4).
- **N°11 Cierre Perimetral del Predio Cultivado:** El deslinde este del PAM, se encuentra completamente cerrado. No así el resto de los deslindes, en los cuales hay libre acceso.

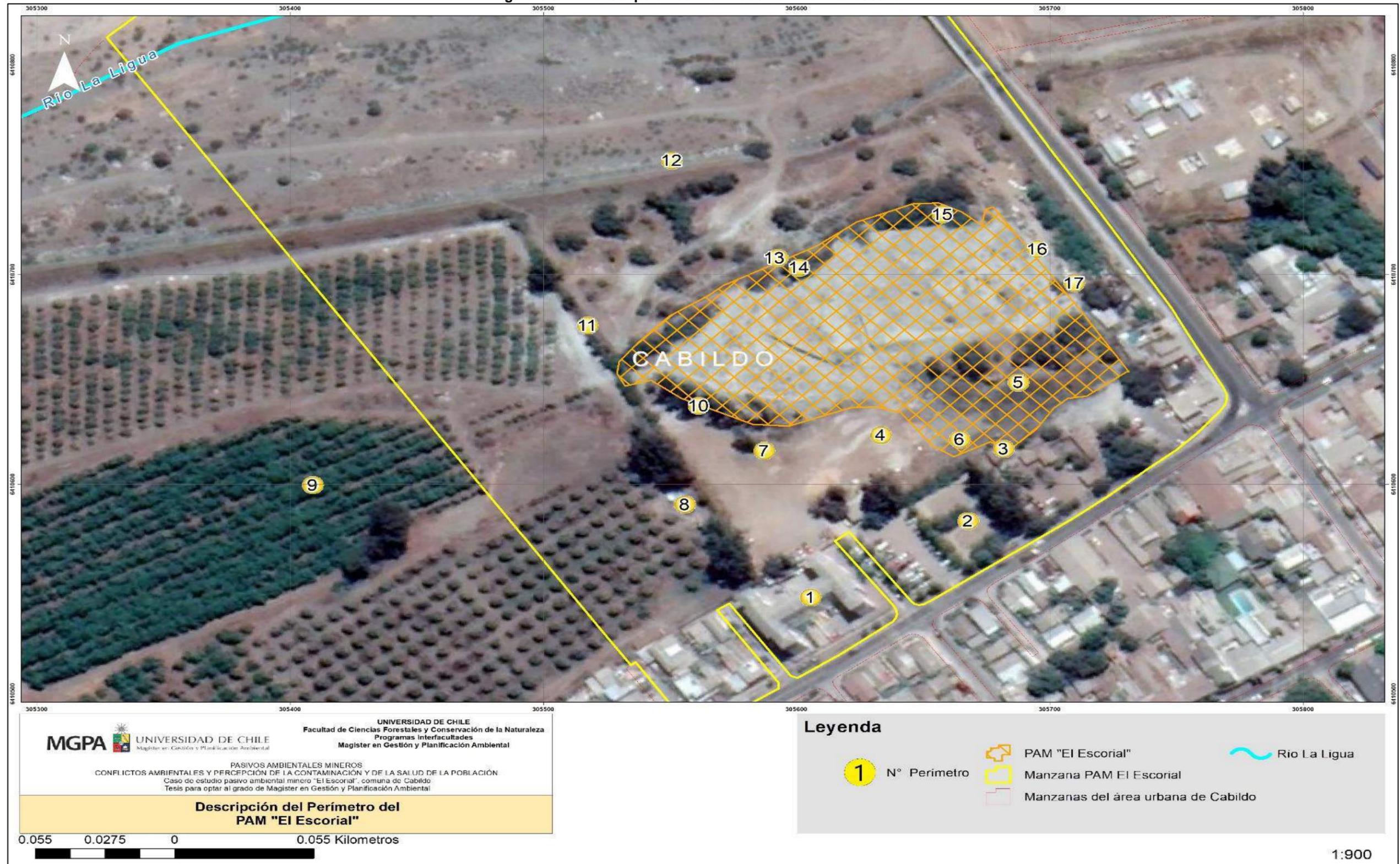
Al Norte del sitio se destacan las siguientes características:



- **N°12 Pretil de Roca:** Obra hidráulica que se extiende por todo el deslinde ribereño urbano de la comuna. Cumple las funciones de contener posibles desbordes del Río La Ligua.
- **N°13 Pretil de Contención:** Cumple las funciones de contención ante un potencial deslizamiento de relave producto una falla mecánica del talud del depósito. Esta obra también es parte del canal de contorno norte, por lo que además, resguardaría las aguas contactadas en eventos de precipitación. A su vez, también cumple el rol de defensa hidráulica ante eventos de crecida del río La Ligua, evitando el contacto de estas aguas con el depósito.
Cabe destacar que este tipo de obra solo se encuentra en el perfil norte del relave, además aún es motivo de discusión si este pretil fue construido material grueso del mismo relave o con material de empréstito, lo cual es lo más adecuado para este tipo de barrera, ya que se privilegia que el agua no entre en contacto con material relave. En la Fotografía N°9 y N°10 del Anexo 4, se muestra el pretil y su materialidad mixta.
- **N°14 Canal de Contorno:** Canal perimetral excavado en terreno original, obra que originalmente se construyó por motivos de seguridad; en la actualidad se observa tapado en gran parte por material de relave. Lo anterior, se asocia a transporte de material eólico o remociones asociadas a eventos de precipitación. El canal posee nula mantención, esto se asume por la presencia de vegetación.
- **N°15 Población de Pimientos (*Schinus molle*):** En la corona del talud norte del depósito, se identificó una población enterrada de *Schinus molle* (ver Fotografía N°11 del Anexo 4), se asume que la depositación en este sector no fue controlada cubriendo estos ejemplares.
- **N°16 Corte – Deslinde con predio oeste:** En este sector, se aprecia un corte muy abrupto justo en el deslinde con el predio oeste, en el cual se identifica la acumulación de chatarra y un taller mecánico con salida hacia la calle San José (ver Fotografía N°12 del Anexo 4).
- **N°17 Chatarrería / Taller mecánico:** Ocupación del predio que deslinda al oeste (Ver Fotografía N°13 del Anexo 4).



Figura 6-3 Descripción del Perímetro del PAM "El Escorial"



Fuente: Elaboración Propia



6.2.3 Levantamiento de información histórica

Con una tradición que se remonta a la conquista española, Cabildo “el Lugar de Cabildo” (haciendo alusión al territorio estratégico donde se reunían los indígenas para parlamentar sobre sus organizaciones guerreras). A mediados del siglo XIX, fue considerado como un villorrio de aproximadamente 942 personas, el cual de a poco, y con el asentamiento de las compañías mineras fue tomando forma de pueblo (Alvarez, 2001).

Su poblamiento y consolidación como área urbana estuvo ligada principalmente al dinamismo de la actividad minera y a la presencia del ferrocarril, con Cabildo como estación terminal. A lo anterior, se le sumó varios servicios asociados y el activo comercio local, caracterizándose históricamente como una zona intrínsecamente minera y agrícola.

La explotación minera en esta comuna se asocia principalmente a minerales metálicos y no metálicos. Entre los primeros destaca el cobre y el oro, mientras que en la minería no-metálica se explotan yacimientos de cuarzo, feldespato, carbonatos y talcos. Sin embargo, la inmensa mayoría de faenas hoy está en situación irregular, abandonada o paralizadas (90,5%). De un total catastrado de 264 faenas mineras, 25 se encuentran en condición activa/operativa de extracción de minerales, 194 se encuentran en estado irregular, 32 se encuentran abandonadas¹⁹ y 13 paralizadas²⁰ (SERNAGEOMIN, 2013).

Si bien la minera fue la actividad primaria de la zona, en las últimas décadas del siglo XX, fue la agricultura la que pasó a tener un papel relevante en la economía de la zona (Alvarez, 2001), pasando a ser en el siglo XXI la actividad primaria (BCN, 2017), transformándose en una de las principales zonas productoras de

19 Entiéndase estado de abandono como “El acto por el cual la empresa minera cesa las operaciones de una o más faenas o instalaciones mineras, sin cumplir con las obligaciones que le impone esta ley y su reglamento (Ley N° 20.551, 2011).

20 Entiéndase como una faena en estado de paralización temporal, cuando se ha presentado un cese transitorio de la operación de una faena minera, el cual podrá ser total o parcial, según afecte instalaciones específicas o al conjunto de instalaciones que constituyen la faena minera (Ley N° 20.551, 2011).



palta y limones, debido a la capacidad de uso de suelos de los terrenos adyacentes al río y al microclima de la zona.

6.2.3.1 Historial cronológico del Sitio

A partir de conversaciones con vecinos del sitio, en su mayoría saben que el PAM “El Escorial” fue una faena minera histórica, posicionándola muchos años antes de su mismo nacimiento o el de sus padres. En general, muchos la datan hace más de 100 años, asociándola a la antigua fundición de Cabildo y a la llegada del ferrocarril en 1890.

Corroborando el saber popular, las crónicas históricas indican que desde la mitad del s. XIX en Cabildo existían labores mineras y mucho antes hubo explotaciones rudimentarias de carácter indígena las que extraían el mineral desde vetas a flor de tierra. Cabildo se conformó en la medida que la minería se asentó, pasó de ser un pequeño villorrio a la ciudad actual²¹, siempre al alero de varios centros mineros, entre los que destacan “Las Ñipas”, “La Patagua” y “Los Quemados”. En la comuna había dos establecimientos de fundición que procesaban mineral, uno de ellos era la Fundición Cerveró emplazada en el mismo villorrio (ver Fotografía 6-1) y la cual, detallan las crónicas históricas, que para su época estaba bien equipada. Esta faena llegó a fundir 35.000 quintales españoles al año, con una ley minera de entre un 11 y un 12% (Alvarez, 2001).

²¹ Cabildo se constituye como municipio el 22 de diciembre de 1891, bajo el Decreto Ley s/n sobre organización / atribuciones de las municipalidades.



Fotografía 6-1 Fundición Cerveró²²



Fuente: (Alvarez, 2001)

Es por esta fundición de mineral que el PAM es conocido como “El Escorial” ya que en este sitio se depositaron escorias, residuos que dejó el proceso de fundición.

Una vez cesada las actividades de la fundición, a mediados de los años 60 del siglo pasado, en las inmediaciones del sitio se instaló un planta de enriquecimiento de mineral, la cual dispuso relave minero al sitio, hasta los años 90, según relatos de vecinos y ex trabajadores del sitio. De la revisión en terreno de los restos de la faena, solo se pudo identificar restos de un “Chilean Mill”, chancadora de piedra típica de la minería chilena, en la Fotografía 6-2 se presenta una muy similar a la identificada en terreno, esta chancadora está ubicada en un antiguo relave abandonado ubicado en el sector rural de El Quemado a 5 km del área urbana de Cabildo, sitio denominado como PAM “El Quemado” (SERNAGEOMIN, 2015).

²² Afines del s. XIX el empresario José Cerveró, de Valparaíso, compró a Ricardo Humeres el lugar en donde hoy está la ciudad para instalar una fundición de metales de cobre, allí también tuvo su terminal el ferrocarril que venía desde La Calera, ferrocarril que a comienzos del s. XX se extendió hasta llegar a Iquique (Boldrini, 2017).



Fotografía 6-2 “Chilean Mill” Molino Chile, utilizado para el chancado de material en la minería tradicional



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2017

El mineral que se trabajó en esta planta provino de distintos sitios de extracción minera de las comunas de Cabildo, Petorca y la Ligua. Se asume que el tipo de industria era de características artesanales (pirquenes) o de pequeña minería, debido principalmente a que este tipo de actividad usualmente no contaba con instalaciones de procesamiento y extracción del mineral. Además, establecer el origen exacto es difícil, debido a las siguientes condicionantes:

- La antigüedad de los depósitos del sitio y su alteración al contacto con el ambiente,
- No se tienen registros del proceso industrial,
- Se asume que en el sitio se pudo trabajar desde la ilegalidad, ya que esta no es una faena que se encuentre dentro de los registros de SERNAGEOMIN, solo se catastró el depósito de relave.

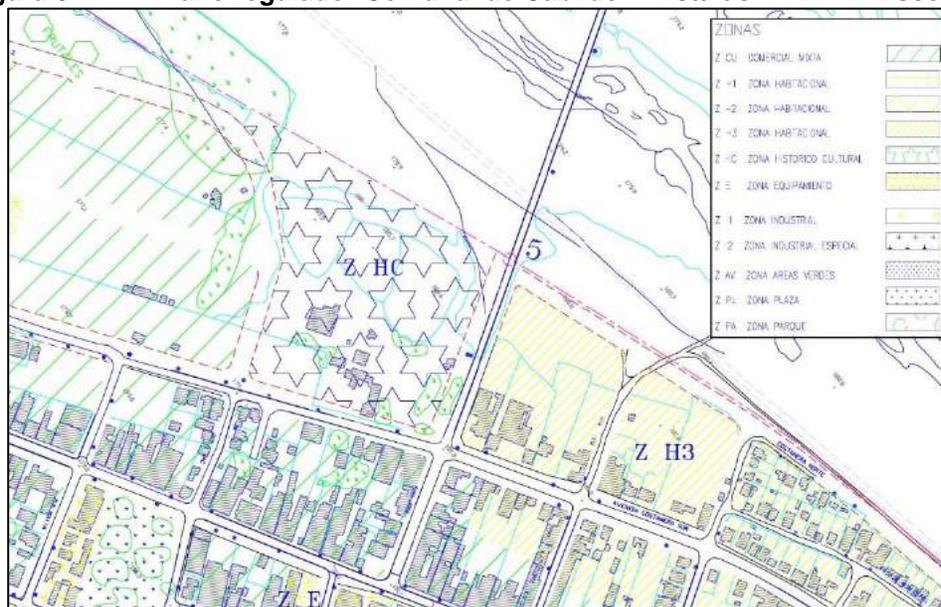
Es de esta manera, que en este sitio se depositó gradualmente sobre la antigua escoria, el relave o solución de descarte del proceso de chancado y flotación/amalgamación que se tuvo que haber empleado para extraer el cobre y/u oro respectivamente. Este antiguo proceso industrial fue el que dio origen a lo que se conoce actualmente como Depósito de Relaves “El Escorial”.



6.2.3.2 Uso de suelo

El Plan Regulador de la Comuna (PRC) de Cabildo que data de Julio de 1996, es actualmente el instrumento de planificación territorial vigente e identifica al sitio PAM “El Escorial” como Zona ZHC (Figura 6-4), definiéndolo como “Zona Histórica Cultural; corresponde al sector de la Planta Minera San Pablo y de los Tranques de Relaves El Escorial 1, El Escorial 2 y El Escorial 3”. Se destaca en este PRC que esta zona está destinada a preservar, valorar, investigar y difundir el patrimonio cultural de la comuna, aceptando solo la edificación de obras complementarias, las cuales serán aprobados por la Dirección de Obras Municipales (I. Municipalidad de Cabildo, 1996).

Figura 6-4 Plano regulador Comunal de Cabildo – Vista del PAM “El Escorial”



Fuente: Elaborado a partir del Plano del PRC 1996 (I. Municipalidad de Cabildo, 1996)

Este PRC no es categórico respecto al uso de suelo del PAM “El Escorial”, de hecho no identifica a los relaves como una problemática ambiental ni menos los asocia con el riesgo, solo alude al sitio como un área que se debe preservar desde una perspectiva cultural.

Los primeros cambios a la institucionalidad local se perciben en el Plan de Desarrollo Comunal (2014 – 2015) el cual introduce la variable riesgos, concluyendo que la preocupación prioritaria para la comunidad son los riesgos a



la salud y al entorno que puedan generar los tranques de relaves, indicando como ejemplo faenas mineras como Las Cenizas y Cerro Negro, ambas faenas activas (I. Municipalidad de Cabildo, 2015).

Actualmente, se encuentra en proceso de consulta pública el nuevo PRC el cual establece objetivos ambientales, entre los que destaca, *“compatibilizar las actividades productivas y relaves mineros, resguardando la salud de la población y el entorno urbano”* (I. Municipalidad de Cabildo, 2019).

En esta actualización, se establece al PAM “El Escorial” dentro de las áreas de riesgo, destacándola como “Área de riesgo por relave”, pero como se detalla en la actualización al PRC, *“este sitio es un relave inactivo abandonado (...). En este caso, dado que en la actualidad es usado para acumulación de chatarra se establece como Zona ZD1-CA Zona productiva inofensiva, donde se permiten talleres y otros usos, siempre y cuando se levante la condición de riesgo y se realicen las medidas de mitigación...”* (I. Municipalidad de Cabildo, 2019).

Es de esperar que en una versión del PRC, se asegure un uso de suelo adecuado para potenciales labores de mitigación que se requieran realizar en el sitio.

6.2.3.3 Caminos de acceso al Sitio

Como se presentó en la Figura 6-3, el principal acceso al sitio es por el sur, en las intersecciones de las calles Ferrocarril A Iquique y Zoila Gac. Es por esta última calle donde se accede, ingresando al área habilitada para estacionamiento frente a un negocio local.

Por el este, el sitio deslinda con la Ruta E-35 o calle “San José”, la cual es la ruta a la localidad de Artificio y acceso a la comuna de Petorca, por este deslinde no existe un acceso formal, pero se podría ingresar por el sitio de acopio de chatarra, ya que no existe un cierre perimetral.

Por el norte se puede ingresar directamente ya que no existe cierre perimetral en el sector ribereño del Río La Ligua, mientras que por el oeste el acceso se encuentra completamente cercado, hacia el sector de cultivos de paltas.



6.2.3.4 Descripción de los procesos productivos históricos más relevantes

El catastro de faenas mineras de (SERNAGEOMIN, 2007), identificó que los principales minerales tratados en este relave fueron el cobre (Cu) como mineral principal y el oro (Au) como mineral secundario. A continuación, se describe de forma general como fue el proceso industrial cuprífero y aurífero histórico utilizado en la industria de los s. XIX y s. XX en Chile y el cual se asocia con las actividades que dieron origen al depósito de relaves de “El Escorial”.

6.2.3.4.1 Minería del Cobre (Cu)

La flotación es un procedimiento físico-químico que permite concentrar mineral molido en húmedo, separando las materias de distinto origen en una pulpa acuosa por medio de la inyección de burbujas de oxígeno. Este proceso se sustenta en las propiedades de la hidrofobicidad del mineral que permite la adherencia de las partículas sólidas a las burbujas de aire, y la formación de un agregado espumante estable sobre la superficie del agua que al estar en constante agitación permite mantener las partículas sobre la superficie (Carillo C. *et al*, 2002). Para lograr la condición hidrofóbica de los minerales, se adhieren a la pulpa diversos reactivos que favorecen la agrupación del mineral del resto del fluido, como los reactivos espumantes que favorecen la agrupación del mineral en una espuma, o los reactivos colectores que favorecen la hidrofobicidad del mineral que se quiere extraer en la espuma. También están los reactivos depresantes, que evitan la recolección de otras especies minerales no deseadas en el producto y los que modifican el pH de la pulpa, favoreciendo un ambiente adecuado al proceso de concentrado del mineral (Codelco, 2019).

6.2.3.4.2 Minería del Oro (Au)

La historia metalúrgica del oro proviene de antes de la colonia, los pueblos originarios lo recogían por simple lavado, no conocían el método de amalgamación ni el uso del azogue (Hg), utilizado por egipcios y romanos. Es a partir del s. XVI, que se introdujo desde México hasta Perú la amalgamación del



oro por mercurio (Hg) y el método de chancado de metales a través de rústicos trapiches en seco. La técnica con los años se fue perfeccionando, incluyendo agua al proceso de pulverizado y el uso de trapiches dobles a tracción manual (Dos piedras verticales con llantas de fierro (ver Fotografía 6-2)) y posteriormente a vapor, fuerza hidráulica o con motores Diesel, como lo fue desde los inicios del s. XX (Orrego, 1890).

- Proceso de Amalgamación

El primer paso de este proceso es la preparación del mineral a través de la molienda utilizando métodos para separar el oro de la roca, por ejemplo, un sistema tipo trapiche. Para lograr la amalgama, el oro debe estar disponible y en contacto para su posterior tratamiento. En este proceso, es atrapado por el mercurio en una pulpa acuosa para formar una sustancia muy viscosa y de color blanco brillante llamada amalgama. La recuperación final del mineral se realiza calentando la aleación, lo que produce evaporación del mercurio.

Este proceso de recuperación era bastante deficiente, ya que al calentar la amalgama era alto el porcentaje de mercurio que se perdía por la evaporación, procesos deficientes de molienda dificultaban la amalgamación y la presencia de otras sustancias en la molienda, p. ej. la cal, generaban reacciones que dificultaban la extracción el oro, experimentando perdidas en la producción (Puche Riart, *et al.*, 1996).

- Proceso de Cianuración (CN)

En Chile la mayor parte del oro proviene de zonas de oxidación, caracterizada por la presencia de óxidos de hierro, carbonatos y sulfatos, productos de la lixiviación de sulfuros de Cu, Fe, Pb y Zn preexistentes, rodeada por minerales de arcilla de origen supérgeno, donde existe un notable incremento de las leyes de oro entre 2 y 10 veces (Camus & Duhalde, 1982). Este tipo de mineral resulta mucho más difícil de beneficiar por amalgamación (Sánchez & Enríquez, 1996). Desde 1890 y de forma incipiente nuevas tecnologías de procesamiento como la cianuración, apoyaron a los planes nacionales auríferos a potenciar la extracción más eficiente del mineral (Cochilco, 2017).



El proceso de cianuración se genera posterior al triturado del mineral, el método más ampliamente utilizado es el de lixiviación por percolación, en el cual una solución cianurada (normalmente de cianuro de sodio, potásico o de calcio, siendo este último el más usado en la industria por su relación costo beneficio), pasa por pilas de material triturado, disolviendo el oro en una solución la cual es captada por un sistema de ductos aguas abajo de la pila. Otro proceso también utilizado es la agitación, por el cual el material se lixivia en tanques de agitación con adición de aire y oxígeno, el proceso de dilución del mineral se realiza de manera más rápida y efectiva, aunque con costos de inversión más altos que en la percolación. El proceso es más controlado que en la lixiviación, la solución es agitada en recipientes cerrados, evitando la evaporación, asegurando que el proceso se genere en un con pH alcalino adicionando cal para evitar la pérdida de cianuro por hidrólisis (generación de gas cianhídrico (HCN) altamente venenoso) y para neutralizar los componentes ácidos presentes en la roca (Wotruba, H. *et al*, 2000).

6.2.3.5 Potenciales Residuos contaminantes asociados a la actividad productiva histórica

6.2.3.5.1 Escoria de Fundición

Históricamente, el primer residuo dispuesto en este sitio fue la escoria del proceso de fundición de los metales extraídos en los pirquenes y pequeñas faenas mineras de Cabildo y sus comunas cercanas. La escoria de fundición, por definición, es un residuo el cual contiene sustancias inútiles de un mineral, generado en cualquier operación pirometalúrgica, que involucre sistemas de fundidos (Lovera,, D. D. *et al*, 2004), utilizados para extraer el metal valioso de la mena. En la Fotografía 6-3 se muestran restos de escorias del sitio, estas presentan una estructura amorfa, las cuales son resultantes del enfriamiento brusco que sufren durante su vaciamiento a un canal con flujo de agua (Ceccato, D. M. *"et al*, 2009).



Fotografía 6-3 Resto de escoria de fundición del sitio PAM “El Escorial”



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2016

Va a depender del tipo de fundición y mineral que se funde, para caracterizar la escoria y el suelo que la contiene. Por ejemplo, un estudio de (González, I. *et al*, 2008) realizado sur-este de la Fundición Ventanas en la localidad de Los Maitenes, comuna de Puchuncaví, caracterizó el suelo de un sitio con presencia de escoria de fundición con altas concentraciones de cobre y con un pH ácido²³.

En la actualidad, además de la presencia de relave en grandes cantidades, se observa en el área sur del relave acumulaciones de escoria (Figura 6-3), dispersa de manera irregular (mezclada con las mismas capas de relaves, como se presenta en la Fotografía 6-4) o acumulada en pequeñas pilas. Esto indicaría que en la actualidad este material se extrae, si bien su destino final es incierto, se podría asumir que el material es removido para reprocesamiento, reciclaje o para su uso como relleno.

²³El estudio identificó un concentración media cobre en el suelo de 1.289 mg kg⁻¹ de Cu total y una mediana de pH de 4,5 La concentración de Cu soluble se determinó mediante espectroscopia de absorción atómica, mientras que le pH se midió se determinó en una solución de KNO₃ 0,1 M, la cual también fue usada como extractante del mineral (González, I. *et al.*, 2008).



Fotografía 6-4 Escoria mezclada con relaves en el sitio PAM “El Escorial”



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2016

6.2.3.5.2 Remanentes de sustancias peligrosas utilizadas en el proceso metalúrgico

Respecto a los potenciales residuos contaminantes presentes en el relave, como se presentó en el acápite 6.2.3.4, el proceso histórico minero de enriquecimiento del mineral se asoció directamente al uso de Mercurio y Cianuro para el caso del mineral oro, mientras que para el caso de la minería del cobre, al exponer restos de mineral²⁴ al agua y al oxígeno, como consecuencia de la extracción y el procesamiento de minerales metálicos y carbones (Johnson & Hallberg, 2005), da origen a lixiviados conocidos como drenajes ácidos de mina (DAM) (Quicasán, D. *et al*, 2017). Los DAM se caracterizan por tener bajo pH, alta concentración de elementos traza, comúnmente presentes en los depósitos de mineral y en los desechos de la mina, los cuales pueden contribuir a la generación de ácido y, lo que es más importante, liberan componentes disueltos tóxicos, como As, Cd, Cu, Mo, Ni, Pb, y Zn, a las aguas de drenaje minero (Nordstrom, K. *et al*, 2015). Estos

²⁴ Los minerales de sulfuro de hierro, pirita y pirrotita, son los minerales más comúnmente implicados en la generación de DAM (Nordstrom, K. *et al*, 2015), La oxidación de estos minerales da como resultado la liberación de SO_4^{2-} , Fe^{2+} y H^+ . la Pirita es el principal mineral causante de la generación de ácido según consta en la capacidad total de producir protones de H^+ que son los causantes de la disminución del pH y consecuentemente la liberación de metales contenidos en los sulfuros mismos y las rocas (Morales, 2003).



vertimientos provocan la alteración física, química y biológica tanto de la flora, fauna, suelos y por efecto de la percolación; también provoca que esté presente en las aguas subterráneas, ya que las aguas ácidas ricas en metales también pueden formarse en depósitos de desechos y relaves minerales. Debido a la naturaleza más desagregada (y más concentrada, en el caso de los relaves) de los minerales que generan ácido en estos materiales de desecho, el DAM que fluye de ellos puede ser más agresivo que el que se descarga de una mina. Otra consideración importante aquí es el problema potencial de contaminación a largo plazo, ya que la producción de DAM puede continuar durante muchos años después de que se cierren las faenas y se retiren las presas de relaves (Johnson & Hallberg, 2005).

Si bien en “El Escorial”, no es evidente la acción del DAM (Drenaje Ácido de Mina, ver acápite 3.3), por la escasez de precipitaciones y la data de esta faena minera, se asume que todo el potencial de generación de ácido de las caras expuestas del relave ya se agotó y que el transporte de material particulado y el incipiente crecimiento de suelo han escondido las marcas del ácido. Lo que no se puede asumir, es que eventuales remociones de material puedan activar a futuro la capacidad de drenar ácido del sitio.

De larga data histórica, el proceso de amalgamación con mercurio ocurría de manera artesanal y sin medidas de control, afectando directamente a la salud de quien empleaba este sistema, por la inhalación de los gases al calentar el mercurio (ver proceso de amalgamación en acápite 6.2.3.4.2) y en el contacto de esta sustancia contaminante con el agua²⁵, ya fuese por derrames o por la percolación de remanentes de mercurio presentes en el relave.

²⁵ Suponiendo que el agua consumida tenga 4,0 µg/L de mercurio inorgánico (especie con menor grado de toxicidad) y una persona consume 1 litro de agua al día, la cantidad de mercurio consumido sería de 4,0 µg/día. La ingesta diaria admisible (IDA) de mercurio a través de alimentos está en el rango de 2-20 µg (según la OMS). Ahora, si la concentración de mercurio en el agua es mucho más alta, si también hay mercurio orgánico presente en la misma, y si se consumen otro tipo de alimentos contaminados con este metal (22,25) el impacto sobre la salud sería muchísimo mayor (Díaz-Arriaga, 2014).



De uso más contemporáneo, la utilización de cianuro en la minería del oro es muy controvertido debido a la naturaleza tóxica en animales y el ser humano (Ramírez, 2010). A pesar de que el cianuro libre se descompone rápidamente cuando está expuesto a la luz del sol y tiene una alta capacidad de biodegradarse por diversos microorganismos y bacterias aeróbicas, cuando se transforma en *tiocianato*, no puede ser removido fácilmente mediante estos medios, pudiendo persistir durante varios años (Guerrero, 2015). Los derrames de cianuro pueden tener un efecto devastador sobre ríos, matando toda forma de vida acuática por varios kilómetros.

6.2.3.6 Cierre de faena minera

El Escorial, por ser una faena minera de larga data, sin un operador actual y con un cese de operaciones bastante difuso de establecer, nunca estableció ningún tipo de plan de cierre, menos uno bajo la ley N°20.551/2011, la cual regula el cierre de faenas e instalaciones mineras. Por lo que en este sitio no está asegurada ni la estabilidad física ni la química.

De la visita a terreno realizada en el marco de este estudio, solo se evidenció la presencia de un canal perimetral (ver Figura 6-3), como medida de contención para evitar que el agua entre en contacto con el relave. Fuera de esta última medida, en el sitio no se ha llevado a cabo ningún tipo de actividad de cierre, ni siquiera su cercado.

6.2.3.7 Antecedentes de incidentes ambientales

Del catastro de información realizado con las principales autoridades con facultades ambientales en la Región de Valparaíso (ver acápite 6.1.2), no se evidenciaron incidentes de carácter ambiental en el sitio.

Durante las entrevistas realizadas a los vecinos del sitio, tampoco se mencionaron eventos que evidenciaran indicios de que en este sitio hayan sucedido incidentes ambientales, ellos solo relatan las interacciones cotidianas asociadas al material particulado que la comunidad percibe y asocia con este sitio.



6.2.4 Estudio del medio físico

A continuación, se describen los componentes ambientales más importantes identificados en el sitio.

6.2.4.1 Estudio de la geomorfología y suelos

En el contexto general el PAM “El Escorial” se ubica dentro del sector denominado de Valles Transversales, dentro de la división geomorfológica tradicional de nuestro país. En esta zona, las estructuras geomorfológicas, orientadas Norte Sur, son reemplazadas por un amplio dominio topográfico que sube de manera homogénea hacia el Este, y que está atravesada por valles principales orientados Este a Oeste. El valle principal en este sector es el labrado por el río La Ligua, el cual corre en dirección Noreste - Suroeste, inmediatamente al Norte del PAM (RCA N°337, 2007).

En el contexto específico del PAM “El Escorial” y respecto a la composición granulométrica de los sedimentos depositados, se observó tanto en la corona del depósito como en sus taludes, la presencia de material fino y homogéneo tipo polvillo compactado, seco y dispuesto en capas que alternan mezclas de material rocoso de diversa composición, el cual se identificó como material de proceso de sedimentación, característico de los relaves con altas concentraciones de humedad, los cuales forman acumulaciones de agua sobre su cota más alta, las llamadas “Piscinas de aguas claras”, dejando estructuras como las que se presentan la Fotografía 6-5.



Fotografía 6-5 Calicata sobre la corona del depósito de relave.



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2011

Debido a la presencia de vegetación sobre el relave, es posible indicar que de manera incipiente se podría estar formando suelo sobre la superficie del relave (ver Fotografía 6-6 y Fotografía 7 y 11 del Anexo N°4 Registro fotográfico de las visitas a terreno), la cual pudo tener una potencial génesis combinada por el efecto de la depositación eólica y las precipitaciones, aunque estas no son abundantes.

Fotografía 6-6 Corona del 1er nivel de depositación del “El Escorial”





Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2011

Mediante el uso de transectos, se midió en terreno el largo del pasivo ambiental, el cual equivale aproximadamente a 75 m de norte-sur y a 165 m este-oeste, considerando unos 8 m aproximadamente de talud, con una altitud que promedia los 157 m.s.n.m. El Escorial posee 2 terrazas, la más baja (1er nivel de depositación, ver Fotografía 6-6), tiene un largo de 46 m (E-O) y una altura aproximada de 166 m.s.n.m., mientras que terraza alta posee 119 m (E-O) y una altura aproximada de 175 m.s.n.m.

6.2.4.2 Climatología local

El clima de la comuna de Cabildo está clasificado como Mediterráneo Subtropical Semiárido, este clima se caracteriza por tener régimen hídrico con "período seco prolongado de primavera a otoño todo el año" (I. Municipalidad de Cabildo, 2019).

A continuación, se hace un análisis de las principales variables climáticas de la Comuna de Cabildo basadas en datos precipitación de las estaciones meteorológicas “*Alicahue*” y “*Chacrilla*” de la DGA, datos obtenidos desde el Explorador Climático del Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR)² y el informe “Evaluación del Recurso Eólico”, para el centroide²⁶ del PAM “El Escorial”, elaborado por el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile (Explorador Eólico, 2019).

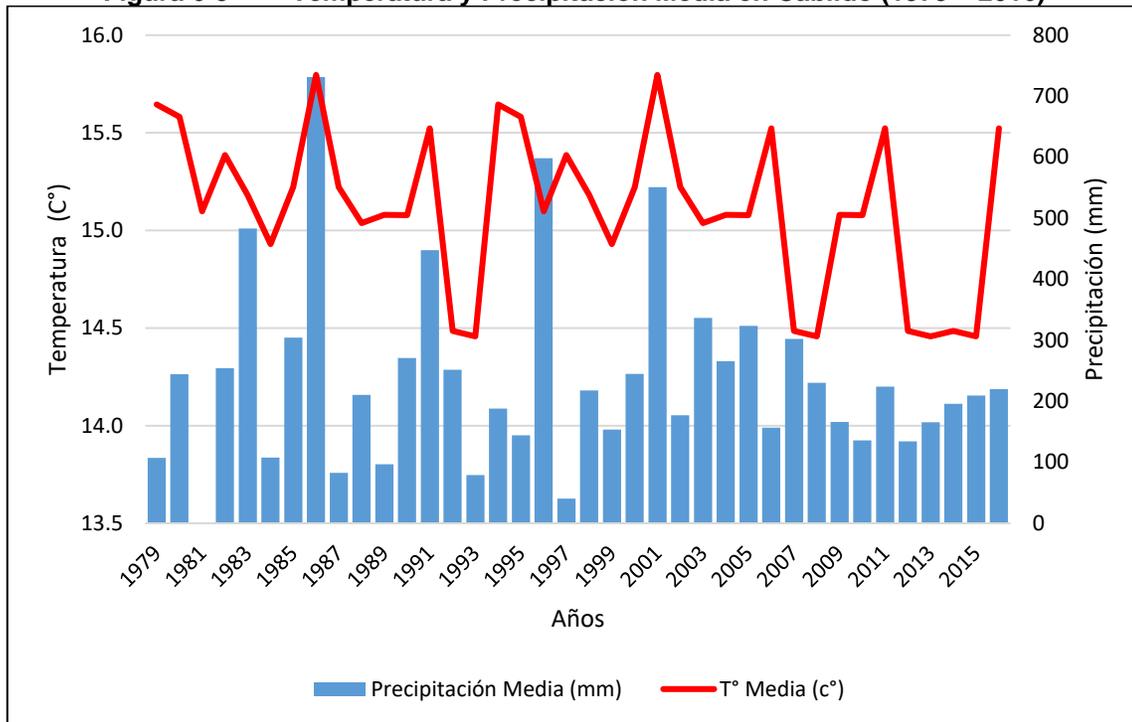
6.2.4.2.1 Precipitaciones y temperatura

En la Figura 6-5, se presentan las temperaturas de la comuna de Cabildo, la línea roja indica la temperatura máxima media para cada año del periodo comprendido entre los años 1979 a 2015. Del mismo modo, se muestra en las barras azules la precipitación media.

²⁶ Datos de entrada: Latitud 32.42 S, Longitud 71.07 O, Elevación del terreno (modelo WRF) 207 m y Densidad del aire 1.20 (kg/m³) (Explorador Eólico, 2019)



Figura 6-5 Temperatura y Precipitación Media en Cabildo (1979 – 2016)



Fuente: Elaborado en base a (CR2, 2019)

Del análisis de la temperatura y precipitaciones, asociado al PAM “El escorial”, es posible indicar que en el periodo abordado se observan largos periodos de bajas precipitaciones asociado a periodos de temperaturas medias bajas, mostrando una tendencia a partir del 2001 a la baja de precipitaciones, presentando oscilaciones similares de temperaturas. Cabe indicar que en periodos secos es donde más se exponen los depósitos relaves al transporte de material particulado (Qi, J. *et al*, 2014), dado que la falta precipitaciones propicia que los depósitos que se encuentren desprovistos de cobertura vegetal o bien esta se encuentren de manera escueta, como se evidenció en las visitas al PAM “El Escorial”.

6.2.4.2.2 Velocidad del viento y dirección

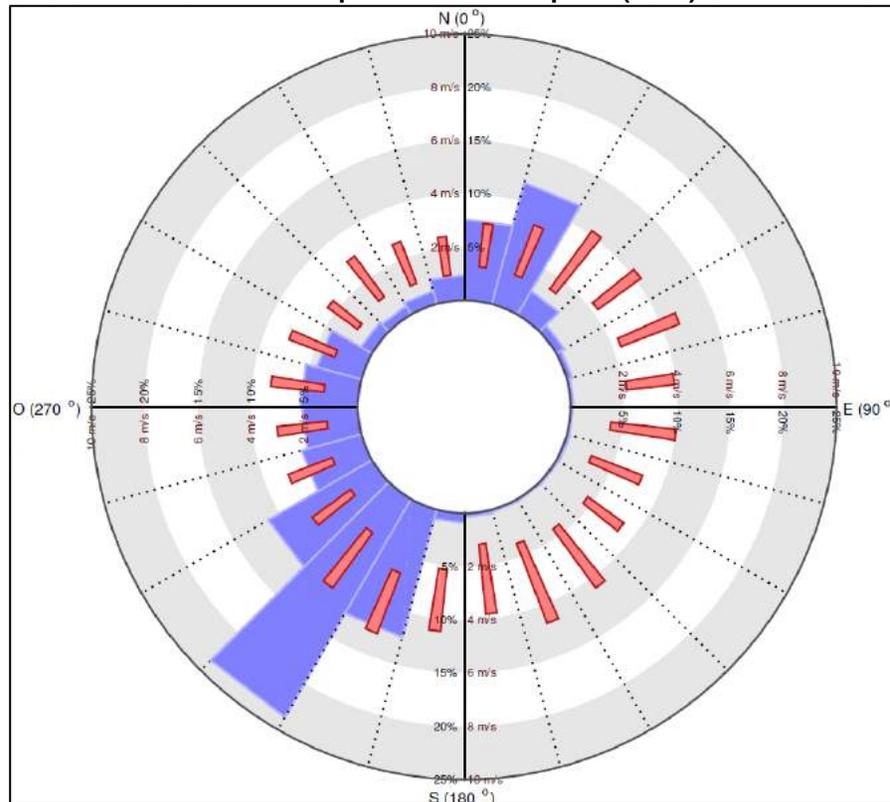
En la Figura 6-6 se muestra la rosa de los vientos para el año 2010 sobre las coordenadas del PAM “El Escorial”, las barras azules indican porcentualmente la predominancia de la dirección del viento y en barras rojas indican el rango inter-



cuartil de velocidad de viento para cada intervalo de dirección (Explorador Eólico, 2019).

En la Figura 6-7 se presenta el ciclo estacional de viento a partir de la reconstrucción climatología para el periodo (1980-2010), la línea azul representa el promedio climatológico, y la curva en rojo corresponde a los valores promedio para cada año (Explorador Eólico, 2019).

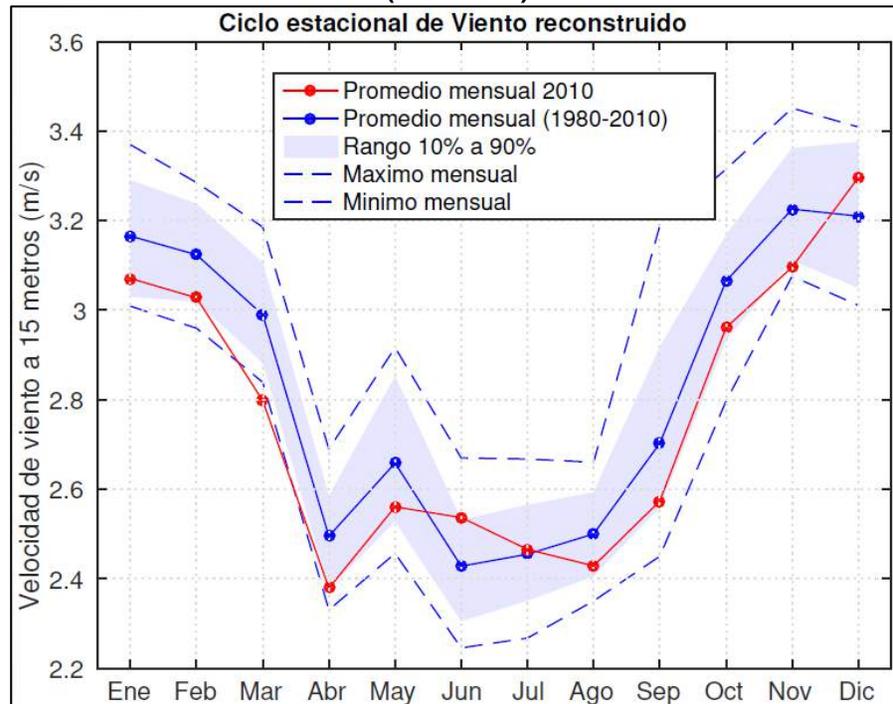
Figura 6-6 Rosa de viento para un año completo (2010) Comuna de Cabildo



Fuente: (Explorador Eólico, 2019)



Figura 6-7 Ciclo estacional de viento a partir de la reconstrucción climatológica (1980-2010)



Fuente: (Explorador Eólico, 2019)

En la Figura 6-6 se evidencia una marcada predominancia de los vientos Sur-Oeste, favoreciendo que gran parte del potencial material particulado que el viento pueda transportar se oriente fuera del área urbana, en dirección al río la Ligua y las comunidades noreste del PAM. El efecto anterior podría ser potenciado por el incremento de la velocidad del viento durante los meses de verano, como se indica en la Figura 6-7.

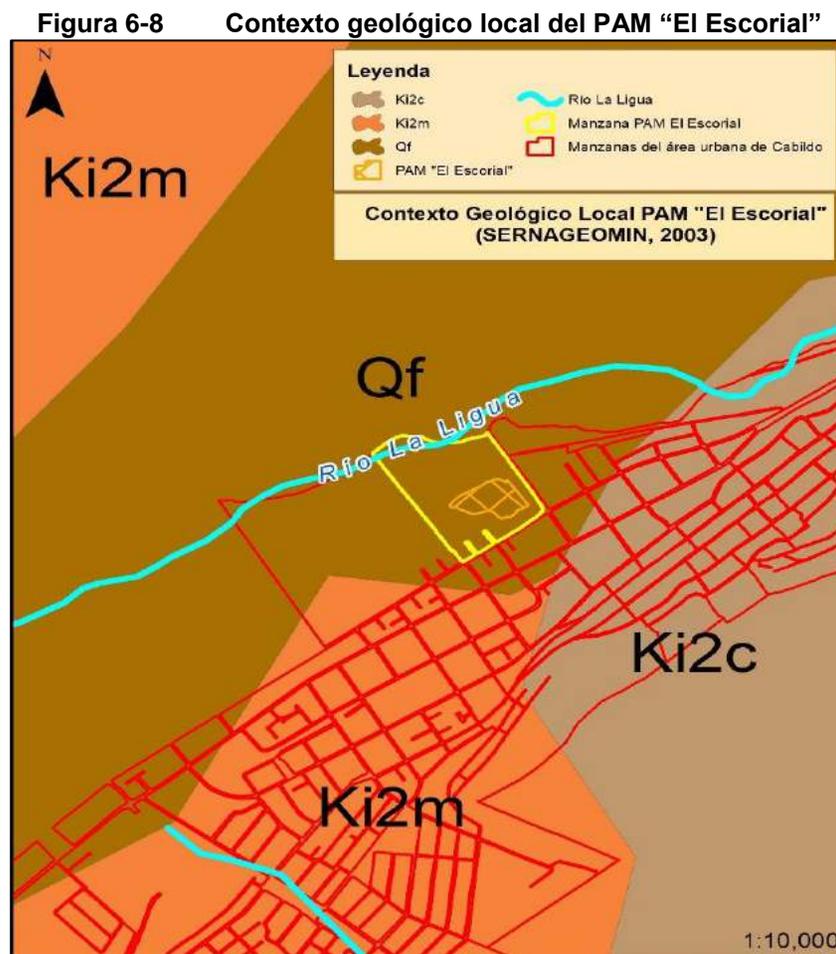
6.2.4.3 Contexto geológico local

En la Figura 6-8 se presenta destacado en rojo la ubicación de la comuna de cabildo en el contexto del Mapa Geológico de Chile (SERNAGEOMIN, 2003). Las principales secuencias geológicas presentes en el sitio donde se emplaza el PAM “El Escorial” (Cabildo Urbano, en las proximidades con el río la Ligua) son las siguientes:

- **QF Pleistoceno-Holoceno:** Depósitos fluviales: gravas, arenas y limos del curso actual de los ríos mayores o de sus terrazas subactuales y llanuras de inundación.



- **Ki2c Cretácico Inferior-Cretácico Superior:** Secuencias sedimentarias y volcánicas continentales, con escasas intercalaciones marinas: brechas sedimentarias y volcánicas, lavas andesíticas, ocoítas, conglomerados, areniscas, limolitas calcáreas lacustres con flora fósil; localmente calizas fosilíferas marinas en la base. En Cordillera de la Costa, regiones IV, V y Metropolitana: formaciones Quebrada Marquesa y Veta Negra.
- **Ki2m Cretácico Inferior (Neocomiano):** Secuencias volcánicas y sedimentarias marinas: lavas andesíticas y basálticas, tobas y brechas volcánicas y sedimentarias, areniscas y calizas fosilíferas. En la Precordillera, región III: Estratos Cerro El Águila; en la Cordillera Principal, región IV: Formación Los Pelambres; en la Cordillera de la Costa, regiones V y Metropolitana: Formación Lo Prado.



Fuente: Elaboración Propia en base a (SERNAGEOMIN, 2003)



El depósito se emplaza sobre el lecho del río La Ligua, el que corresponde a Qf y dada sus características sedimentarias, favorecería la percolación de aguas contactadas en eventos de precipitación, por lo que no se debe descartar que en el pasado o en la actualidad este sitio haya o esté impactando los depósitos de agua subterránea, por lo que en el caso de realizar la segunda etapa de la metodología de identificación de SPPC, se recomienda realizar estudios más precisos respecto a este tema.

6.2.4.4 Contexto hidrológico local y calidad de aguas

El cuerpo de agua superficial más próximo al sitio corresponde al río La Ligua (ver Figura 6-3), el cual tiene una superficie de 1.900 km² y nace en la Cordillera de Los Andes de la unión de los ríos Alicahue y el estero Cajón de los Ángeles. Tiene un curso de 162 km, con una dirección suroeste en su curso superior y en curso medio e inferior, hacia el oeste. El río La Ligua presenta un régimen mixto, y permite el riego en un sector del valle de La Ligua (BCN, 2019) (Niemeyer, 1983).

El diagnóstico de calidad de agua de la cuenca la ligua (DGA, 2004), concluye que el agua superficial de la cuenca está influenciada fuertemente por las siguientes características:

- La presencia de franjas metalogénicas, ricas en minerales que cortan en dirección norte sur a la cuenca, les confieren aportes geoquímicos relevantes a los cursos de agua superficiales y subterráneos.
- La geomorfología de la cuenca que es de valles transversales con orientación oriente - poniente convierte a la cuenca del La Ligua en un río de área drenante bastante pequeña y canalizada a la cual convergen todos los depósitos coluviales y aluviales, así como material sedimentario que drena por escorrentía por las quebradas y valles hasta el cauce principal.
- El cauce principal como sus tributarios tienen cualidades alcalinas (pH: 7,2 – 8,5).

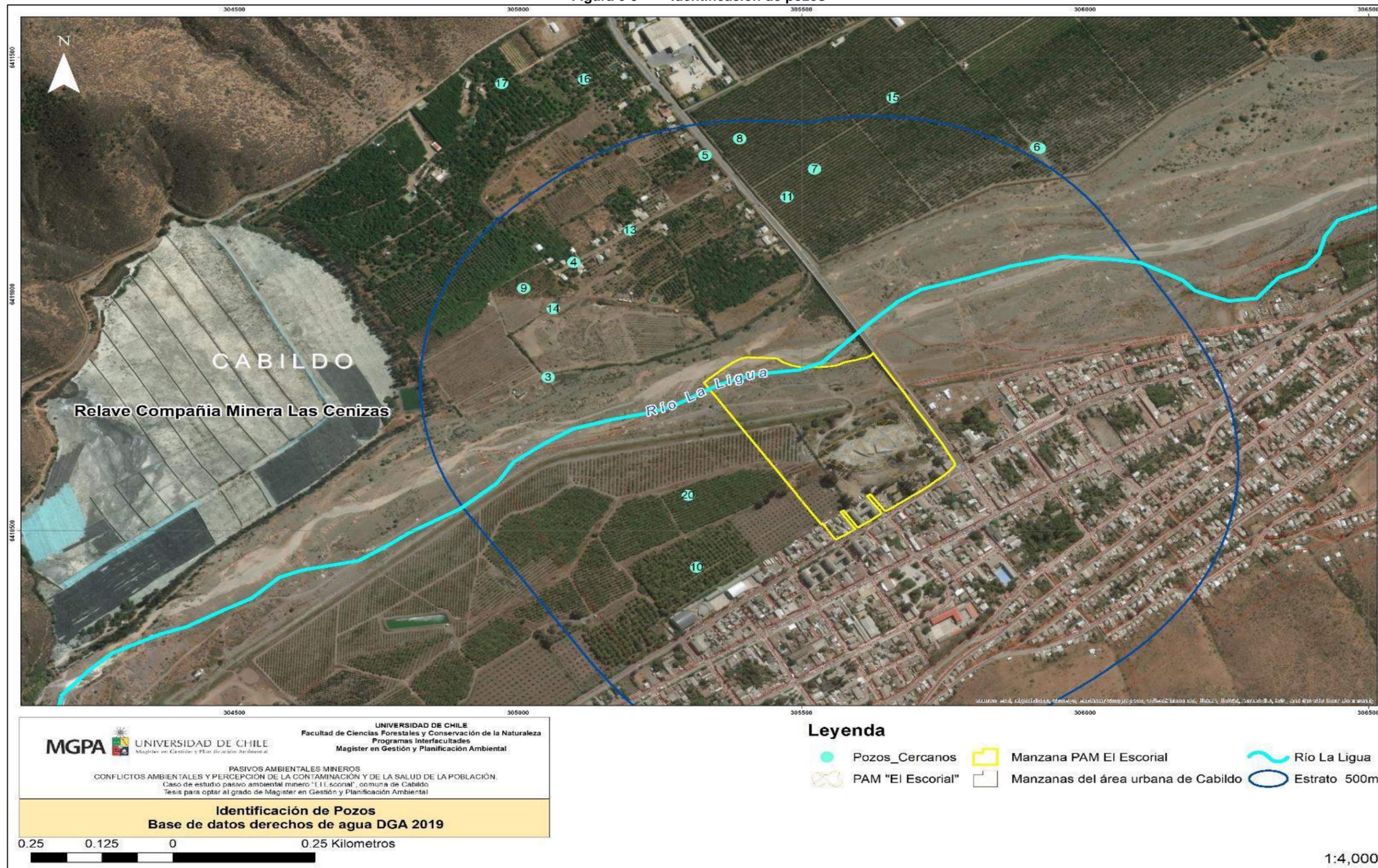


- Las escasas precipitaciones más la precaria cobertura vegetal, hace que las esporádicas lluvias se transformen en torrentes las cuales transportan una cantidad apreciable de sedimentos.
- En la parte baja, predomina el afloramiento de napas subterráneas por sobre las aguas superficiales, que son drenadas en su mayor parte a partir de Cabildo hacia abajo. Este tipo de agua les suministra características más minerales a las aguas superficiales lo que se traduce en el enriquecimiento de sólidos disueltos y metales en solución, entre los que destacan los metales como el manganeso, cobre, sulfato y conductividad eléctrica.

La identificación de agua subterránea se realizó a través del listado de derechos de aguas registrados en el Catastro Publico de Aguas de la DGA (2019), solicitado vía transparencia para este estudio. A continuación, en la Figura 6-9, se presenta la identificación de los puntos de captación (pozos) más próximos (3 km) al PAM “El Escorial” y su uso. En la Tabla 6-2 se presenta el resumen de los derechos de agua y las características de estos puntos de captación.



Figura 6-9 Identificación de pozos



Fuente: Fuente: Elaboración Propia con datos de DGA 2019



Tabla 6-2 Características de los puntos de captación de los derechos de agua DGA

ID	Tipo de Derecho de Agua	Naturaleza	Clasificación	Uso del Agua	Caudal Anual (l/s)
1	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Riego	0,50
3	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Sin Información	0,30
4	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Riego	0,16
5	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Sin Información	0,41
7	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Riego	1,04
8	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Sin Información	1,56
9	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Sin Información	1,10
10	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Riego	9,40
11	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Riego	0,10
12	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Sin Información	0,30
13	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Sin Información	0,10
14	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Sin Información	0,30
18	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Riego	1,56
19	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Sin Información	1,54
20	Consuntivo	Subterránea	Acuífero	Riego	15

Fuente: Catastro Publico de Aguas, DGA - 2019

6.2.5 Estudio de los Receptores Flora y Fauna

La comuna de Cabildo presenta formaciones vegetacionales correspondientes a la región del Matorral y el Bosque Esclerófilo. La vegetación en las localidades en estudio se encuentra muy alterada por la actividad agrícola, minera y ocupación poblacional. La vegetación nativa y biodiversidad más relevante y en mejor estado de conservación se encuentra en el sector de “El Quemado”, dado que se encuentra la especie *Porlieria chilensis* (Guayacán), en estado “Vulnerable” de conservación. Igualmente, en el sector se encuentra matorral arborescente con bosque las siguientes especies: *Trevoa Trinervis* (Colliguay), *Acacia Caven* (Espino), *Quillaja Saponaria* (Quillay), *Schinus molle* (Pimiento) y *Echiphopsis Chiloensis* (Quisco) entre otros. (I. Municipalidad de Cabildo, 2019)

En términos de vegetación, a nivel comunal es posible registrar un total de 56 especies de fauna, de las cuales 5 son reptiles, 43 son aves (4 introducidas) y 8 son mamíferos (1 introducido), todas con una amplia distribución geográfica en Chile y ninguna exclusiva del área de estudio o de la V región (SINIA, 2006). Particularmente en el PAM “El Escorial” y pese a estar localizado en el área urbana de la comuna, respecto a las especies de vegetación, fue posible



identificar un alto número de especies arbóreas y herbáceas dispuestas en la zona norte del depósito, así como también en determinadas áreas del escarpe que configuran el perímetro en determinados sectores como al poniente y el suroriente del depósito (ver Figura 6-3).

Dentro de las especies identificadas en el área, se pueden mencionar gran cantidad de *Acacia Caven* (Espino) y *Schinus molle* (Pimiento) de gran altura, lo que indicaría una presencia prolongada en el depósito. Sin embargo, dada las características del material del relave, su nula presencia de nutrientes y de material orgánico, se puede inferir que existió una delimitación previa del relave con especies arbóreas y arbustivas, las cuales fueron cubiertas a lo largo de los años por el transporte del material de relave. Se observa además presencia abundante especies de vegetación leñosa en áreas perimetrales del depósito como la *Ophriosporus paradoxus* (Rabo de zorra), especialmente en el sector perimetral norte y la disposición de algunos ejemplares plantados de *Eucalyptus globulus* (Eucalipto) a lo largo del perímetro.

Respecto a la fauna, se observaron desechos biológicos y huellas de animales domésticos o de ganado, específicamente de caballos y perros, así como también cadáveres de animales en descomposición (específicamente de origen caprino), lo que indicaría el libre tránsito de estos sobre el área de estudio.

6.2.6 Estudio de los Receptores Humanos

De las visitas realizadas al sitio, se pudo evidenciar que la morfología del terreno ha facilitado su uso para la recreación, por la presencia de huellas de bicicleta y motos en la corona del relave, además de rampas improvisadas las cuales se presumen la usan niños para jugar. Además, como se muestra en la Fotografía N°13 del Anexo 4, el sitio ha sido utilizado para albergar segundas actividades, tales como la presencia de basurales y lugares de acumulación de chatarra.

Como se mencionó en el acápite 6.2.1, en el análisis de la localización, en las proximidades del sitio se encuentra una variada infraestructura pública y privada, lo que propicia la cercanía de la población con el depósito. Y si a lo anterior se



suma la condición de pobreza presente en la comuna, como se describe en el acápite 6.1.1, nos encontramos a una población vulnerable que habita las proximidades del sitio.

6.3 Resultados de la Ficha de identificación de SPPC

Con la finalidad de completar el primer objetivo específico de este estudio, y utilizando la información secundaria obtenida en gabinete, la que se presenta en los acápites 6.1 y 6.2 del Proyecto de Grado, se completó la ficha de identificación, siguiendo la metodología descrita (Fundación Chile, 2012). La guía de identificación del PAM “El Escorial” se adjunta en el Anexo 1.

El primer puntaje de la guía corresponde al ítem **3.C “Sospecha de fuente(s) contaminante(s)”**, este considera los diversos contaminantes que podrían ser motivo de sospecha. Se obtuvo un puntaje de (0.7), como se presenta en la Tabla 6-3.

Tabla 6-3 Primer Puntaje – Sospecha de Fuentes Contaminantes

C. SOSPECHA DE FUENTE(S) CONTAMINANTE(S)		
3.11	Sospecha de Fuente(s) Contaminante(s) ²⁷	<input checked="" type="checkbox"/> Con sospecha (0.5 p) <input type="checkbox"/> Sin sospecha (0 p) Justificación (en ambos casos): <u>Corresponde a un pasivo ambiental minero abandonado, el cual corresponde a un depósito de relaves del proceso de enriquecimiento del cobre y oro.</u>
3.12	En caso de Sospecha, se asocia a ²⁸ :	Cada grupo de contaminantes tiene asociado un puntaje estándar de (0.1 p) <input checked="" type="checkbox"/> Metales y metaloides <input type="checkbox"/> Sales inorgánicas <input type="checkbox"/> Agroquímicos (no COPs) <input checked="" type="checkbox"/> HC y aceites minerales <input type="checkbox"/> Contaminantes orgánicos persistentes (COPs)

Fuente: Elaboración Propia en base a (Fundación Chile, 2012)

El segundo puntaje corresponde al ítem de la guía **4.F “Resumen de las rutas de exposición identificadas”**. Este se definió considerando los medios

²⁷ 1º puntaje Fuente: Con sospecha: 0.5, Sin sospecha: 0.

²⁸ Cada grupo de contaminantes tiene asociado un puntaje estándar de 0.1.



potencialmente impactados, obteniendo un puntaje de (0.6), como se presenta en la Tabla 6-4.

Tabla 6-4 Segundo Puntaje – Resumen de las rutas de exposición identificadas

F. RESUMEN DE LAS RUTAS DE EXPOSICIÓN IDENTIFICADAS	
4.14	<p>Medios Potencialmente Impactados (puede ser más de uno)²⁹:</p> <p><input type="checkbox"/> Agua de consumo humano (superficial y/o subterránea) (0.2 p)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Aire (0.2)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Suelo (0.15 p)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Frutas y Hortalizas (0.1 p)</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Agua Superficial (uso recreacional, riego industrial) (0.15 p)</p> <p><input type="checkbox"/> Peces (0.1 p)</p> <p><input type="checkbox"/> Sedimentos (0.05 p)</p> <p><input type="checkbox"/> Lácteos y Carnes (0.05 p)</p>

Fuente: Elaboración Propia en base a (Fundación Chile, 2012)

El tercer puntaje corresponde al ítem **5B “Resumen de los receptores identificados”** y considera la proximidad del sitio con los receptores sensibles. El puntaje obtenido fue de (0.8) y se presenta en la Tabla 6-5.

Tabla 6-5 Tercer Puntaje – Resumen de los receptores identificados

B. RESUMEN DE LOS RECEPTORES IDENTIFICADOS	
5.5	<p>Receptores Potencialmente Impactados (puede ser más de uno):</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Residentes <input type="checkbox"/> Trabajadores <input checked="" type="checkbox"/> Receptores ecológicos</p> <p>Distancia al SPPC de receptores humanos más cercanos (m)³⁰: <u>200 m</u></p> <p>Distancia a personas expuestas: De 0 – 2 km: (0.6 p) y de 2 – 3 km: (0.4 p)</p> <p>Número total de receptores humanos potencialmente expuestos³¹: <u>10.000 – 1000</u></p> <p>Cantidad de Personas Expuestas:</p> <p>>100.000: (0.4 p)</p> <p>100.000- 10.000: (0.3 p)</p> <p>10.000- 1.000: (0.2 p)</p> <p><1.000: (0.1 p)</p>

Fuente: Elaboración Propia en base a (Fundación Chile, 2012)

29 2do Puntaje Ruta:
 30 3er Puntaje Receptor: **Distancia a personas expuestas y.**
 31 **Cantidad de Personas Expuestas**



Finalmente, y siguiendo la metodología de llenado de la ficha, descrita en el Anexo N°2 Sobre el llenado de la Ficha de SPPC, del presente Proyecto de Grado. El puntaje final fue de un 70%, como se muestra en la Tabla 6-6, lo que corresponde a un sitio de alta jerarquía, lo que significa que el sitio tiene un alto potencial de presencia de contaminantes.

Tabla 6-6 Puntaje final

A. CÁLCULO DEL PUNTAJE (obligatorio de completar)				
Fuente(F) 0 o 0,5 + ΣF_i	Ruta (Ru) ΣR_{u_i}	Receptor (Re) (Dis. + Hab.)	Cálculo Puntaje (F + Ru + Re) * 100/3	Puntaje Total (%)
0.7	0.6	0.8	(0.7 + 0.6 + 0.8) *100/3	70

Fuente: Elaboración Propia en base a (Fundación Chile, 2012)

6.4 Contextualización del perfil epidemiológico de la población de Cabildo

A continuación, se presentan los resultados del levantamiento de información estadística sobre mortalidad y morbilidad.

6.4.1 Mortalidad de la población de Cabildo para el periodo (1997 – 2015)

Durante el periodo comprendido entre los años 1997 al 2015³² en la comuna de Cabildo, el rango etario entre los 80 a 90 años fue el que presentó una mayor tasa específica de mortalidad (25,4 muertes por cada 1000 habitantes, ver Gráfico 6-1); mientras que la tasa bruta de mortalidad de la comuna fue de 103 muertes por cada 1000 habitantes. A lo largo del periodo se evidencia una leve predominancia masculina, la cual decrece en la medida que la población envejece, como se presenta en el Gráfico 6-2. Además, se observa que para este mismo periodo la mortalidad se concentró en el rango etario de mayor riesgo (mayores de 65 años), mientras que la distribución poblacional para el periodo presentó una predominancia masculina, unos 1078 hab. por sobre 821 hab. del género femenino.

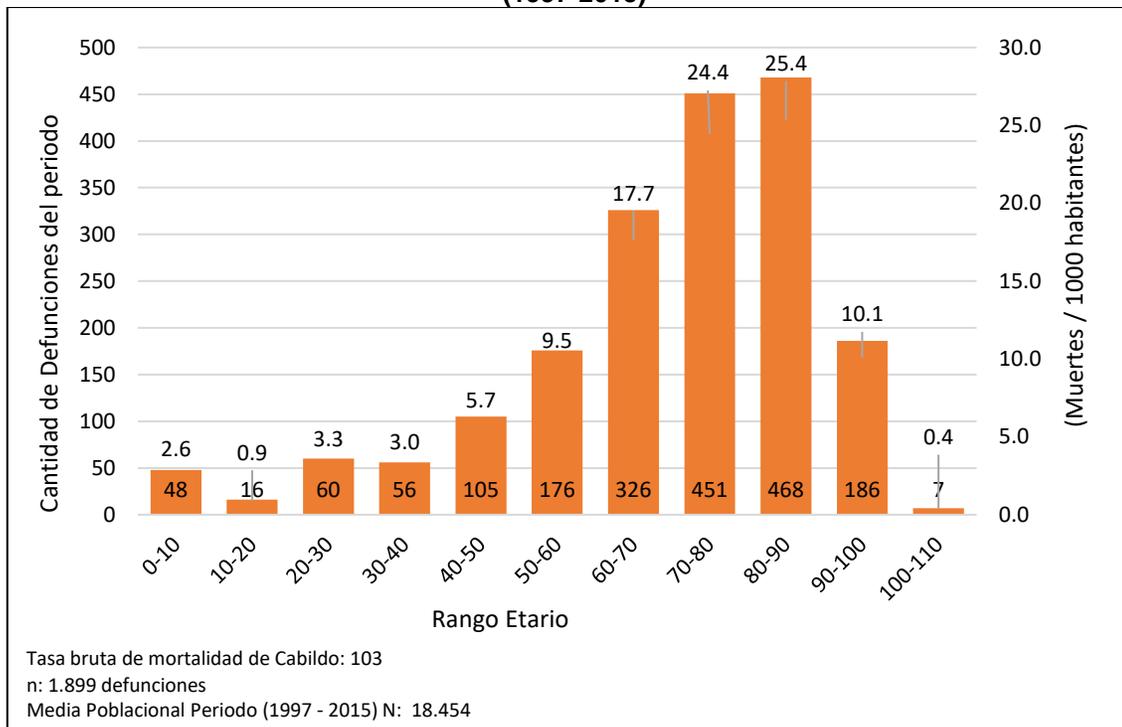
³² Se estimó una media poblacional para el periodo (1997 – 2015) de 18.454 habitantes, con un promedio de defunción de 68.7 años. La muestra de referencia se obtuvo tomando los resultados del censo 2002 y 2017.



La principal actividad laboral de la población muestreada correspondió a la asociada al comercio, seguida por las actividades profesionales, agropecuarias y operadores industriales (ver Gráfico 6-3), las cuales se mantuvieron como las más relevantes durante los 18 años de muestra.

Respecto a las causas básicas de defunción, la lista la encabeza el “Infarto Agudo de Miocardio” con una mortalidad proporcional durante el periodo analizado de 0,71, seguido por “Tumor al estómago” y “Neumonía” con 0,38 y 0.34 respectivamente. Estas causas de mortalidad para el periodo 1997 al 2015 en la comuna de Cabildo se presentan en el Gráfico 6-4.

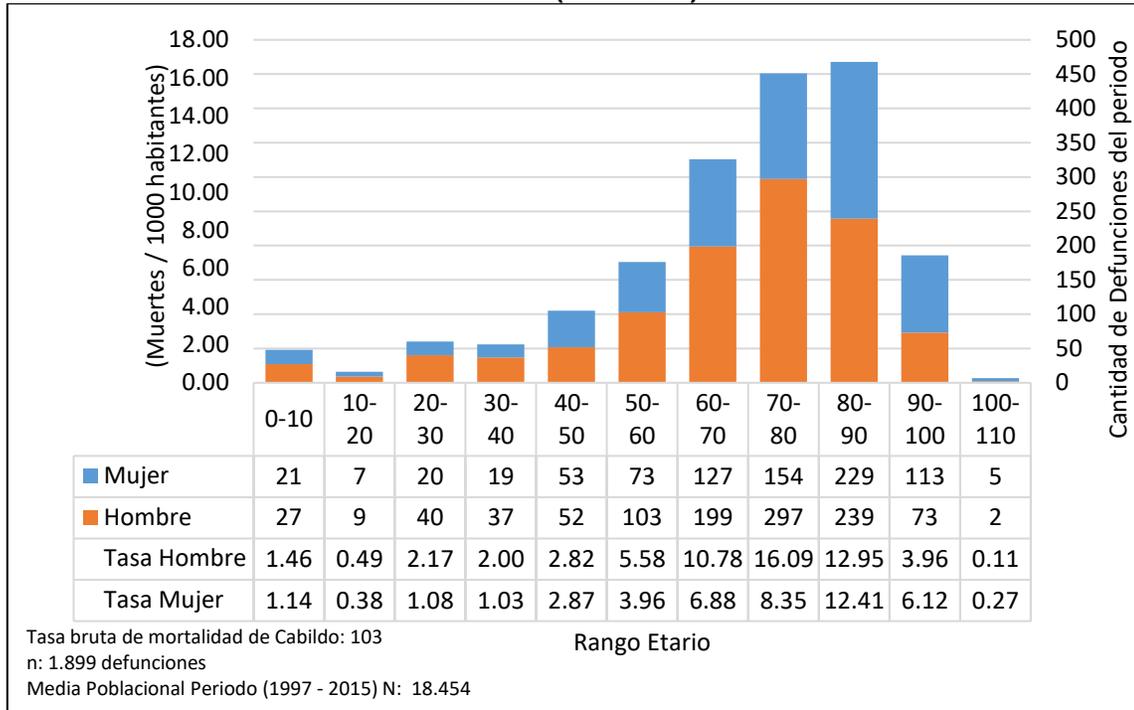
Gráfico 6-1 Tasa específica de mortalidad por rangos etarios de la comuna de Cabildo (1997-2015)



Fuente: Elaboración Propia con datos del DEIS 2018

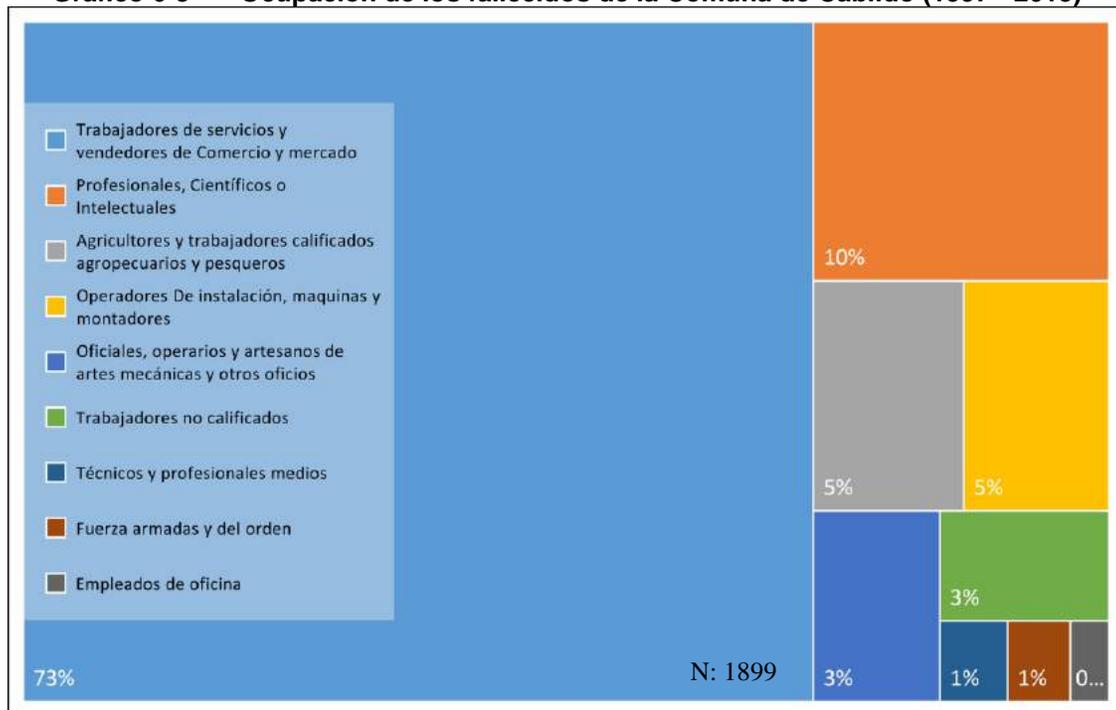


Gráfico 6-2 Tasa específica de mortalidad por rangos etarios y sexo comuna de Cabildo (1997-2015)



Fuente: Elaboración Propia con datos del DEIS 2018

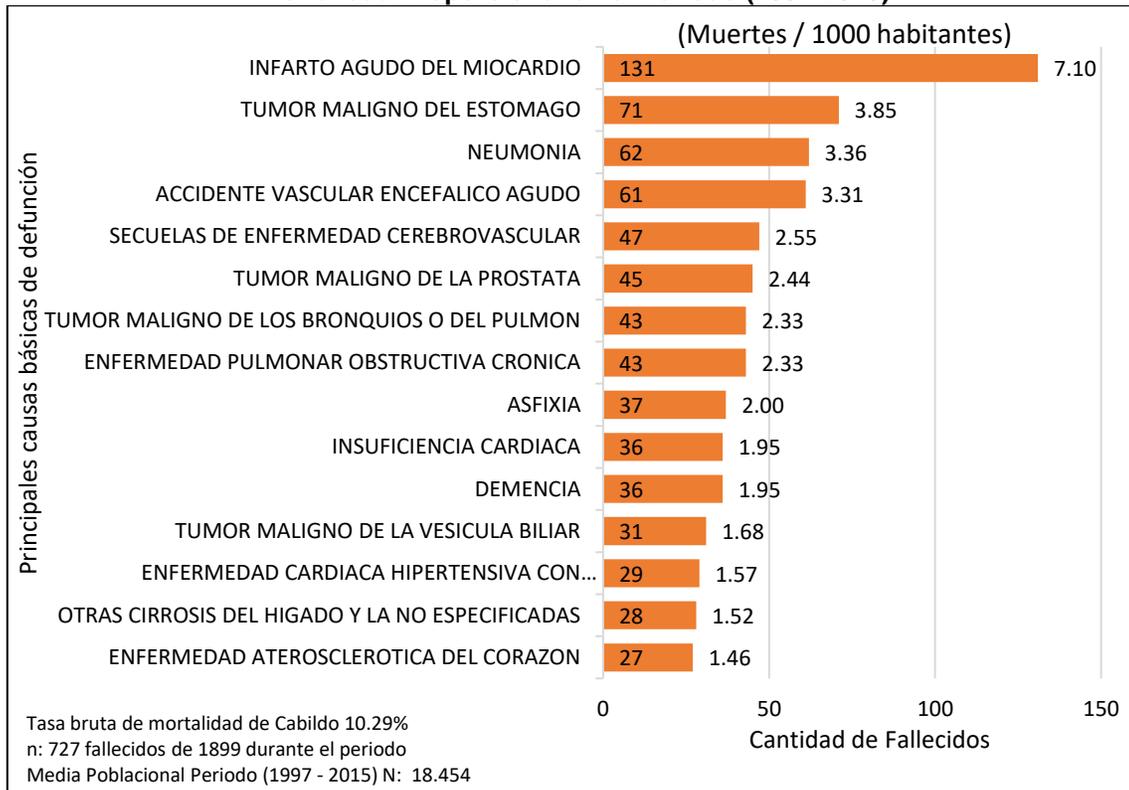
Gráfico 6-3 Ocupación de los fallecidos de la Comuna de Cabildo (1997 - 2015)



Fuente: Elaboración Propia con datos del DEIS 2018



Gráfico 6-4 Principales causas básicas de defunción en la comuna de Cabildo – Mortalidad Proporcional en el Periodo (1997-2015)



Fuente: Elaboración Propia con datos del DEIS 2018



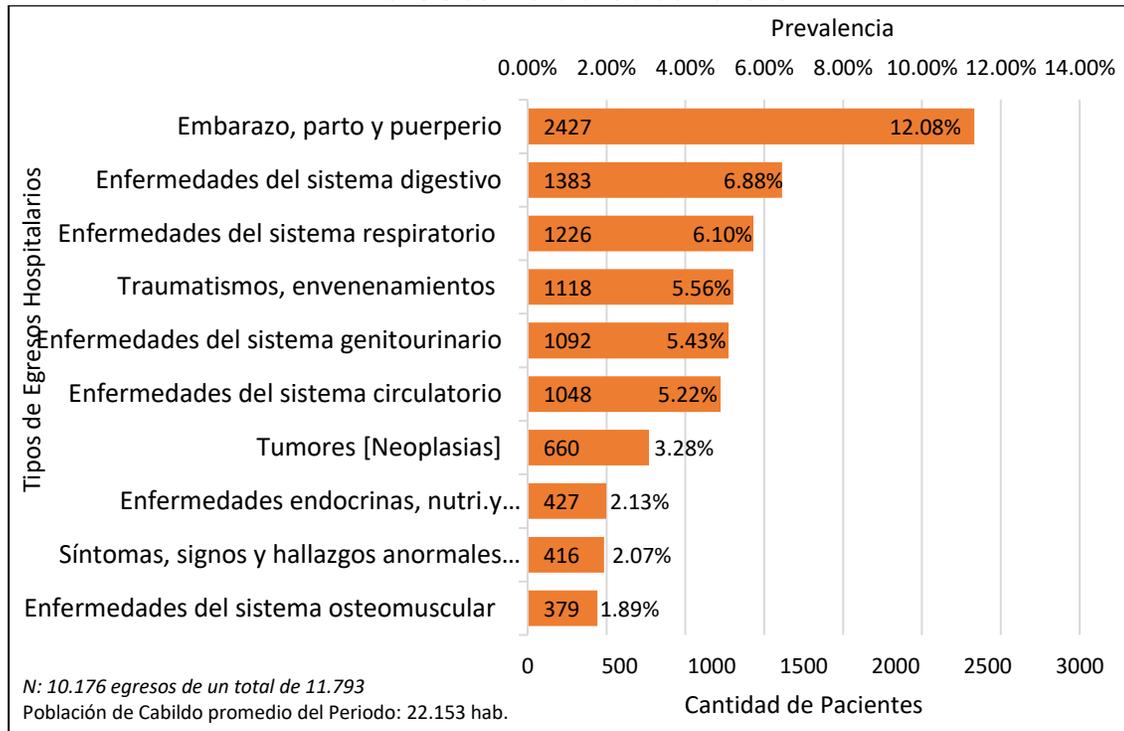
6.4.2 Egresos hospitalarios para el periodo (2012 – 2017)

Los Egresos Hospitalarios durante el periodo 2012 – 2017 (ver Gráfico 6-5 y Gráfico 6-6), presentan como causas de egresos predominantes para ambas comunas el “*embarazo, parto y puerperio*” en primer lugar, en segundo lugar las “*enfermedades del sistema digestivo*” y en tercer lugar las “*enfermedades del sistema respiratorio*”. Respecto a esta última causa de egreso es importante destacar que Cabildo presenta una mayor prevalencia de casos durante el periodo, un 6,10% por sobre un 5,10% de Hijuelas.

Las mayores diferencias se notan a partir de la 4^{ta} causa de egreso, en Cabildo prevalecen los egresos hospitalarios de “*traumatismos, envenenamientos y algunas otras consecuencias de causas externas*” con un 5,56%, “*enfermedades del sistema circulatorio*” con un 5,22%, “*tumores [Neoplasias]*” con un 3,28% y “*Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas*”, con un 2,13% de prevalencia durante el periodo consultado. Mientras que para los mismos casos en Hijuelas, ninguno supera estos porcentajes. Es relevante mencionar que Hijuelas solo cuenta con 3 postas rurales, el hospital más próximo se encuentra en la comuna de Calera (Hospital Dr. Mario Sánchez), mientras que Cabildo cuenta con 4 postas rurales y el hospital Víctor Moll.

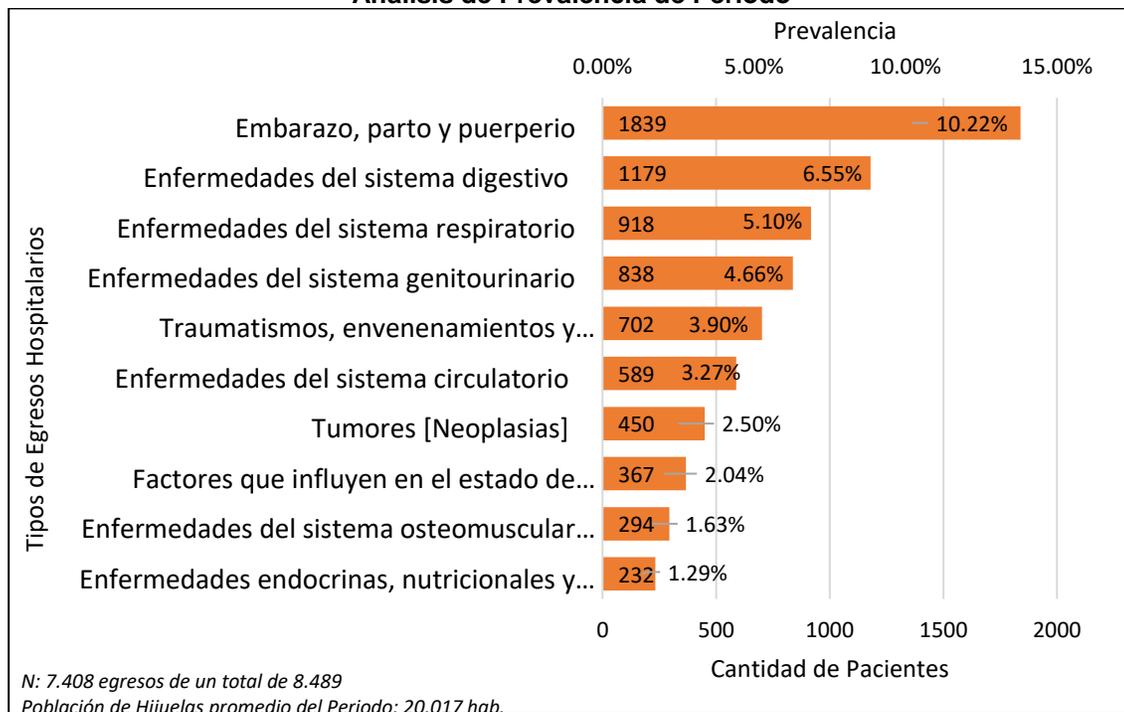


Gráfico 6-5 Top 10 de egresos hospitalarios en la Comuna de Cabildo (2012-2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo



Fuente: Elaboración Propia con datos del DEIS 2018

Gráfico 6-6 Top 10 de egresos hospitalarios en la Comuna de Hijuelas (2012-2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo

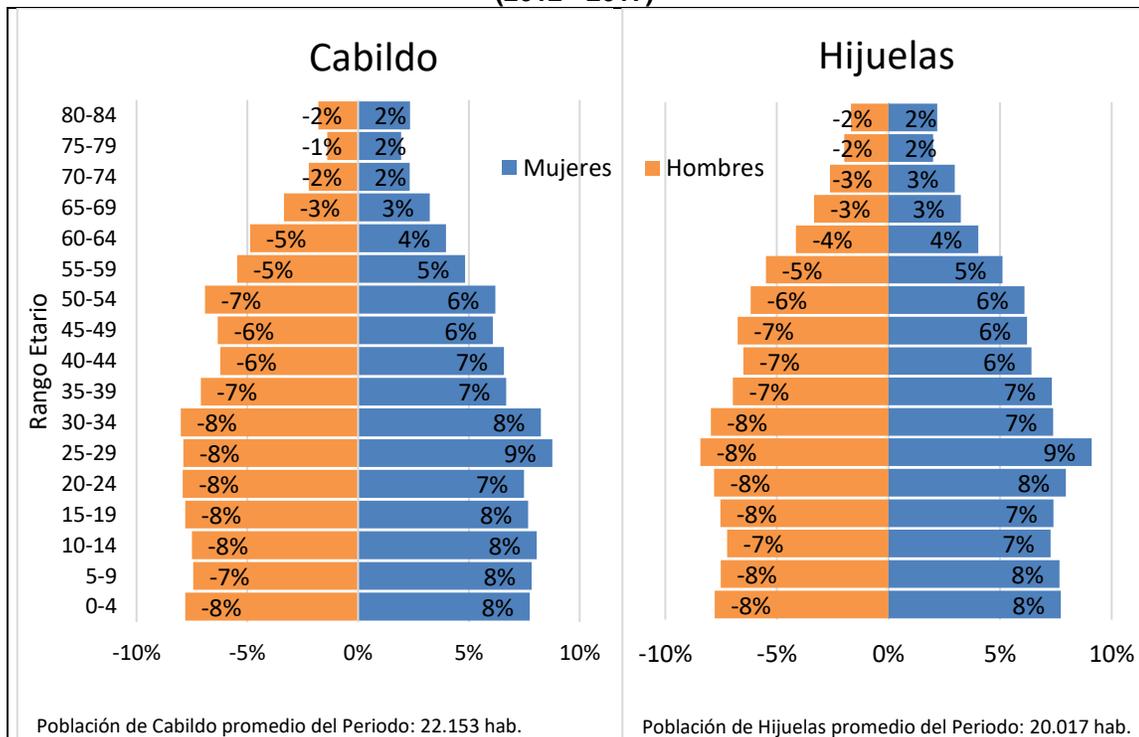


Fuente: Elaboración Propia con datos del DEIS 2018



Respecto estructura poblacional para el periodo 2012 - 2017 (ver Gráfico 6-7) y a la cantidad de egresos hospitalarios por rango etario (ver Gráfico 6-8 y Gráfico 6-9), ambas comunas concentran entre los 20 a 44 años la mayor cantidad de egresos, y es donde se concentra su población. Hijuelas presenta mayores egresos en los menores de 4 años, mientras que Cabildo supera en atenciones hospitalarias en los rangos de mayores de 65 años, si bien ambas estructuras poblacionales son similares en este rango, Cabildo presenta una leve disminución poblacional. Además, es importante destacar que el global de egresos hospitalarios, considerando todos los egresos en el periodo de análisis, para Cabildo fue de 11.793 egresos, con una prevalencia del 58,7%. Mientras que para Hijuelas se contabilizaron 8.489 egresos, con una prevalencia de un 47,18%, lo que representa aproximadamente un 11,5 % más de egresos para la comuna de Cabildo.

Gráfico 6-7 Pirámide Poblacional Comunas de Cabildo e Hijuelas – Promedio Periodo (2012 - 2017)



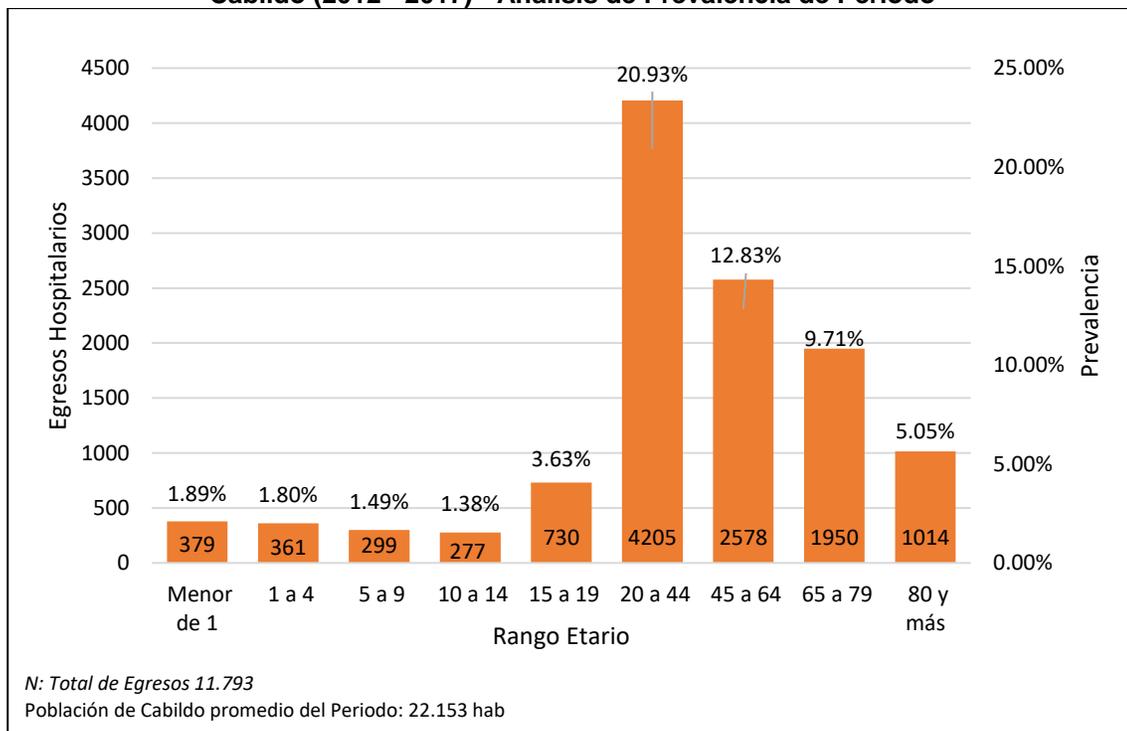
Fuente: Elaborado a partir de (INE, 2017)

En el Gráfico 6-10 y en el Gráfico 6-11, se presenta la comparación de egresos hospitalarios asociado a las enfermedades respiratorias para las comunas



Cabildo e Hijuelas. En general, se aprecia que la diferencia de egresos se repite para cada enfermedad, donde en promedio Cabildo presenta una prevalencia de estos casos de 6,1%, mientras que Hijuelas llega a un 5,1 % del total de egresos, siendo las causales de egreso que tienen mayor diferencia porcentual entre estas comunas la “Influenza y neumonía” y las “enfermedades de las vías respiratorias superiores”, superando Cabildo en un 0,7% y un 0.3% respectivamente a Hijuelas en estos casos. Respecto a los rangos etarios, estos siguen la misma tendencia que el resto de las causales de egreso, concentrándose en los adultos mayores de 65 para Cabildo y en los menores de 4 años en Hijuelas.

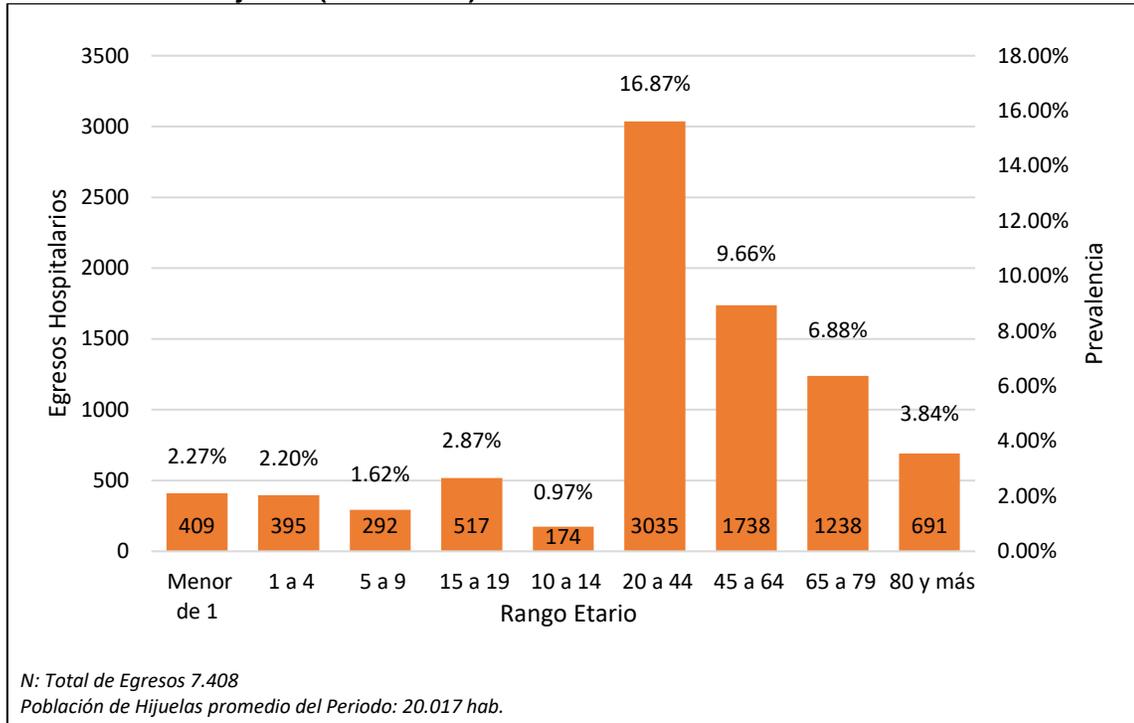
Gráfico 6-8 Cantidad de egresos hospitalarios por rango etario en la Comuna de Cabildo (2012 - 2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo



Fuente: Elaboración Propia con datos del DEIS 2018

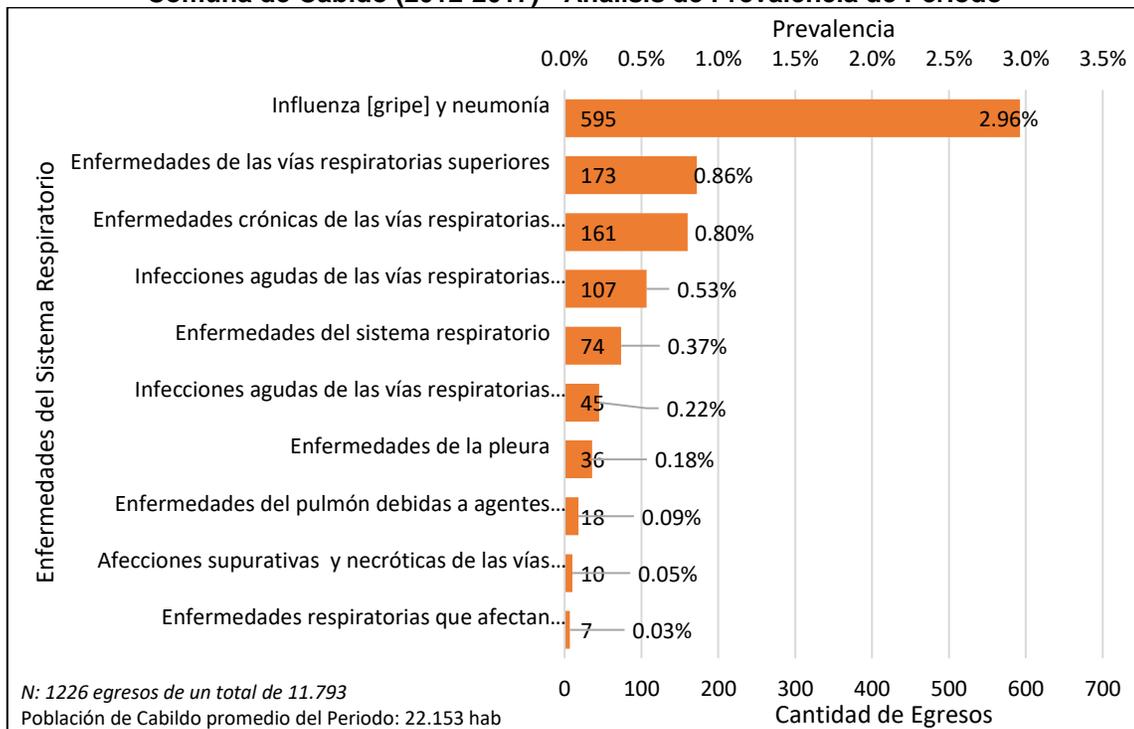


Gráfico 6-9 Cantidad de egresos hospitalarios por rango etario en la Comuna de Hijuelas (2012 - 2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo



Fuente: Elaboración Propia con datos del DEIS 2018

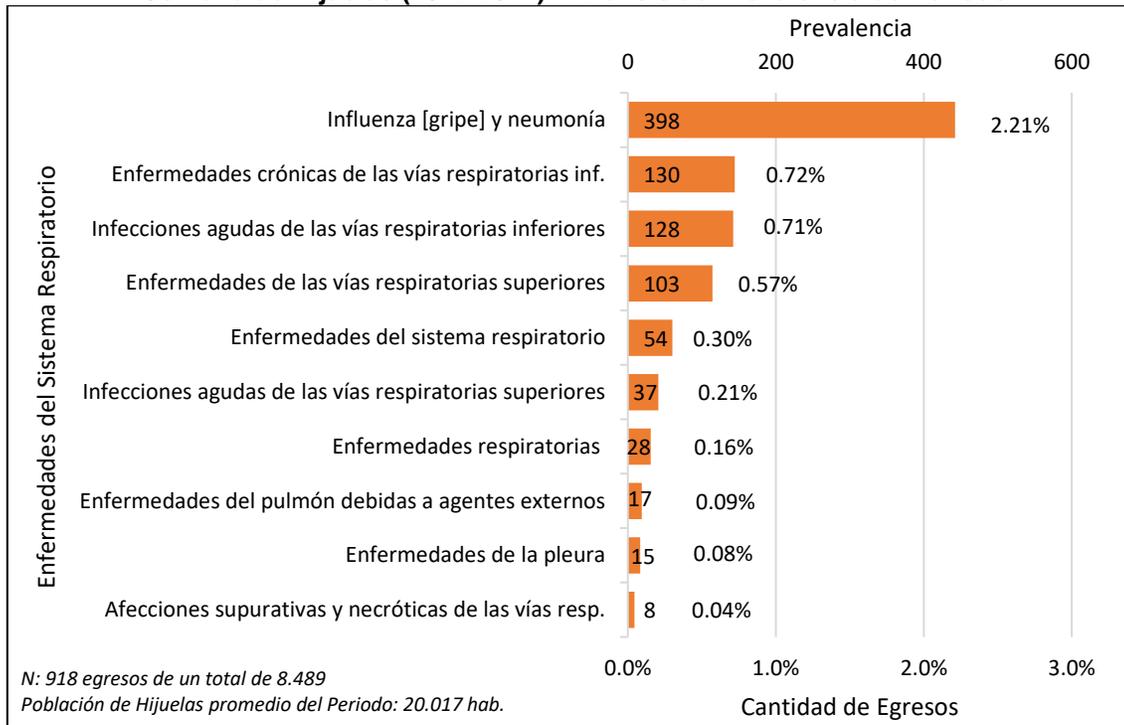
Gráfico 6-10 Egresos Hospitalarios por Enfermedades del Sistema Respiratorio, Comuna de Cabildo (2012-2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo



Fuente: Elaboración Propia con datos del DEIS 2018

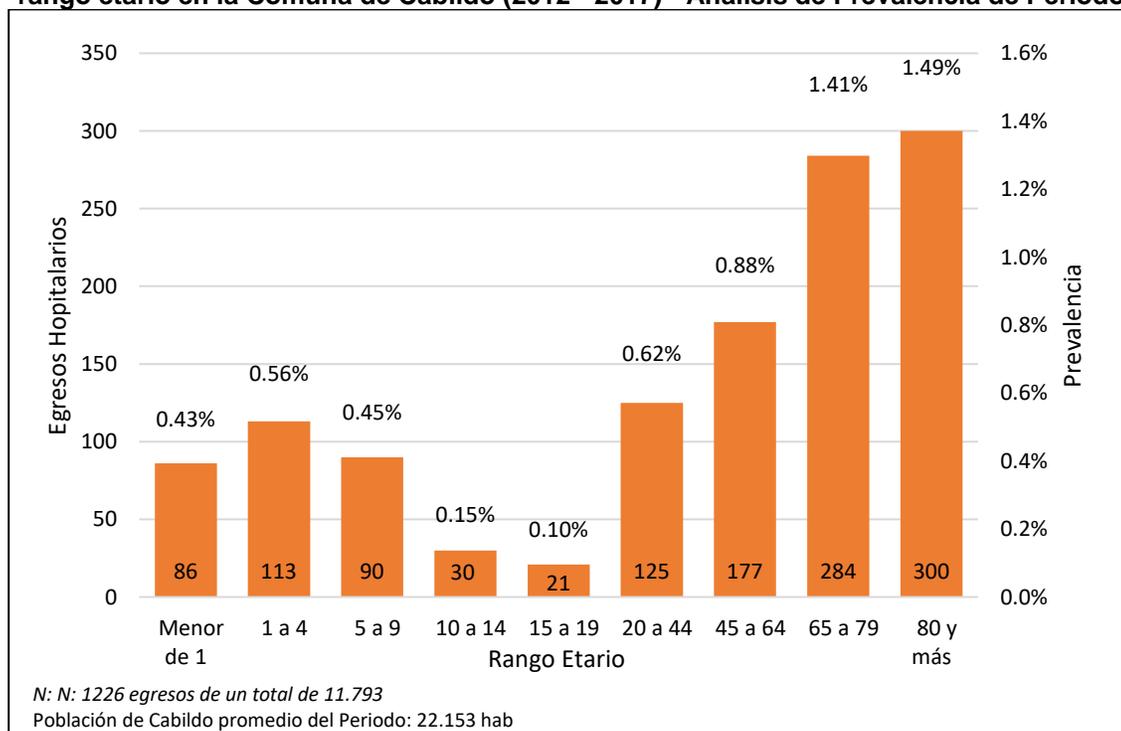


Gráfico 6-11 Egresos Hospitalarios por Enfermedades del Sistema Respiratorio, Comuna de Hijuelas (2012-2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo



Fuente: Elaboración Propia con datos del DEIS 2018

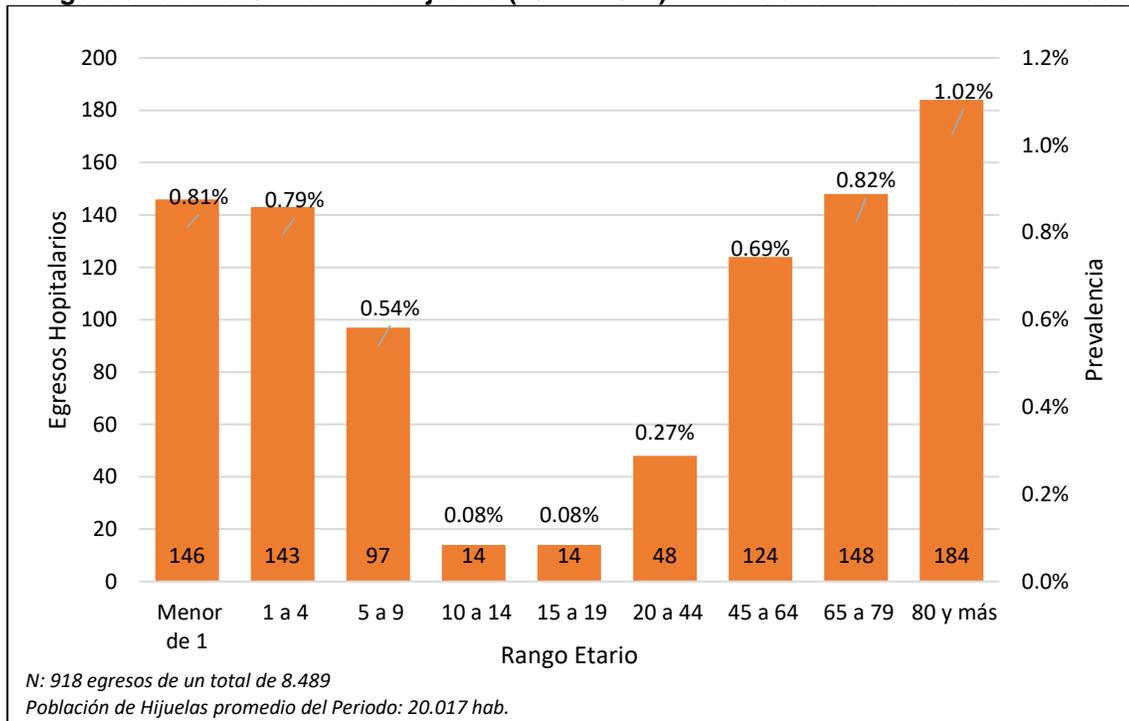
Gráfico 6-12 Egresos Hospitalarios por Enfermedades del Sistema Respiratorio por rango etario en la Comuna de Cabildo (2012 - 2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo



Fuente: Elaboración Propia con datos del DEIS 2018



Gráfico 6-13 Egresos Hospitalarios por Enfermedades del Sistema Respiratorio por rango etario en la Comuna de Hijuelas (2012 - 2017) - Análisis de Prevalencia de Periodo



Fuente: Elaboración Propia con datos del DEIS 2018

6.5 Análisis de los resultados de la encuesta de percepción

6.5.1 Estructura poblacional de la muestra

La encuesta se realizó en marzo del 2019 a un total de 196 encuestados, los que se distribuyeron siguiendo los parámetros establecidos en la metodología (ver acápite 5.3.3.1), de la siguiente manera:

Tabla 6-7 Número total de encuestados por estrato

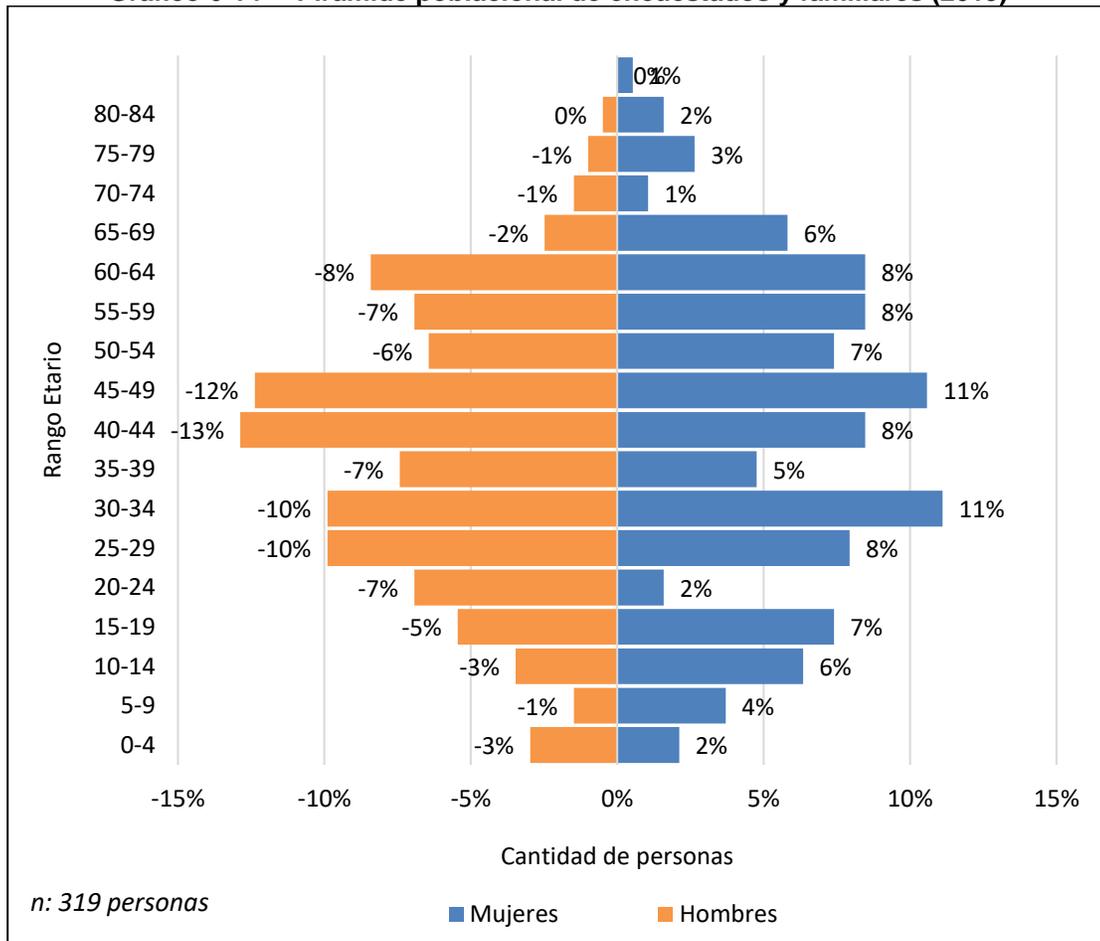
Número Total de Encuestados por estrato	
0 -100	69
101 -200	46
201 -300	36
301 -400	23
401 -500	22
Σ	196

Fuente: Elaboración propia

Considerando a los familiares de los encuestados, la muestra total de población fue de 391 personas, divididas en 202 hombres y 189 mujeres, con un promedio de edad de 40 años, su estructura poblacional se presenta en el Gráfico 6-14.



Gráfico 6-14 Pirámide poblacional de encuestados y familiares (2019)

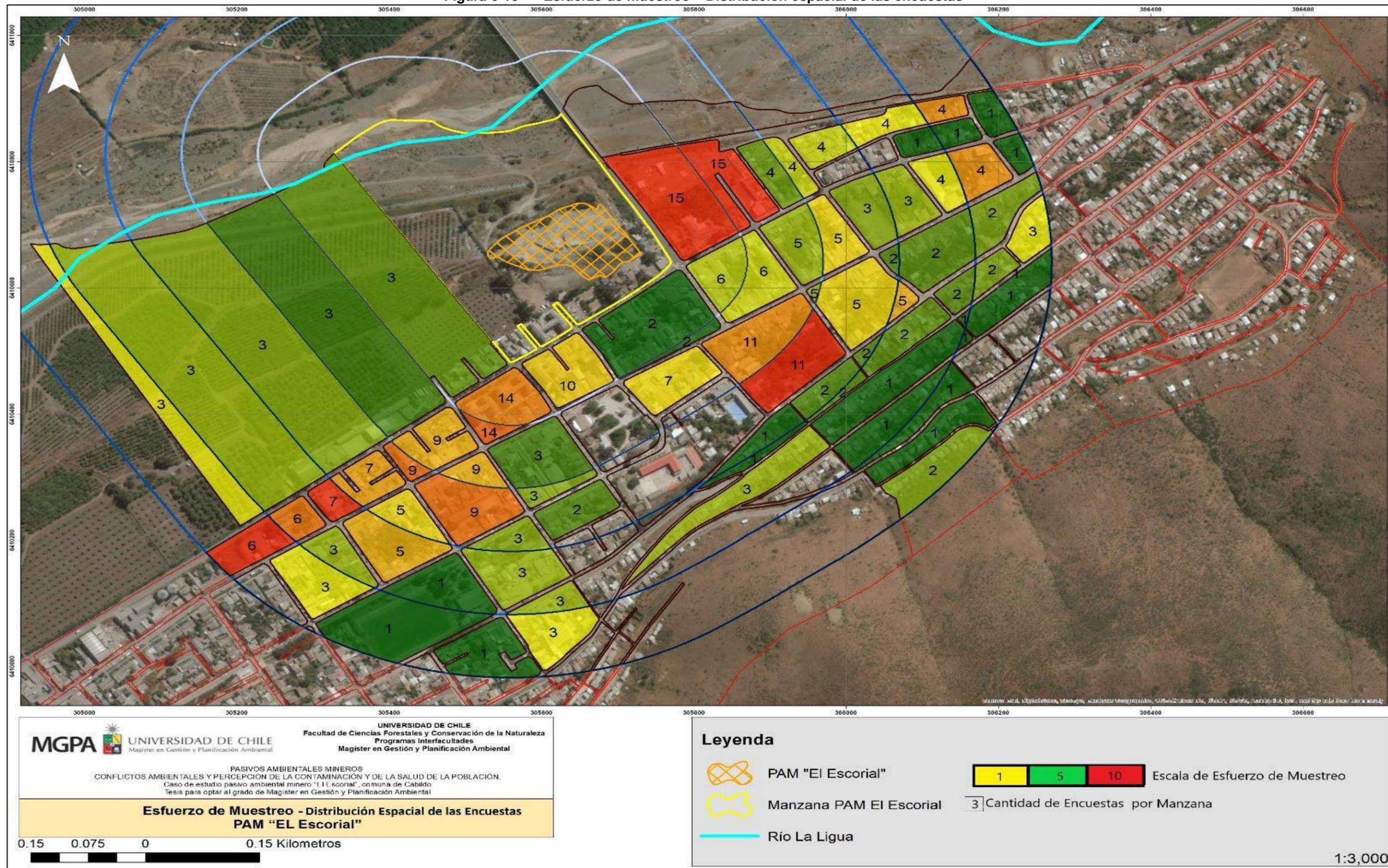


Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 6-10 se presenta la distribución espacial de las encuestas.



Figura 6-10 Esfuerzo de muestreo – Distribución espacial de las encuestas

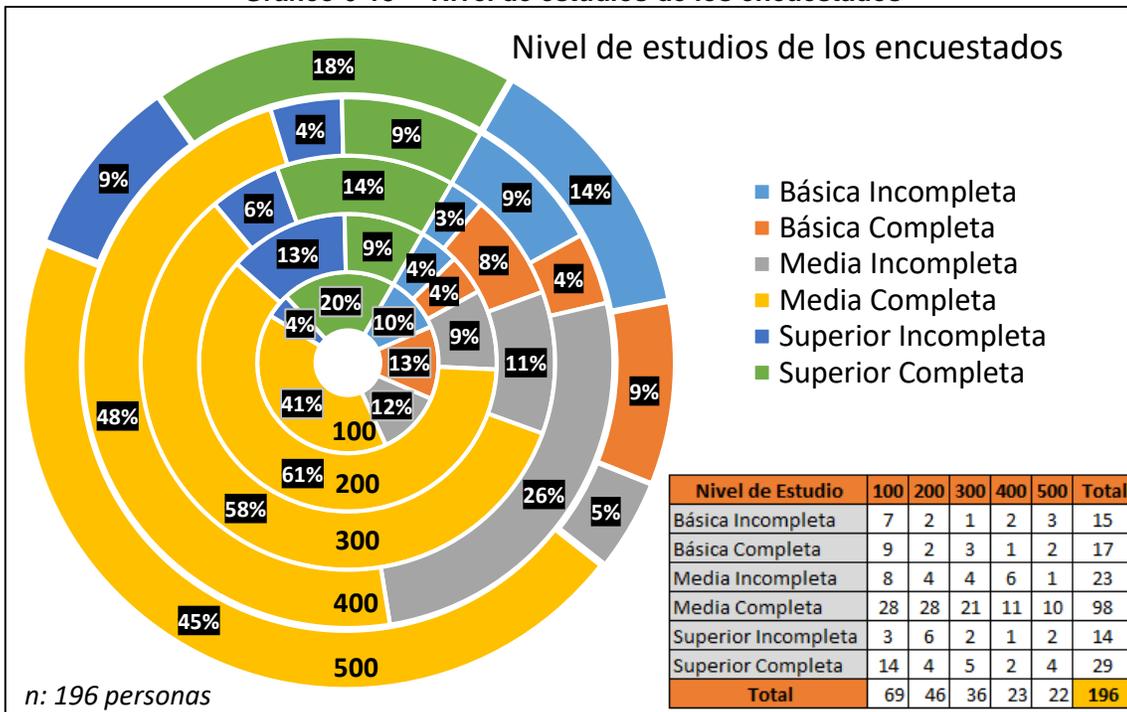


Fuente: Elaboración Propia



El máximo nivel de estudios de los encuestados se concentra en la Educación Media como se indica en el Gráfico 6-15.

Gráfico 6-15 Nivel de estudios de los encuestados



Fuente: Elaboración Propia

Respecto al tiempo de residencia de en la comuna de cabildo, el promedio de años de los encuestados y sus familiares fue de 34,5 años, mientras que el promedio de años de residencia en el hogar que habita fue de 13,9 años, el cual está influenciado por los estratos más próximos al sitio (100 m y 200 m), que corresponden a complejos habitacionales de no más de 14 años. En el Gráfico 6-16, se indica el tiempo promedio de residencia en la comuna de Cabildo y en la vivienda en la cual fue encuestado.

Gráfico 6-16 Años de residencia en Cabildo y en el hogar que habita

Estratos (m)	Años de residencia en Cabildo (\bar{X})	Años de residencia en hogar que habita (\bar{X})	Q personas
100	34,5	9,3	139
200	33,5	11,5	69
300	34,1	15,0	75
400	36,7	15,4	48
500	33,5	18,7	60
\bar{X}	34,5	13,9	Total (391)

Fuente: Elaboración Propia



6.5.2 Resultados de la percepción de los encuestados

Los primeros resultados sobre la percepción de la población encuestada se presentaron partir del ítem “D. Actividades que más contaminan en su comuna”. Los resultados indican una marcada tendencia por la opción *Las Industrias* y cuando se les solicitó especificar el rubro, mencionaron a la Minería como la actividad más contaminante, ver Tabla 6-8. Si bien hay resultados que difieren, para el caso de la opción *Transporte*, los encuestados lo asociaron con el flujo de camiones mineros que transitan por las calles principales de la Comuna.

Tabla 6-8 Resultados de actividades que más contaminan en su comuna

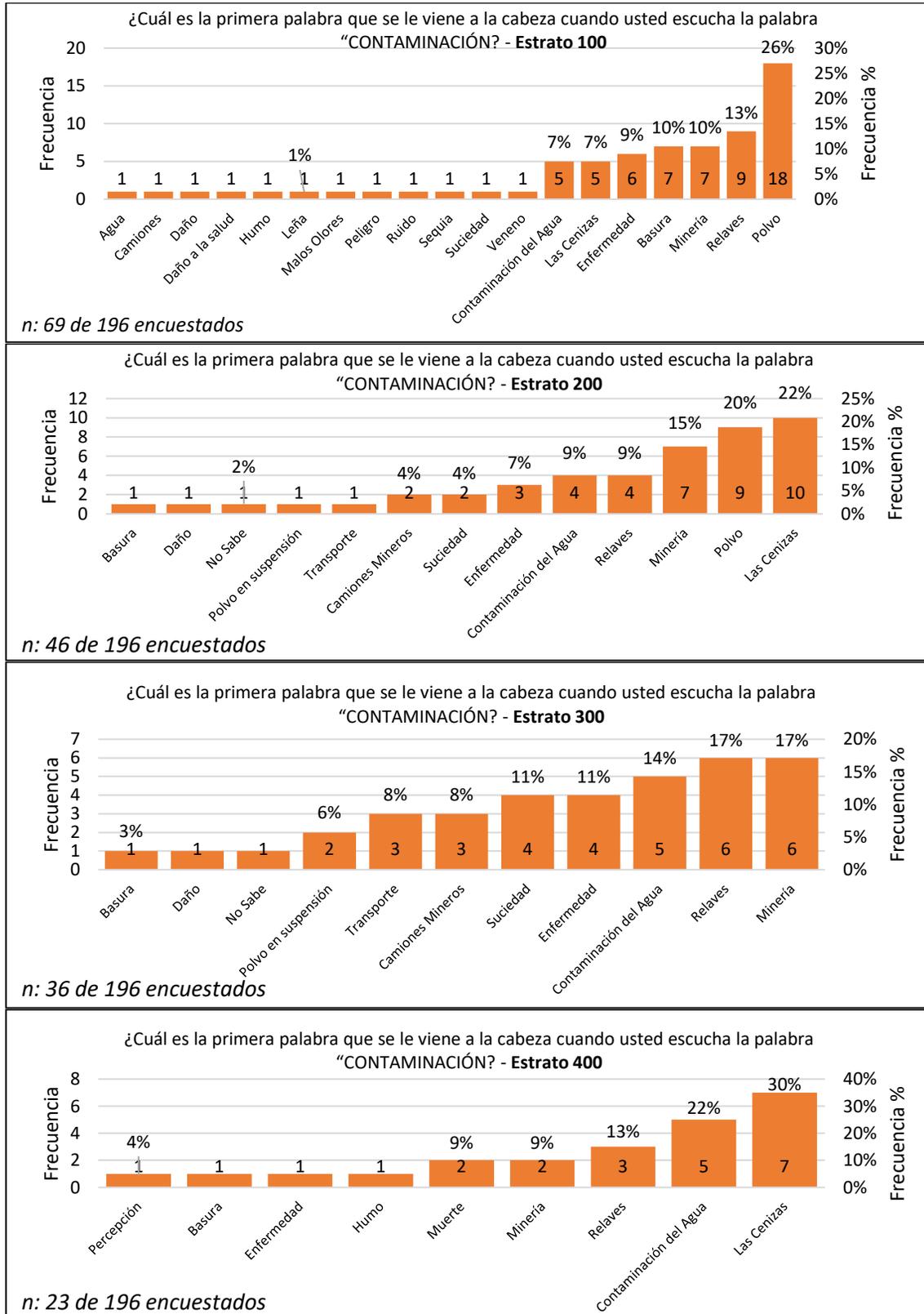
Actividades Contaminantes	Estratos					Total	%
	100	200	300	400	500		
Las Industrias	61	42	33	20	20	176	90%
Minería	61	42	33	20	20		
Las Quemadas Agrícolas	4	1	2	1	1	9	5%
Transporte	3	2	1	2		8	4%
Uso de Leña	1	1			1	3	2%
Total	69	46	36	23	22	196	100%

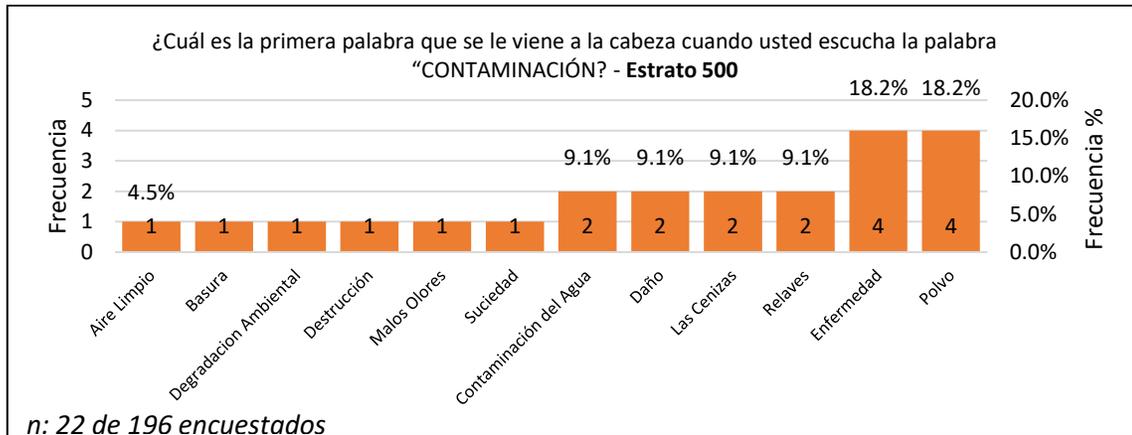
Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la percepción del concepto **Contaminación** se presentan en el Gráfico 6-17. En ellos se muestra que los términos reportados con mayor frecuencia fueron *Polvo*, *Relaves*, *Minería* y las *Cenizas*, para los estratos 100 a 300 m, mientras que para los estratos 400 y 500 m, se repite la tendencia pero con la inclusión de los términos *Enfermedad* y *Contaminación del Agua*, los cuales estaban presentes en los estratos más próximos al sitio, pero en menor frecuencia. Hay que destacar que ningún encuestado asoció **Contaminación** con el PAM “El Escorial”.



Gráfico 6-17 Resultados de percepción del concepto CONTAMINACIÓN para todos los estratos

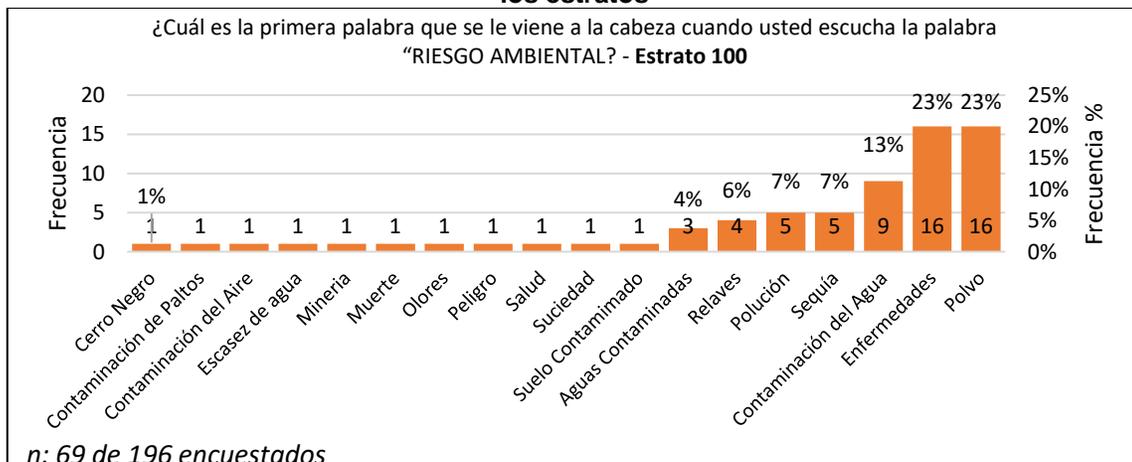


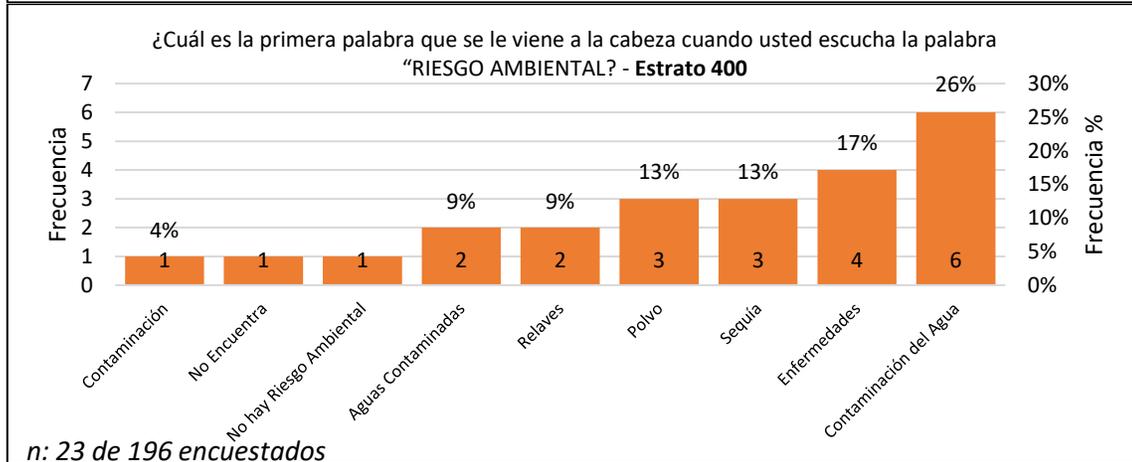
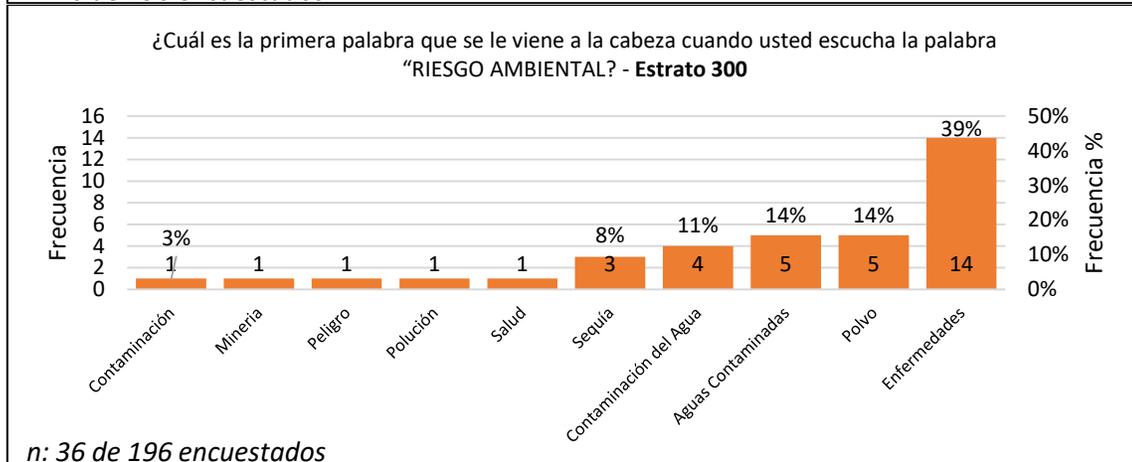
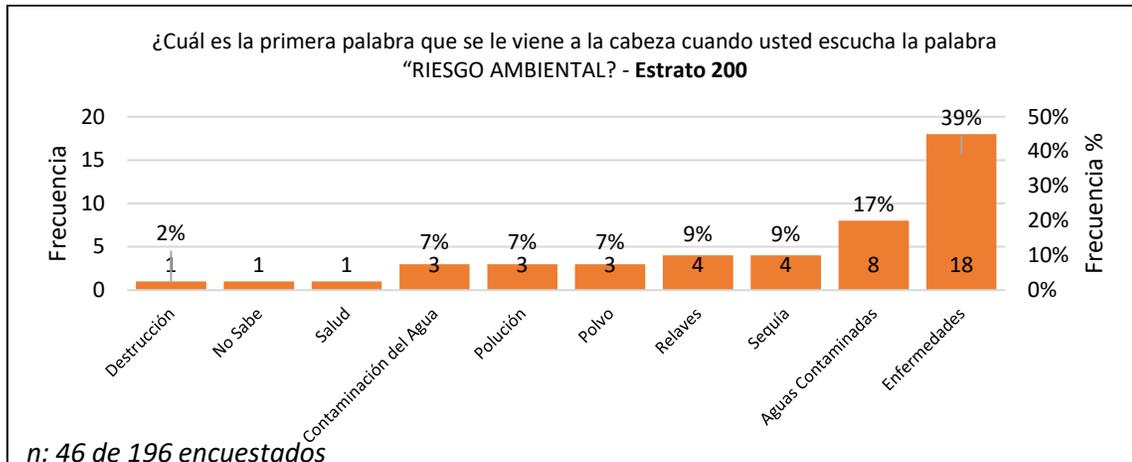


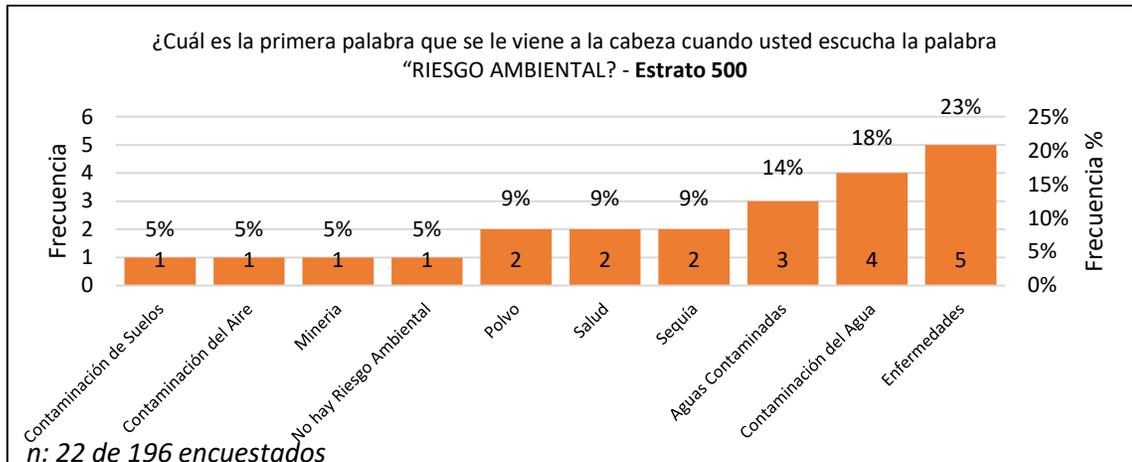
Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la percepción del concepto **Riesgo Ambiental** se presentan en el Gráfico 6-18. Estos muestran que los encuestados asocian el riesgo con *Enfermedades* y la *Contaminación del Agua*, la cual podría asociarse con actividades mineras, dada la percepción de contaminación que ellos evidenciaron anteriormente. Cabe destacar que en los estratos más próximos al PAM “El Escorial”, los encuestados indicaron los términos de *Polvo* y *Polución*, los cuales en los estratos 400 m y 300 m, son menos relevantes. El término *Sequía* también está presente en todos los estratos, evidenciando que el conflicto del agua, en el que está inmersa la Región y la comuna de Cabildo, está presente en todos los estratos del área de estudio.

Gráfico 6-18 Resultados de percepción del concepto RIESGO AMBIENTAL para todos los estratos



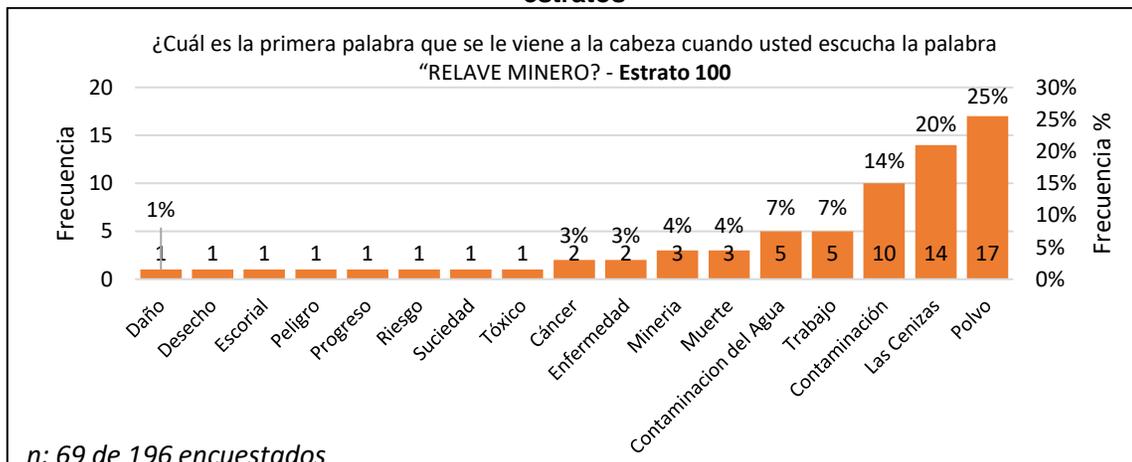


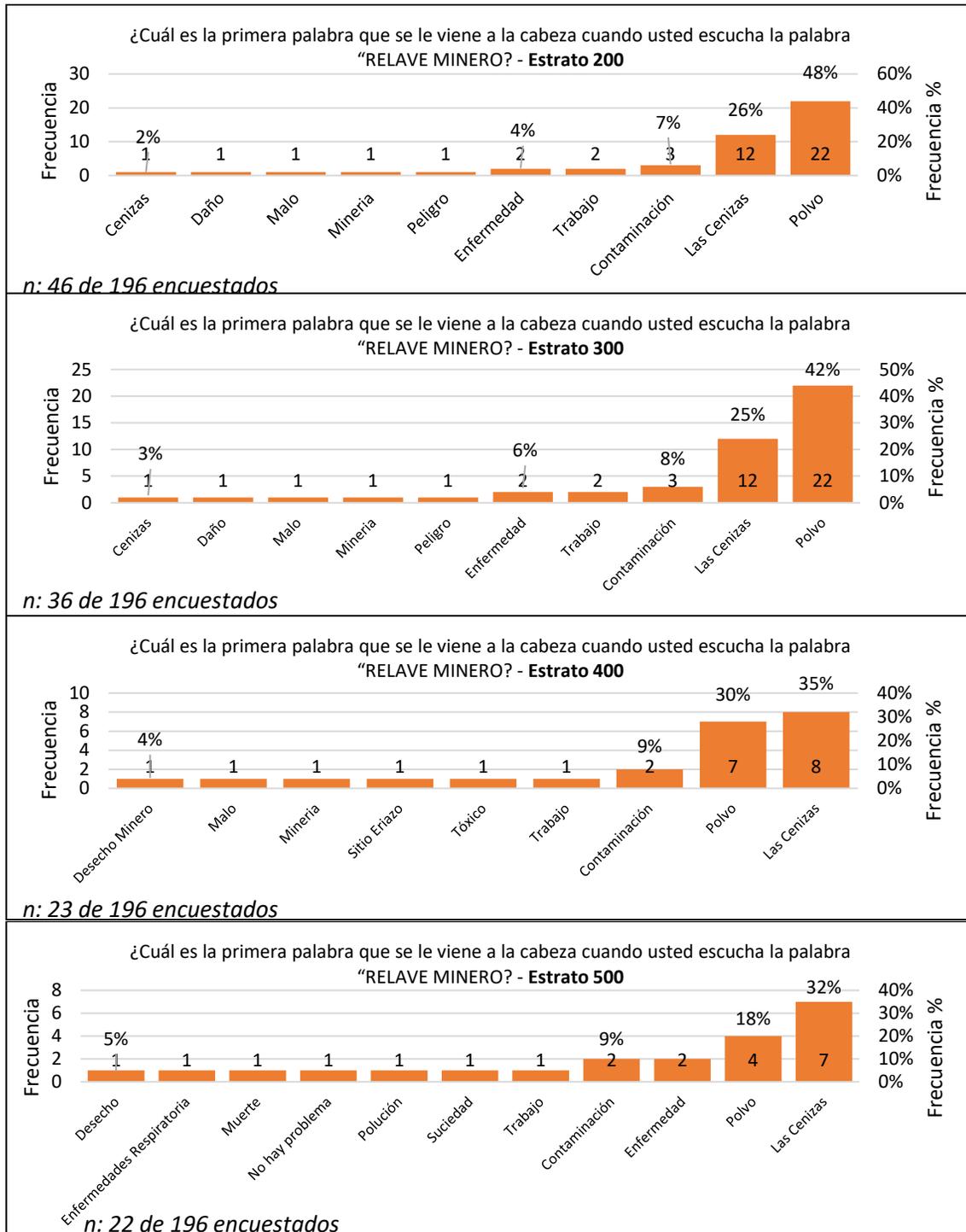


Fuente: Elaboración propia

Antes de analizar los datos más relevantes presentados en los resultados de percepción del concepto **Relave Minero**, es importante indicar que algunos encuestados relacionaron este concepto con *Trabajo* y en particular con *Progreso*. Por eso es necesario explicar que los términos indicados anteriormente fueron mencionados por encuestados que trabajaron o en la actualidad trabajan en labores mineras, diferenciándose de todos los otros encuestados, los cuales asocian **Relave Minero** con términos como *Polvo*, *Las Cenizas* y *Contaminación*, presentando frecuencias en todos los estratos superiores al 20% de su muestra total

Gráfico 6-19 Resultados de percepción del concepto RELAVE MINERO para todos los estratos





Fuente: Elaboración Propia

En terreno, al momento de consultar sobre la percepción de los encuestados sobre el concepto "EI ESCORIAL" (asociado al sitio en estudio), se generó una respuesta no esperada, ya que un gran porcentaje de los encuestados no tenían



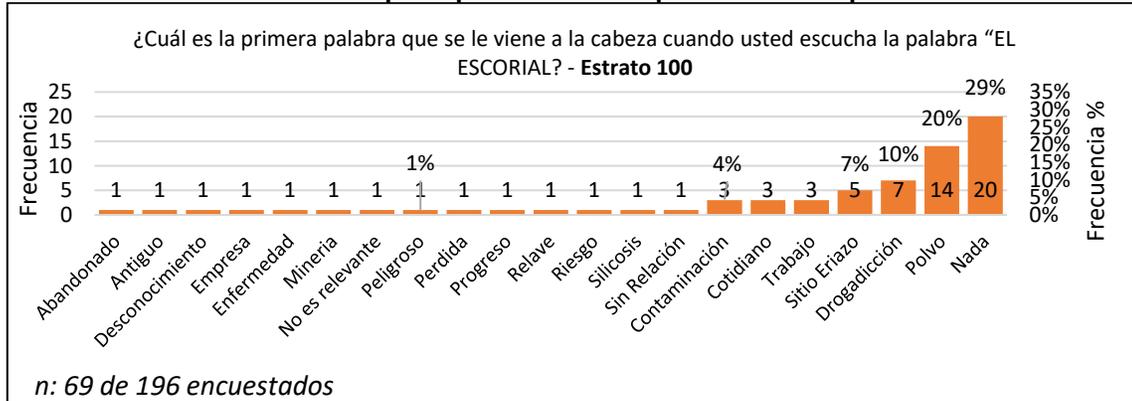
una noción inmediata del sitio o no lo conocían por su nombre, por lo que en terreno se utilizó un plano referencial para indicar el sitio. Es también importante mencionar que los encuestados que tenían noción del sitio se referían a él rememorando a sus familiares o actividades que se realizaban en tiempos pasados.

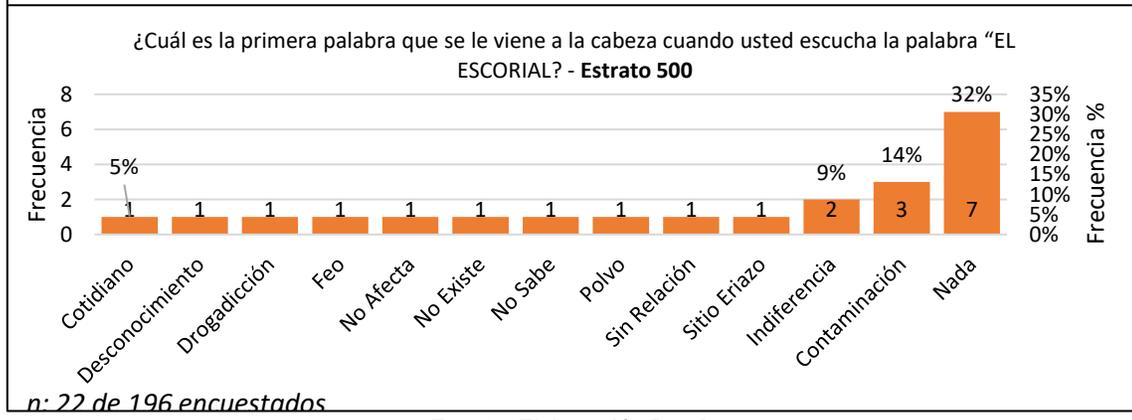
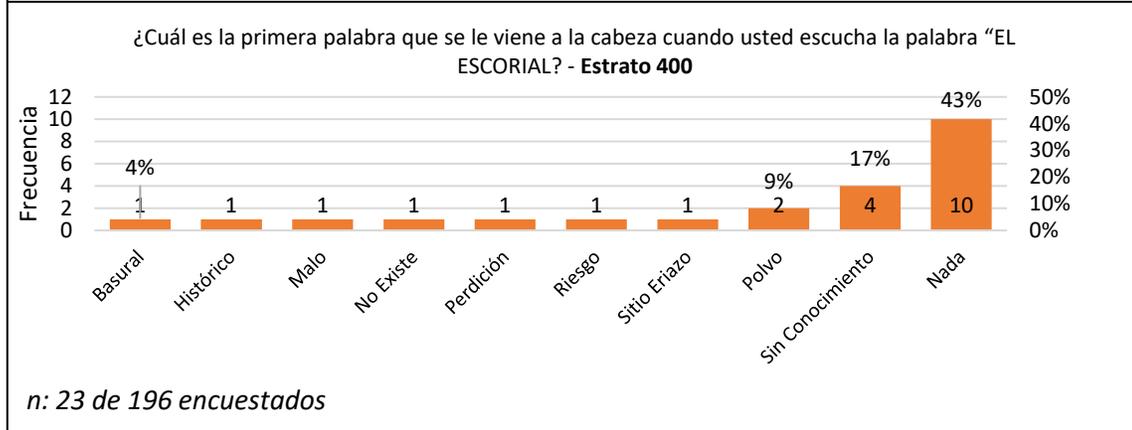
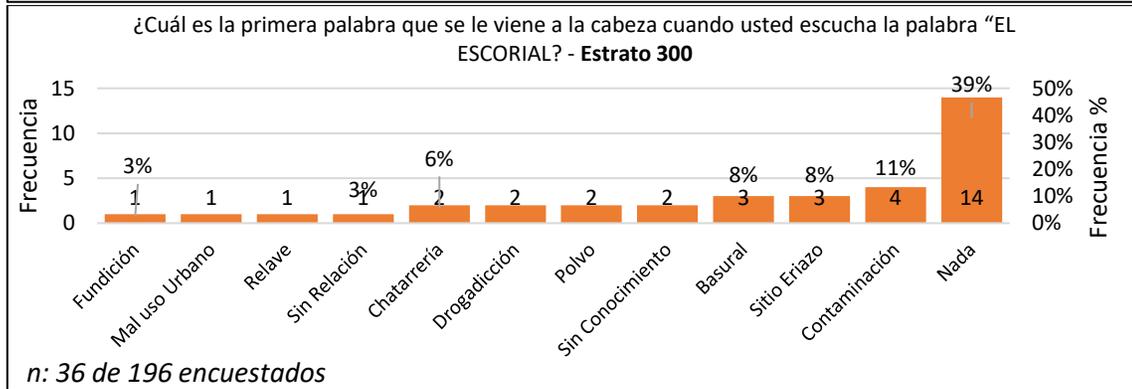
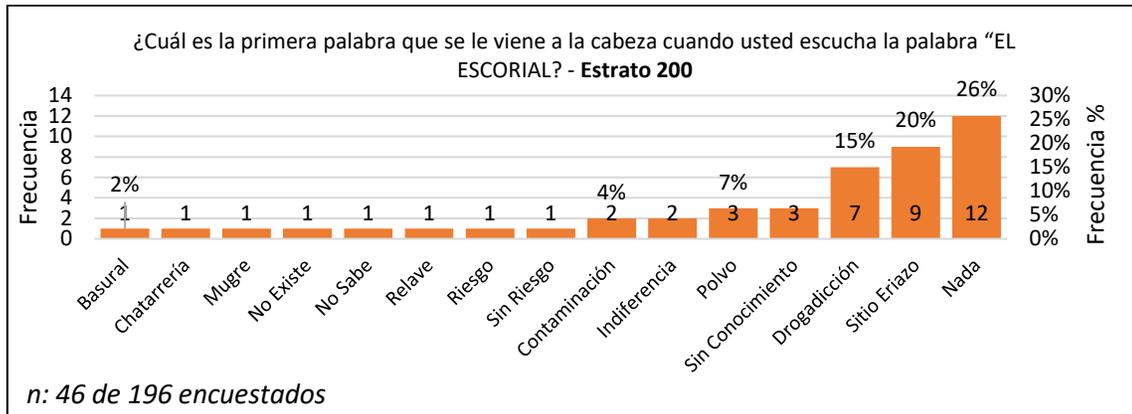
El primer resultado, y con una frecuencia para todos los estratos que supera el 25% corresponde a la respuesta *Nada*, término que se adoptó luego de entender el nulo conocimiento que el encuestado tenía sobre el PAM “EL Escorial”, diferenciándolo de los términos que en algún grado reconocían el sitio, como *Sin Relación*, *Cotidiano*, *Sin Conocimiento* y *Sin Relación*.

Un término que presentó una alta frecuencia solo en el primer estrato fue *Polvo*, el cual se asocia con las dinámicas físicas de transporte de material que los residentes más próximos indicaron que observaban directamente o lo notaban en las capas de material que queda en sus autos, patios y fachadas de su hogar.

Un antecedente relevante de la percepción de este sitio y que también presentó una alta frecuencia en todos los estratos, son los términos *Sitio Eriazo*, *Drogadicción* y en menor medida *Basural*, los cuales representan la condición de marginalidad, que según los encuestados, se desarrolla en el PAM “El Escorial” y que se potencia con la nula relación que tienen los habitantes de Cabildo con este sitio.

Gráfico 6-20 Resultados de percepción del concepto ESCORIAL para todos los estratos





Fuente: Elaboración Propia



6.5.3 Resultados del estado de salud de los encuestados

El 58% de los encuestados consideran su estado de salud como *Buena*, seguido por *Regular* (25%) (ver Tabla 6-9). Cuando se les consultó respecto a si él o su grupo familiar habían padecido alguna enfermedad diagnosticada por un médico en el último año, un 35% de los casos diagnosticados lo asociaron a enfermedades respiratorias (*Bronquitis* y *Resfriados*), seguidos por *Hipertensión* (9,5%), *Dolor/Infección Estomacal* (8,6%) y *Diabetes* (9%), como se presenta en la Tabla 6-10. Una enfermedad que se destaca por estar asociada a la actividad minera es la *Silicosis* con un 6% de prevalencia entre la población encuestada, la cual se encuentra en el rango de edad entre 60 a 86 años, considerando su estado de salud entre malo y muy malo.

Tabla 6-9 ¿Cómo consideraban los encuestados su estado de salud en general?

Estratos (m)	Muy Buena	Buena	Regular	Mala	Muy Mala	Total de Encuestados
100	33%	33%	31%	64%	100%	69
200	11%	29%	22%	0%	0%	46
300	11%	17%	27%	14%	0%	36
400	17%	12%	12%	7%	0%	23
500	28%	10%	8%	14%	0%	22
Total estado de salud	18 9%	113 58%	49 25%	14 7%	2 1%	196

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6-10 Enfermedades informadas por el encuestado.

Enfermedades diagnosticadas por un médico	100	200	300	400	500	Cantidad de Casos	Prevalencia Encuestados	Prevalencia Cabildo
Bronquitis	9	4	5	3	1	22	19%	0,11%
Resfriado	12	2	3	1	1	19	16,4%	0,09%
Hipertensión	5	1	3		2	11	9,5%	0,05%
Dolor Estomacal	5	1	2		2	10	8,6%	0,05%
Diabetes	4	1	1	1	2	9	7,8%	0,04%
Silicosis	4		1		2	7	6,0%	0,03%
Asma	3	1		1	1	6	5,2%	0,03%
Neuralgia	2	2				4	3,4%	0,02%
Cefaleas			2			2	1,7%	0,01%
Depresión	2					2	1,7%	0,01%
Artrosis	1				1	2	1,7%	0,01%
Cáncer Mamario			1		1	2	1,7%	0,01%



Enfermedades diagnosticadas por un médico	100	200	300	400	500	Cantidad de Casos	Prevalencia Encuestados	Prevalencia Cabildo
Colon		2				2	1,7%	0,01%
Mal de Chagas					2	2	1,7%	0,01%
Neumonía	1		1			2	1,7%	0,01%
Trombosis	1			1		2	1,7%	0,01%
Comunicación Intraventricular			1			1	0,9%	0,005%
Dolor muscular			1			1	0,9%	0,005%
Osteoporosis				1		1	0,9%	0,005%
Otitis	1					1	0,9%	0,005%
Parálisis facial					1	1	0,9%	0,005%
Parkinson				1		1	0,9%	0,005%
Reumatismo	1					1	0,9%	0,005%
Infección en los Riñones	1					1	0,9%	0,005%
Sistema nervioso	1					1	0,9%	0,005%
Tiroides					1	1	0,9%	0,005%
Ulceras				1		1	0,9%	0,005%
Vértigo	1					1	0,9%	0,005%
Total	54	14	21	10	17	116	100%	0,58%

N: 196 Encuestados + 195 Familiares = 391

Fuente: Elaboración Propia

Para la última pregunta de la encuesta, la cual solicitaba indicar si el encuestado consideraba que PAM “El Escorial” tenía un grado de relación con su estado de salud o el de su grupo familiar, de acuerdo con la distancia al relave según los estratos analizados. El resultado de la prueba de chi-cuadrado observado fue de 30.99 y el valor de distribución teórica de chi-cuadrado consultado, para un grado de libertad de 16 y un margen de error de 0.05³³, fue de 7,96. Por lo que es posible indicar que al ser chi-cuadrado observado mayor que el teórico, las variables son dependientes.

33 Utilizando la distribución teórica de chi-cuadrado de (Spiegel & Stephens, 2009)



Tabla 6-11 Resultados de la Relación del estado de salud del encuestado/grupo familiar con "El Escorial"

Usted considera que el ESCORIAL tiene relación con su estado de salud o el de su grupo familiar?	100 (m)	200 (m)	300 (m)	400 (m)	500 (m)	Total de Encuestados	
No existe relación (0%)	38	41	27	19	13	138	70%
Baja relación (25%)	16	1	6	0	4	27	14%
Mediana relación (50%)	11	2	2	3	2	20	10%
Alta relación (75%)	4	2	0	1	2	9	5%
Relación Directa (100%)	0	0	1	0	1	2	1%
Total por Estrato	69	46	36	23	22	196	100%

Fuente: Elaboración Propia

Con el resultado de esta prueba y los datos observados de la Tabla 6-11, es posible indicar que un 84% del total de los encuestados considera que su estado de salud tiene una “*Baja relación*” (14%) a nula relación (“*No existe relación*” 70 %) con el PAM “El Escorial”. Mientras que, los resultados del estratos más próximos al PAM “El Escorial”, los de 100 a 200 m, presentan los mayores porcentajes de indiferencia, respecto a la sensación de relación de su estado de salud asociado al PAM.



7 Discusión

El presente estudio, tuvo como objetivo determinar si el PAM “El Escorial” es un foco de conflicto ambiental para la población urbana residente y para lograrlo se recurrió a un levantamiento de información del pasado y presente del sitio, de manera prospectiva. De este modo, se indagó en las crónicas históricas, las cuales mencionaban que desde antes que se fundara Cabildo como comuna, ya se asociaba este sector con la actividad Minera, de hecho los encuestados más longevos asociaron los conceptos de *Relaves Mineros* y *El Escorial* con los términos *Trabajo* y *Progreso*. En Cabildo la actividad minera ha sido y es parte de todo ámbito de la sociedad civil, ya sea por las antiguas faenas mineras que operaron en la comuna, por tener o haber tenido familiares asociados al rubro; por tener pasivos ambientales mineros históricos o por tener una empresa minera operando actualmente en plena ciudad, lo que convierte al cabildano en parte activa de la historia y del presente minero de la Comuna.

Son muchos de los conflictos ambientales activos en Chile que han tenido una génesis similar, donde la actividad minera ha ejercido una considerable presión sobre los recursos naturales, como lo son la extracción del recurso agua en la comuna de Pica por la Compañía Doña Inés de Collahuasi y la faena minera Quebrada Blanca, Proyecto Minero Pascua-Lama en Vallenar y Alto del Carmen, el complejo industrial Ventanas en Puchuncaví, entre otros varios mencionados por (Fuenzalida, M., & Quiroz, R., 2012), además de los ejemplos históricos ya citados del caso de la Bahía de Chañaral en la Región de Atacama y la contaminación por polimetales en Arica en la Región de Parinacota, los cuales son recopilados dentro de un total de 97 conflictos socioambientales en Chile, por el Instituto Nacional de Derechos Humanos (INDH) en el año 2012. Conflictos que son registrados en dicho compendio solo si cumplen con los mismos criterios evaluados en el marco teórico de este estudio (ver acápite 3.6), y dentro de los cuales no está presente “El Escorial”, pero si el conflicto de usurpación de aguas que sufre la comuna. Lo que refuerza el hecho de que “El Escorial” aún no representa un conflicto ambiental para la comunidad.



Desde el análisis de las percepciones, los encuestados en su gran mayoría mostraron una tendencia marcada cuando se les consultó sobre conceptos como “Contaminación”, “Riesgo Ambiental” y “Relaves Mineros”, asociándolos a los grandes conflictos que en la actualidad posee Cabildo y la provincia de Petorca, como lo es la contaminación y los problemas de abastecimiento de agua, los cuales se reflejaron en la percepción de todos los encuestados, independiente de su edad y la proximidad al sitio en estudio.

De manera general, la encuesta evidenció un gran conocimiento sobre los efectos o impactos asociados a la actividad minera y a la escasez del agua. Lo que no se pudo evidenciar en sus respuestas fueron términos que demostraran rechazo frente a estos impactos.

Lo que si quedó claro, desde la percepción de los encuestados, fue la actividad que más contamina. Ya sea que la encuesta se haya realizado a 100 m del PAM “El Escorial” o en la última vivienda de la manzana más alejada, de manera generalizada con una frecuencia del 90%, la respuesta a la actividad que más contamina fue “Las Industrias” y cuando se les solicitó especificar el rubro, la respuesta categórica con un 100%, fue “La Minería”. A lo anterior, se puede agregar que los encuestados que mencionaron transporte (8%), lo asociaron al flujo de camiones de la faena minera Las Cenizas, que recorre las calles de la ciudad.

El conflicto ambiental, asociado a la faena minera Las Cenizas, es visible para los encuestados y se espera que se repita la misma tendencia en toda la comunidad. Pero el resultado que también destaca en este estudio es el grado de desconocimiento e indiferencia respecto al PAM “El Escorial” y a su potencial presencia de contaminantes. El Centro de Políticas Públicas UC (2017), indica que a más de 20 años de entrada en vigor de la Ley N°19.300, aún no existe en Chile una propuesta publica que se haga cargo de la contaminación de los suelos; a lo anterior se suma una escasez de normativa relativa a la contaminación de suelos y la poca existencia de información referencial fidedigna para la gestión de este recurso, como lo sería una línea de base del suelo y su calidad ambiental.



Los resultados de este estudio muestran indicios respecto al por qué se genera la condición de indiferencia y desconocimiento en los PAM. Una de ellas sería por su estatus de abandonado; o por el hecho de que la minería ya no es la actividad predominante de la comuna, siendo desplazada por la agricultura; también está la condición de marginalidad que ha adoptado el sitio con los años o el hecho de que muchos residentes se criaron con la percepción del “El Escorial” como un lugar abandonado, no asociándolo con la actividad minera como si lo hacen, en la actualidad, con la operación de la faena minera Las Cenizas. Todas las condiciones mencionadas anteriormente han disminuido el denominado “estado de ansiedad” de la población, que indicó (Becerra-García, 2007), generando que la cotidianidad reemplace al comportamiento de evaluación frente al potencial riesgo, que debería tener la población ante un sitio con las características del PAM “El Escorial”.

Respecto a la percepción que la población encuestada indicó en relación con su estado de salud, más de la mitad de ellos mencionó que era “Buena”, mientras que los que reportaron alguna enfermedad dentro del último año, mencionaron padecimientos que se condicen con las estadísticas de egresos hospitalarios oficiales. Cuando se les consultó su percepción sobre los conceptos “Contaminación”, “Riesgo Ambiental” y “Relave Minero”, el término “Enfermedad” fue el más frecuente en todos los estratos. Solo cuando se preguntó respecto a la percepción del PAM “El Escorial”, tan solo un encuestado lo asoció con “Enfermedad”, lo que reafirma que para ellos, aparte de tener una baja consideración respecto a este sitio, tampoco se asocia con uno que ponga en riesgo la salud de la población encuestada.

Un dato importante de destacar, sobre los resultados asociados a la percepción de la salud, es que se evidenció un fenómeno similar al deducido por Grasmück & Scholz, 2005 que presentó (Cortes, 2009), el cual indicaba que a mayor grado de conocimiento la percepción del riesgo tendía a bajar. Ya que para este caso, pese a evidenciar conflicto ambiental con la faena minera Las Cenizas, los resultados del estado de salud y enfermedades padecidas por los encuestados,



son el reflejo de los mismos resultados presentados en el levantamiento de información estadística que contextualizan el perfil epidemiológico de la población de Cabildo presentado en el acápite 6.4. Resultados que no evidencian respuestas sobreexageradas ni percepción generalizada de malestar.

Finalmente, este 2019 se han dado los primeros pasos para erradicar los Pasivos Ambientales Mineros; un acuerdo entre el Ministerio de Minería, del Medio Ambiente y el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), que se enmarca en la Política Nacional de Relaves, ha propuesto que los depósitos mineros que se encuentren en estado de abandono sean trasladados o cerrados –incluyendo su estabilización física y química– por parte de privados (Induambiente, 2019). Esto, a través de la herramienta de compensación ambiental presente en la normativa ambiental chilena (Res. Ex. N°448, 2019). De los aproximadamente 740 pasivos ambientales identificados por Sernageomin, la propuesta iniciará con 37 relaves abandonados, priorizados como riesgosos y cercanos a sitios poblados (Minería Chilena, 2019).



8 Conclusiones

En Cabildo si hay conflicto ambiental y se asocia con la operación de la Faena Minera las Cenizas y con los problemas asociados al manejo del recurso agua. Para la población, el PAM "El Escorial" no sería un foco de conflicto ambiental, este se ve opacado por otras dinámicas, como lo son: aquellas asociadas a conflictos ambientales mayores, baja percepción de la población y por la condición de cotidianeidad que la población le ha dado a este sitio, pese a su alto potencial de generar contaminación.

Cuando se decidió realizar este estudio, siempre se consideró el factor distancia como relevante para identificar la percepción de "Conflicto Ambiental". El análisis unitario de los resultados demuestra que la percepción depende de la distancia. Pero cuando se busca identificar un potencial conflicto (dentro otro establecido y de mayor envergadura), la percepción tiende a generalizarse, perdiendo relevancia esta asociación.

Es difícil asociar el estado de salud de una población con la presencia de un Pasivo Ambiental Minero abandonado, como lo es "El Escorial", aún más si se enmarca en una dinámica histórica de conflictos ambientales. Al menos, desde la percepción de la población encuestada, ellos no asocian sus problemas de salud con este sitio.

Si bien, ahora no hay conflicto ambiental asociado al "El Escorial", mientras no se realice el correcto cierre de esta faena minera, que asegure la estabilidad física y química del lugar, no se puede descartar a futuro un potencial conflicto.



9 Bibliografía

- ALISTE, E., & STAMM, C.** (2016). Hacia una geografía de los conflictos socioambientales en Santiago de Chile: lecturas para una ecología política del territorio. *Revista de Estudios Sociales*, 55, 45-62.
- ALVARADO, S. O.** (2018). Muestreo Aleatorio Estratificado (MAE). *Apuntes de Clase Muestreo Estadístico - Magíster en Bioestadística*. Facultad de Medicina - Universidad de Chile.
- ALVAREZ, H. D.** (2001). *Apuntes para una Historia de Cabildo* (1ra ed.). Valparaíso.
- ARICA HOY.** (10 de Septiembre de 2014). *La ley de polimetales - Escuchando a la ciudadanía, Gobierno modifica anterior reglamento*. Recuperado el septiembre de 2018, de <http://www.aricahoy.cl/2014/09/la-ley-de-polimetales/>
- ARRIAGADA, E.** (2010). El conflicto por polimetales en Arica -Movilización social, desarticulación local e intervención centralizada. En N. Cunil, & G. De la Maza, *Nueva Agenda de descentralización en Chile - Contando más actores en la mesa* (pág. 638). Santiago, Chile: RIL Editores.
- ATSDR**, Agency for Toxic Substances and Disease Registry. (1998). *Reseña Toxicológica del Anhídrido Sulfúrico (SO₃) y el Ácido Sulfúrico (en inglés)*. Recuperado el 17 de mayo de 2018, de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts117.html
- BARCELLOS C. & BUZAI G. D.** (2007). *La dimensión espacial de las desigualdades sociales en salud: aspectos de su evolución conceptual y metodológica*, 275-292. Departamento de Ciencias Sociales - Universidad Nacional de Luján.
- BARCELLOS C. et al.** (2018). Geografía de la salud: bases y actualidad. *Salud Colectiva*, 14, 5.
- BARRAZA RUIZ, D.** (2016). Cuestionario básico y criterios metodológicos para las Encuestas sobre Condiciones de Trabajo, Empleo y Salud en América Latina y el Caribe. 32. Rio de Janeiro: Cad. Saúde Pública. Recuperado el 27 de septiembre de 2018, de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102311X201600904004&lng=en&nrm=iso
- BCN**, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2012). *Proyecto de Ley de la Remediación de Pasivos Ambientales Mineros*. Chile: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- ____ (2017). *Reporte de Estadísticas Comunales - Cabildo*. (B. d. Chile, Editor) Recuperado el febrero de 2018, de <https://reportescomunales.bcn.cl/2017/index.php/Cabildo>



- ____ (2019). *Hidrografía Región de Valparaíso*. (B. N. Congreso, Editor)
Recuperado el 16 de marzo de 2019, de
<https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region5/hidrografia.htm>
- BECERRA-GARCÍA, A. M.-R.** (2007). Ansiedad y Miedo: Su valor adaptativo y maladaptaciones. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 39(1), 75-81.
- BGR, & SERNAGEOMIN**, Undesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe & Servicio Nacional de Geología y Minería. (2008). *Manual de Evaluación de riesgos de faenas mineras abandonadas o paralizadas (FMA/P)*. Santiago, Chile: Golder Associates S.A.
- ____ (2005). *Anteproyecto de Ley sobre Remediación de Pasivos Ambientales Mineros*. Chile: bases para la remediación de Pasivos Ambientales Mineros.
- BLACKSMITH INSTITUTE.** (2014). *Programa de Identificación de Sitios Contaminados - Manual del Investigador*. New York.
- BOLDRINI, G.** (2017). Cabildo, una surreal estadía entre minas y paltos. *La Segunda*. Recuperado el 1 de abril de 2017 de
<http://impresa.lasegunda.com/2017/04/01/AV534PRAO/all>
- BONITA, R. et al.** (2008). *Epidemiología Básica* (Segunda edición ed.). OMS, Organización Mundial de la Salud. Washington, D.C.
- BUZAI D., G.** (2012). Geografía de los servicios de salud apoyada en SIG+EMC - Una síntesis conceptual. *Fronteras*, 11, 39-43.
- CAMUS F. & DUHALDE M. A.** (1982). Geología de los yacimientos hidrotermales de oro en Chile. *Revista Geológica de Chile*, 17, 47-70. Chile.
- CARILLO C. et al.** (2002). Fundamentos del Proceso de Flotación. *Apuntes de Laboratorio de Operaciones Unitarias Metalúrgicas*. Valparaíso: Universidad Católica de Valparaíso - Facultad de Ingeniería. Recuperado el 10 de octubre de 2002 de
https://www.alipso.com/monografias/flotacion/#_
- CASEN.** (2015). *Informe de estimaciones comunales de pobreza, con datos de Casen 2015*. Ministerio de Desarrollo Social. Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional. Santiago, Chile.
- CASTILLO-GALLARDO, M.** (2016). Desigualdades socioecológicas y sufrimiento ambiental en el conflicto "Polimetales" en Arica. *Convergencia. Revista de Ciencias Sociales*, 23.
- CDC**, Centers for Disease Control and Prevention. (2019). Toolkit de Encuestas de Salud Reproductiva. Recuperado el 25 de marzo de 2019 de
https://www.cdc.gov/Spanish/EncuestasSR/cspro/csprotutorial1.html#csp-ro_intro



- CECCATO, D. M. et al.** (2009). Reciclaje de escoria granulada de fundición (EGF) como sustitución de parte del cemento en hormigón. *Revista Matéria*, 14(1), 737 - 748. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rmat/v14n1/a08v14n1>
- CETESB-GTZ**, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (1999). *Manual de Gerenciamiento de Áreas Contaminadas*. São Paulo, Brazil: CETESB-GTZ.
- COCHILCO**, Comisión Chilena del Cobre. (2017). *A 30 años del Plan Aurífero Nacional, una revisión a la minería de oro en Chile*. Santiago, Chile.
- CODELCO. (2019). Codelco Educa - Flotación. Codelco Chile**. Recuperado el 1 de marzo de 2019 de https://www.codelcoeduca.cl/codelcoeduca/site/artic/20190109/asocfile/20190109005132/flotacion_media_t__cnico_060119.pdf<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X1998000400012>.
- CONAMA**, Comisión Nacional para el Medio Ambiente. (2006). *Política Nacional para la Gestión de Sitios Contaminados*. Santiago de Chile.
- ____ (2009a). *Plan Nacional para la Gestión de los Riesgos del Mercurio*. Santiago, Chile.
- ____ (2009b). *Política Nacional para la Gestión de Sitios con Presencia de Contaminantes*. Santiago, Chile.
- CONSEJO MINERO**. (2017). *Reporte Anual 2017*. Santiago: Consejo Minero.
- CORTES, S.** (2009). *Percepción y medición del riesgo a metales en una población expuesta a residuos mineros - Tesis para optar al grado de Doctor en Salud Pública*. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
- CR2**, Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia. (2019). *Explorador Climático CR2*. Recuperado el 31 de marzo de 2019 de <http://explorador.cr2.cl/>
- DECRETO N°80**. (2014). Modifica el reglamento de la Ley N° 20.590. Ministerio Secretaría General de La Republica.
- DGA**, Dirección General de Aguas. (2004). *Diagnostico y clasificacion de los cursos y cuerpos de agua segun objetivos de calidad*. Santiago de Chile.
- DÍAZ-ARRIAGA, F. A.** (2014). Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano. *Revista de Salud Pública*, VI(16), 947 - 957. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v16n6/v16n6a12.pdf>
- DÍAZ-BARRIGA, F.** (1999). *Metodología de Identificación y Evaluación de Riesgos para la Salud en Sitios Contaminados*. Lima, Perú: Organización Panamericana de la Salud.



- DTO. N°132.** (2004). Aprueba el Reglamento de Seguridad Minera. Ministerio de Minería.
- EMSLEY, J.** (2011). *Nature's Building Block* (1st ed.). New York: Oxford University Press Inc.
- EPA,** Environmental Protection Agency. (1992). *Guidelines for Exposure Assessment*. Washinton, DC, U.S.
- ESPINACE R. et al** (2006). Evaluación del Efecto Eólico en Tranques de Relaves. Argentina: Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica .
- EXPLORADOR EÓLICO.** (2019). *Evaluación del Recurso Eólico - Explorador de Energía Eólica*. Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile. Recuperado el 31 de Marzo de 2019 de:
<http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/>
- FLICK, U.** (2009). *An Introdtion to qualitative reseach* (4th ed.). Londres: SAGE Publications Ltd.
- FOLCHI, M.** (2001). Conflictos de contenido ambiental y ecologismo de los pobres: no siempre pobres, ni siempre ecologistas. *Ecología política*, 79-100.
- FUENZALIDA, M., & QUIROZ, R.** (2012). La dimensión espacial de los conflictos ambientales en Chile. Polis. *Revista Latinoamericana*, (31).
- FUNDACIÓN CHILE .** (2004). *Identificación Sistemática de Sitios Contaminados: Caso Piloto Quinta Región*”. Valparaíso, Chile: Depto. de Control de la Contaminación de CONAMA.
- ____ (2012). *Guía Metodológica para la gestión de Suelos con potencial Presencia de Contaminantes*. Santiago, Chile.
- GAIOLI, M. et al.** (2012). Impacto del mercurio sobre la salud humana y el ambiente. *Archivos argentinos de pediatría*, 110(3), 259-264.
- GONZÁLEZ, I et al** (2008). Acumulación de cobre en una comunidad vegetal afectada por contaminación minera en el valle de Puchuncaví, Chile central. *Revista Chile de Historia Natural*, 81(2), 279 - 291.
- GUERRERO, R. J.** (2015). Cianuro: Toxicidad y Destrucción. *El Ingeniero de Minas*, X(35), 22 - 25.
- HENRÍQUEZ, C. A.** (2016). Zonas de catástrofe por eventos hidrometeorológicos en Chile y aportes para un índice de riesgo climático. *Revista de geografía Norte Grande*, 63, 27 - 44.
- I. MUNICIPALIDAD DE CABILDO.** (1996). Plan Regulador Comunal. Cabildo, Chile. Recuperado de <https://municipiocabildo.cl/plan-regulador/>
- ____ (2015). Plan de Desarrollo Comunal de Cabildo 2014-2020. Cabildo, Chile.



- ____ (2019). Actualización Plan Regulador. En proceso de Consulta Pública. Cabildo, Chile. Recuperado de <https://municipiocabildo.cl/plan-regulador-2/>
- ____ (2019). *Informe Ambiental Complementario - Actualización del Plan Regulador Comunal de Cabildo*. Cabildo, Chile.
- INE**, Instituto Nacional de Estadísticas Chile. (2007). *Informe N°1 Diseño Metodológico Encuesta Percepción de Calidad de Vida Urbana*. Santiago, Chile.
- ____ (2017). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Santiago, Chile.
- INDUAMBIENTE**. (2019). Gobierno impulsa acuerdo para remediación ambiental de pasivos mineros. *Revista de descontaminación industrial, recursos energéticos y sustentabilidad - Induambiente*. Recuperado de: <https://www.induambiente.com/destacamos/gobierno-impulsa-acuerdo-para-remediacion-ambiental-de-pasivos-mineros>.
- ÑIGUEZ R, L.** (1998). Geografía y salud: temas y perspectivas en América Latina. *Cadernos de Saúde Pública*, 14(4), 701-711. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X1998000400012>
- JOHNSON, B., & HALLBERG, K.** (2005). Acid mine drainage remediation options: a review. *Science of The Total Environment*, 338(1 - 2), 3 - 14.
- JORQUERA, H.** (2009). Source apportionment of PM10 and PM2.5 at Tocopilla, Chile (22°05' S, 70°12' W). *Environmental Monitoring and Assessment*(153), 235–251.
- JORQUERA, H., & BARRAZA, F.** (29 de Diciembre de 2012). Source apportionment of PM 10 and PM 2.5 in a desert region in northern Chile. *Science of the Total Environment*, 444, 327-335.
- KLAASSEN, C. D.** (2008). *Toxicology The Basic Science of Poisons Casarett and Doulls* (7th ed.). Kansas: McGraw-Hill - MEDICAL PUBLISHING DIVISION.
- LANDIS, W. G., & MING-HO, Y.** (2008). *Introduction to Environmental Toxicology: Impacts Of Chemicals Upon Ecological Systems* (3rd ed.). Florida: Lewis Publishers.
- LAVELL, A.** (1996). *Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una Definición*.
- LEY N° 19.300.** (1 de Marzo de 1994). Aprueba Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente. *Ministerio Secretaria General de la Presidencia*. Chile.
- LEY N° 20.590.** (29 de Mayo de 2012). Establece un Programa de Intervención en Zonas con Presencia de Polimetales en la Comuna de Arica. *Ministerio Secretaria General de la Presidencia*. Chile.
- LEY N° 20.551.** (11 de 11 de 2011). Regula el cierre de faenas e instalaciones mineras. *Ministerio de Minería*. Chile:



- LOVERA, D. D. et al.** (2004). La valorización de las escorias metalúrgicas como recursos industriales. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG*, 7(13), 26 - 30.
- MARTÍNEZ, L. et al** (2016). Indoor-outdoor concentrations of fine particulate matter in school building microenvironments near a mine tailing deposit. 3, 4, 752-764. Chile: AIMS Environmental Science.
- MARTINIC, R.** (2000). Los niños del plomo en Arica: Del caos al plan vecinal en la resolución de un conflicto ambiental. En C. d. Públicas, & F. p. Pobreza, *Los caminos que buscamos. 30 Innovaciones en el espacio público local*. Santiago.
- MCCURRY, J.** (2006). Japan remembers Minamata. *The Lancet*, 367(9505), 99 - 100.
- MINERÍA CHILENA.** (2019). Inédito plan busca solución para 37 relaves ubicados a menos de 3 km de poblaciones. *Revista Minería Chilena*. Obtenido de: <https://www.mch.cl/2018/12/26/inedito-plan-busca-solucion-37-relaves-ubicados-menos-3-km-poblaciones/#>
- MINISTERIO DE SALUD.** (2010). *Decreto N° 1671 EXENTO - Aprueba norma general técnica sobre uso de formulario "informe estadístico de egreso hospitalario" para la producción de información estadística sobre causas de egreso hospitalario y variables asociadas*. Santiago: Diario Oficial.
- ____ (2019). *Egresos Hospitalarios*. Recuperado el 01 de 03 de 2019, de <http://www.deis.cl/estadisticas-egresoshospitalarios/>
- MINMINERIA,** Ministerio de Minería - Subsecretaría de Minería. (2002). *Guía Metodológica sobre Drenaje Ácido en la Industria Minera..* Consejo Nacional de Producción Limpia.
- MORALES, A. (2003).** Determinación y mitigación del potencial de generación ácido en botaderos de estériles mina del proyecto Desarrollo Teniente División El Teniente, CODELCO-Chile. Concepción: Congreso Geológico Chileno.
- NIEMEYER, H. F.** (1983). *Hoyas hidrográficas de Chile: Quinta Región* (a ed.). Santiago de Chile: Dirección General de Aguas.
- NORDBERG, G.** (2001). Metales: propiedades químicas y toxicidad. En *Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo* (pág. 76).
- NORDSTROM, K. et al.** (2015). Hydrogeochemistry and microbiology of mine drainage: An update. (M. Kersten, Ed.) *Applied Geochemistry - International Association of GeoChemistry*, 57, 3 - 16.
- OBLASSER, A., & CHAPARRO, E.** (Mayo de 2008). Estudio comparativo de la gestión de los Pasivos Ambientales Mineros en Bolivia, Chile, Perú y Estados Unidos. Santiago, Chile: CEPAL.



- OMS**, Organización Mundial de la Salud (2000). *Métodos para la evaluación de riesgos para la salud generados por la exposición a sustancias peligrosas liberadas por relleños sanitarios*. Organización Mundial de la Salud, Oficina regional para Europa, Centro europeo para el medio ambiente y la salud., Lodz.
- (2007). *Exposure to Mercury: A Major Public Health Concern*. Genova: Organización Mundial de la Salud (OMS). Recuperado de <http://www.who.int/ipcs/features/mercury.pdf>
- (2013). *Efectos de la exposición al mercurio en la salud de las personas que viven en comunidades donde se practica la minería aurífera artesanal y en pequeña escala*. Ginebra: Salud Pública y Medio Ambiente.
- ORREGO, A. C.** (1890). *La Industria de Oro en Chile* (1ra ed.). Santiago: Sociedad Nacional de Minería.
- PICKENHAYN, J. A.** (2008). El fenómeno urbano y la reespacialización de los complejos patógenos. *Raega - O Espaço Geográfico em Análise*, 15(0).
- POMA, A.** (2012). Conflictos ambientales y cambio cultural: Un análisis desde la perspectiva de los afectados. *Tesis Doctoral*. Sevilla.
- PUCHE RIART, et al.** (Enero de 1996). Los procesos de amalgamación a través de los tiempos. *Boletín geológico y minero*, 107. Obtenido de http://www.igme.es/internet/sistemas_infor/biblioteca/BusquedaBoletines/BoletinCons.asp
- QI, J. et al.** (2014). Modeling of Wind Erosion of the Aitik Tailings Dam Using SWEEP Model. *Journal of Engineering*, 6, 355 - 364. Recuperado en junio de 2017 de http://file.scirp.org/pdf/ENG_2014061114413258.pdf
- QUICASÁN, D. et al.** (2017). Prevención de drenajes ácidos de mina utilizando compost de champiñón como enmienda orgánica. *Revista Colombiana de Biotecnología*, XIX(1), 92 - 100.
- RAMÍREZ, A. V.** (2010). Toxicidad del cianuro. Investigación bibliográfica de sus efectos en animales y en el hombre. *Anales de la Facultad de Medicina*, 71(1), 54-61. Recuperado de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832010000100011
- RCA N°337.** (2007). *Depósito de Pasta - Cabildo*. Cabildo: Minera Las Cenizas S.A.
- RESOLUCIÓN EXENTA N°448.** (2019). Aprueba convenio de Colaboración entre la Subsecretaría de minería y el Servicio de evaluación Ambiental. *Servicio de Evaluación Ambiental*. Chile



- RUSSI, D., & MARTINEZ-ALIER, J.** (2002). Los Pasivos Ambientales. *ICONOS, Revista de Ciencias Sociales*(15). Quito, Ecuador: Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Sede Académica de Ecuador.
- SABATINI, F.** (1994). Espiral histórica de conflictos ambientales: el caso de Chile. *Ambiente y Desarrollo*, 8.
- ____ (1997). Chile conflictos ambientales locales y profundización democrática. *Ecología política*, 51-69.
- SÁNCHEZ, M. J., & ENRÍQUEZ, M. S.** (1996). *Impacto Ambiental de la pequeña y mediana minería en Chile*. Santiago: Departamento de Economía de la Universidad de Chile.
- SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, L. et al.**(2015). Percepción de conflictos socio-ambientales en zonas mineras: el caso del proyecto mirador en ecuador. *Ambiente & Sociedade*, XIX(2), 23-44.
- SANTANDREU, A., & GUDYNAS, E.** (1998). *Ciudadanía en movimiento: participación y conflictos ambientales* (1 ed.). (E. Trilce, Ed.) Montevideo, Uruguay: Trilce. doi:9974321999, 9789974321991
- SERNAGEOMIN**, Servicio Nacional de Geología y Minería. (2003). Mapa Geológico de Chile: Version Digital. 1.0(4).
- ____ (2007). *Catastro de Faenas Mineras Abandonadas o Paralizadas - Análisis Preliminar de Riesgo*. Santiago - Chile: Proyecto FOCIGAM - JICA.
- ____ (2010). *CATASTRO DE DEPÓSITOS DE RELAVES - Depósitos de Relaves Activos y No Activos 2010*. Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería - Departamento de Seguridad Minera.
- ____. (2013). *Atlas de Faenas Mineras - Regiones de Valparaíso, del Libertador General Bernardo O'Higgins y Metropolitana de Santiago* (Vol. IX). Santiago: Servicio Nacional de Geología y Minería.
- ____ (2015). *Catraso Nacional de Depósitos de Relave - Depósitos Activos y No Activos 2015*. Servicio Nacional de Geología y Minería - Departamento de Depósito de Relaves, Santiago.
- SPIEGEL, R. M., & STEPHENS, J. L.** (2009). *Estadística* (4 ed.). Mexico: Mc GrawHill.
- TCHERNITCHIN, A.** (2013). *Efectos de polimetales en la Salud*.
- TCHERNITCHIN, A. N. et al.** (2006). *Human Exposure to Lead in Chile*. Santiago, Chile: Springer-Verlag.
- TISNÉS, A.** (2014). Espacio y salud: teoría, técnicas y conceptos. Una aproximación a la evolución temporal de la geografía de la salud. *Geografia em Questão*, 02(07), 74-99.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP).** (2012). *Reducing mercury use in artisanal and small-scale gold mining: A practical guide*.



- New York: United Nations Environment Programme. Recuperado de http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Documents/ASGM/Techdoc/UNEP%20Tech%20Doc%20APRIL%202012_120619%20with%20links_web.pdf
- ____ (2013). *Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2013*. Oslo: UNEP Division of Technology, Industry and Economics (DTIE).
- URKIDI, L. A.** (2008). Movimientos anti-mineros: el caso de Pascua-Lama en Chile. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 8, 63-77. Recuperado de http://www.redibec.org/IVO/rev8_05.pdf
- US CENSUS BUREAU.** (25 de Marzo de 2019). *Census and Survey Processing System (CSPRO)*. Obtenido de United States Census Bureau: <https://www.census.gov/data/software/cspro.html>
- VÁSQUEZ, K. Y. et al.** (2015). Exposure to Fine Particles by Mine Tailing and Lung Function Effects in a Panel of Schoolchildren, Chañaral, Chile. *Journal of Environmental Protection*, 6(02), 118-128.
- VERGARA, A.** (2011). Cuando el río suena, piedras trae": Relaves de cobre en la bahía de Chañaral, 1938-1990. 35, 135-151. Chile: Cuadernos de Historia. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-12432011000200005&lng=es&nrm=iso. ISSN 0719-1243. <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-12432011000200005>
- WILCHES-CHAUX, G.** (1998). Auge, caída y levantada de Felipe Pinillo, mecánico y soldador o yo voy a correr el riesgo. *La Red*.
- WOTRUBA, H. et al** (2000). *Manejo Ambiental en la Pequeña Minería*. Lima, Perú: GAMA - COSUDE.
- WRIGHT, J.** (2003). *Environmental Chemistry* (1st ed.). New York: Routledge.
- YOKOYAMA, H.** (2018). *Mercury Pollution in Minamata*. Singapore: Publisher Name. doi:<https://doi.org/10.1007/978-981-10-7392-2>
- YORIFUJI, T. et al.** (2009). What has methylmercury in umbilical cords told us? — Minamata disease. *Science of the Total Environment*.
- YURISCH, T. T.** (2016). Situación de los Pasivos Ambientales Mineros en Chile. El caso de los Depósitos de Relaves. *PUBLICACIONES FUNDACIÓN TERRAM*, 61.



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
MAGISTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACION AMBIENTAL
PROGRAMA INTERFACULTADES

Anexo N°1

**“Ficha de identificación de sitios con potencial presencia de
contaminantes SPPC del PAM “El Escorial”.**



FICHA DE INSPECCIÓN DE SUELOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES (SPPC).

1. Información General

A. IDENTIFICACIÓN DEL SPPC			
1.1	Nombre del SPPC	Pasivo Ambiental Minero "El Escorial"	
1.2	Otro(s) nombre(s) asignado(s) al SPPC	El Escorial	
1.3	Nombre(s) de la(s) Empresa(s) (pasada o actual)	Datos de Sernageomin (Minera Don Pablo) Fundición Cerveró – Depósito de Escoria	
1.4	Dirección	Zolia Gac esquina Ferrocarril a Iquique	
1.5	Comuna	Cabildo	
1.6	Región	Región de Valparaíso	
1.8	Coordenadas	Este: 305631	Norte: 6410677
		DATUM WGS 84HUSO19	



B. INFORMACIÓN DE LA INSPECCIÓN		
1.9	Fecha de Inspección (día/mes/año): Varias visitas 2012 - 2019	
1.10	Datos	Evaluador 1
	Nombre	Mauricio Jorquera Aliste
	Institución	Universidad de Chile
	Cargo (Relación con la inspección)	Evaluador
	Correo electrónico	mauriciojorquera@uuchile.cl
	Fono	-

C. INFORMACIÓN DE LOS ENTREVISTADOS				
1.11	Datos	Entrevistado 1	Entrevistado 2	Entrevistado 3
	Nombre			
	Relación con el SPPC (habitante, trabajador, dueño, representante de municipalidad u otra institución, otro)			
	Institución/Cargo/ Función (en caso que aplique)			
	Correo electrónico			
	Fono			

Observaciones: Se realizó ronda de encuesta a la población próxima al sitio



D. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SPPC		
1.12	Tipo de Propiedad	<input type="checkbox"/> Fiscal <input checked="" type="checkbox"/> Privada ¿Área Protegida? <u>No corresponde a un área protegida</u>
1.13	Nombre(s) del (los) Propietario(s) (persona natural, sociedad u otro)	Sr. Luis Manríquez (Dueño de la Propiedad)
1.14	Área Aproximada (Ha Cerco u otra delimitación)	2,56 ha de terreno y 1,1 ha de depósito de relave
1.15	Estatus del SPPC	<input checked="" type="checkbox"/> Inactivo <input type="checkbox"/> Activo Desde el año: <u>Se desconoce la fecha, todos los entrevistados no tienen recuerdos del sitio en funcionamiento.</u>
1.16	Tamaño de la Empresa (actual o pasada)	Por ventas anuales en UF : <u>NO APLICA – ES UN PAM abandonado</u> Nº de Trabajadores : <u>NO APLICA – ES UN PAM abandonado</u>
1.17	Descripción General de la(s) Actividad(es) Productiva(s) que se han Desarrollado, Identificando las Etapas Principales del(los) Proceso(s): - Fundición de Metales - Depósito de Relaves - Chatarrería	
1.18	Identificación de Instalaciones Existentes, destacando aquellas de especial importancia ¹ : - Restos de Molino “Chilean Mill” - Restos de instalación minera de enriquecimiento mineral - Canal de Contorno	
1.19	¿Existencia de Denuncias, Inspecciones, Accidentes y/o Derrames? <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO Describir: A la fecha, según la autoridad ambiental, de salud y municipal, no se han realizado ninguna de estas acciones.	

¹ Instalaciones o sectores afectados por accidentes o derrames, de tratamiento de residuos y/o almacenamiento temporal, entre otras.



2. Información de la Actividad Industrial

A. PROCESO PRODUCTIVO POTENCIALMENTE CONTAMINANTE				
2.1	Tipo de Actividad(s) que se ha(n) desarrollado en el SPPC: Minería			
2.2	Identificación de(los) Proceso(s) Industrial(es) Potencialmente Contaminante(s)	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input type="checkbox"/> Almacenamiento de derivados de hidrocarburos (aceites usados, aceites minerales,). <input checked="" type="checkbox"/> Almacenamiento de Mineral <input checked="" type="checkbox"/> Almacenamiento de Residuos Industriales no Peligrosos y Residuos Sólidos Domiciliarios <input type="checkbox"/> Almacenamiento de Residuos Industriales Peligrosos <input type="checkbox"/> Almacenamiento de Combustible <input type="checkbox"/> Almacenamiento y/o distribución de Combustible Anterior a 1996 <input type="checkbox"/> Almacenamiento y/o distribución de Combustible Posterior a 1996 <input checked="" type="checkbox"/> Amalgamación <input checked="" type="checkbox"/> Chancado <input checked="" type="checkbox"/> Cianuración <input checked="" type="checkbox"/> Depósitos de Escoria <input checked="" type="checkbox"/> Depósitos de Relaves <input type="checkbox"/> Depósitos de Cenizas <input type="checkbox"/> Desmante/estéril <input type="checkbox"/> Depósitos de Ripio de lixiviación <input type="checkbox"/> Extracción de Hidrocarburos <input type="checkbox"/> Fertilizantes y/o aplicación de Plaguicidas y/o almacenamiento </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input checked="" type="checkbox"/> Fundición <input type="checkbox"/> Fusión/conversión <input type="checkbox"/> Flotación y concentración de Metales <input type="checkbox"/> Generación eléctrica (carbón, diésel, petcoke, gas u otros) <input type="checkbox"/> Generación y quema de metano <input type="checkbox"/> Incineración <input type="checkbox"/> Lixiviación <input checked="" type="checkbox"/> Lavadero <input checked="" type="checkbox"/> Molienda <input type="checkbox"/> Piscina evaporación <input type="checkbox"/> Precipitación <input type="checkbox"/> Refinación <input type="checkbox"/> Refinería y almacenamiento de combustibles. <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Transporte Relaves y / o Concentrados <input type="checkbox"/> Sistema de Transporte de hidrocarburos y derivados <input type="checkbox"/> S.X.E.W (Extracción por disolvente/extracción electrolítica) <input type="checkbox"/> Teñido de textiles <input type="checkbox"/> Tintas y material de imprenta (<i>tonner</i>) de impresoras <input type="checkbox"/> Tostación <input type="checkbox"/> Vertederos de residuos <input type="checkbox"/> Otro _____ _____ _____ </td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/> Almacenamiento de derivados de hidrocarburos (aceites usados, aceites minerales,). <input checked="" type="checkbox"/> Almacenamiento de Mineral <input checked="" type="checkbox"/> Almacenamiento de Residuos Industriales no Peligrosos y Residuos Sólidos Domiciliarios <input type="checkbox"/> Almacenamiento de Residuos Industriales Peligrosos <input type="checkbox"/> Almacenamiento de Combustible <input type="checkbox"/> Almacenamiento y/o distribución de Combustible Anterior a 1996 <input type="checkbox"/> Almacenamiento y/o distribución de Combustible Posterior a 1996 <input checked="" type="checkbox"/> Amalgamación <input checked="" type="checkbox"/> Chancado <input checked="" type="checkbox"/> Cianuración <input checked="" type="checkbox"/> Depósitos de Escoria <input checked="" type="checkbox"/> Depósitos de Relaves <input type="checkbox"/> Depósitos de Cenizas <input type="checkbox"/> Desmante/estéril <input type="checkbox"/> Depósitos de Ripio de lixiviación <input type="checkbox"/> Extracción de Hidrocarburos <input type="checkbox"/> Fertilizantes y/o aplicación de Plaguicidas y/o almacenamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Fundición <input type="checkbox"/> Fusión/conversión <input type="checkbox"/> Flotación y concentración de Metales <input type="checkbox"/> Generación eléctrica (carbón, diésel, petcoke, gas u otros) <input type="checkbox"/> Generación y quema de metano <input type="checkbox"/> Incineración <input type="checkbox"/> Lixiviación <input checked="" type="checkbox"/> Lavadero <input checked="" type="checkbox"/> Molienda <input type="checkbox"/> Piscina evaporación <input type="checkbox"/> Precipitación <input type="checkbox"/> Refinación <input type="checkbox"/> Refinería y almacenamiento de combustibles. <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Transporte Relaves y / o Concentrados <input type="checkbox"/> Sistema de Transporte de hidrocarburos y derivados <input type="checkbox"/> S.X.E.W (Extracción por disolvente/extracción electrolítica) <input type="checkbox"/> Teñido de textiles <input type="checkbox"/> Tintas y material de imprenta (<i>tonner</i>) de impresoras <input type="checkbox"/> Tostación <input type="checkbox"/> Vertederos de residuos <input type="checkbox"/> Otro _____ _____ _____
<input type="checkbox"/> Almacenamiento de derivados de hidrocarburos (aceites usados, aceites minerales,). <input checked="" type="checkbox"/> Almacenamiento de Mineral <input checked="" type="checkbox"/> Almacenamiento de Residuos Industriales no Peligrosos y Residuos Sólidos Domiciliarios <input type="checkbox"/> Almacenamiento de Residuos Industriales Peligrosos <input type="checkbox"/> Almacenamiento de Combustible <input type="checkbox"/> Almacenamiento y/o distribución de Combustible Anterior a 1996 <input type="checkbox"/> Almacenamiento y/o distribución de Combustible Posterior a 1996 <input checked="" type="checkbox"/> Amalgamación <input checked="" type="checkbox"/> Chancado <input checked="" type="checkbox"/> Cianuración <input checked="" type="checkbox"/> Depósitos de Escoria <input checked="" type="checkbox"/> Depósitos de Relaves <input type="checkbox"/> Depósitos de Cenizas <input type="checkbox"/> Desmante/estéril <input type="checkbox"/> Depósitos de Ripio de lixiviación <input type="checkbox"/> Extracción de Hidrocarburos <input type="checkbox"/> Fertilizantes y/o aplicación de Plaguicidas y/o almacenamiento	<input checked="" type="checkbox"/> Fundición <input type="checkbox"/> Fusión/conversión <input type="checkbox"/> Flotación y concentración de Metales <input type="checkbox"/> Generación eléctrica (carbón, diésel, petcoke, gas u otros) <input type="checkbox"/> Generación y quema de metano <input type="checkbox"/> Incineración <input type="checkbox"/> Lixiviación <input checked="" type="checkbox"/> Lavadero <input checked="" type="checkbox"/> Molienda <input type="checkbox"/> Piscina evaporación <input type="checkbox"/> Precipitación <input type="checkbox"/> Refinación <input type="checkbox"/> Refinería y almacenamiento de combustibles. <input checked="" type="checkbox"/> Sistema de Transporte Relaves y / o Concentrados <input type="checkbox"/> Sistema de Transporte de hidrocarburos y derivados <input type="checkbox"/> S.X.E.W (Extracción por disolvente/extracción electrolítica) <input type="checkbox"/> Teñido de textiles <input type="checkbox"/> Tintas y material de imprenta (<i>tonner</i>) de impresoras <input type="checkbox"/> Tostación <input type="checkbox"/> Vertederos de residuos <input type="checkbox"/> Otro _____ _____ _____			
2.3	Identificar y describir el o los procesos productivos que poseen una mayor probabilidad de ser considerados una Fuente Sospechosa Contaminación: Depósito de Relaves - Amalgamación			



3. Información Específica de la(s) Potencial(es) Fuente(s) de Contaminación

A. RESPECTO DE LA(S) POTENCIAL(ES) FUENTE(S) DE CONTAMINACIÓN				
3.1	Nombre de la(s) Potencial (es) Fuente(s) de Contaminación	1.Depósito de Relaves 2.Chancador "Chilean Mill" 3.Depósito de Escoria 4.		
3.2	Coordenadas del Punto Central de la(s) Potencial(es) Fuente(s) de Contaminación		Coordenada Este:	Coordenada Norte:
		1.	305.493	6.410.728
		2.	305.651	6.410.778
		3.	305.742	6.410.652
		4.	305.588	6.410.550
DATUM WGS 84 - HUSO 19				

B. RESPECTO DE LOS MATERIALES UTILIZADOS O GENERADOS EN LA(S) FUENTE(S) DE CONTAMINACIÓN	
3.3	¿Cuáles son las Materias Primas e Insumos ² ? <ul style="list-style-type: none"> - Mena de Oro – Cobre - Plata - Mercurio - Cianuro ¿? - Floculantes - Ácido Sulfúrico
3.4	¿Cuáles son los Productos y Subproductos ³ ? <ul style="list-style-type: none"> - Cobre (Concentrado) – Asociado al enriquecimiento del material que después se convirtió en relave. - Cobre – Plata – Hierro? (Fundido, se asume por la depositación de escoria proveniente de la Fundición Cerveró. - Oro – Asociado a los chancadores y potencial uso de mercurio en proceso de amalgamación.
3.5	¿Cuáles son los Residuos ⁴ ? Escorial de Fundición Relaves Mineros Chatarra y residuos de la construcción
3.6	¿Alguna de estas sustancias se considera una sustancia peligrosa (NCh 382) o plaguicida de uso agrícola (D.L. 20.275SAG)? <input type="checkbox"/> No

² Materias Primas e Insumos: recursos y materiales a partir de los cuales se han obtenido el(los) producto(s).

³ Productos y Subproductos: bienes producidos o elaborados

⁴ Residuos: todo material de desecho



B. RESPECTO DE LOS MATERIALES UTILIZADOS O GENERADOS EN LA(S) FUENTE(S) DE CONTAMINACIÓN		
	<input checked="" type="checkbox"/> Si, ¿Cuáles?: Mercurio (N° N.U 2809) – Cianuro Potásico (N° N.U 1680) – Ácido Sulfúrico (N° N.U 1830)	
3.7	¿Ya sea en el almacenamiento, transporte y/o disposición de esta sustancia está implementado el DS 78 de MINSAL (almacenamiento), y/o el DS148 de MINSAL (disposición) ? (solo para SPPC activos) <input type="checkbox"/> Si (verificar cumplimiento) <input checked="" type="checkbox"/> No: <u>Deben ser tratadas como residuo, en la actualidad no existe manejo de estas sustancias en el sitio.</u>	
3.8	Verificación DS148 (solo para SPPC activos)	Registrar el número de resolución sanitaria y vigencia, empresa que realiza el transporte y disposición de residuos si corresponde, así como el destino final de los mismos: <u>NO APLICA – ES UN PAM abandonado</u>
3.9	Verificación DS 78 (solo para SPPC activos)	Indicar medidas de almacenamiento aplicadas o en proceso de implementación: <u>NO APLICA – ES UN PAM abandonado</u>
3.10	¿Cumple con los instrumentos de gestión y normativos que le correspondan (RCA, permisos sectoriales, otro)? <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO Incorporar los antecedentes:	

En base a la información recopilada en terreno establezca si alguna de las **Potenciales Fuentes de Contaminación**, podría constituir una **Fuente Sospechosa de Generar un Suelo con Presencia de Contaminantes**, ya sea por un mal manejo de la misma u otro de los componentes evaluados. Se recomienda completar este campo luego de la inspección del sector y levantamiento de toda la **Ficha de Inspección de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes**.

C. SOSPECHA DE FUENTE(S) CONTAMINANTE(S)		
3.11	Sospecha de Fuente(s) Contaminante(s) ⁵	<input checked="" type="checkbox"/> Con sospecha <input type="checkbox"/> Sin sospecha Justificación (en ambos casos): Corresponde a un pasivo ambiental minero abandonado, el cual corresponde a un depósito de relaves del proceso de enriquecimiento del cobre y oro.

⁵ 1º puntaje Fuente: Con sospecha: 0.5, Sin sospecha: 0.



3.12	En caso de Sospecha, se asocia a ⁶ :	<input checked="" type="checkbox"/> Metales y metaloides <input type="checkbox"/> Sales inorgánicas <input type="checkbox"/> Agroquímicos(no COPs) <input checked="" type="checkbox"/> HC y aceites minerales <input type="checkbox"/> Contaminantes orgánicos persistentes (COPs)
------	---	--

4. Información Específica de la(s) Ruta(s) de Exposición

A. RUTA DE EXPOSICIÓN: SUELO

4.1 ¿Hubo uso(s) anterior(es) del terreno?: SI NO (El sitio históricamente ha sido utilizado para la minería)
En caso afirmativo, señalar cual(cuales):

4.2 Suelo potencialmente impactado: SI NO
Área (Ha): + de 1,1 ha

4.3 Suelo con recubrimiento Impermeable (losa, pavimento, estabilizante, otros) %:
No hay suelos impermeables.

4.4 Suelo Erosionado (grietas, suelo desnudo, otros) %:
1,1 que corresponde al relave, técnicamente no hay suelo.

B. RUTA DE EXPOSICIÓN: AGUA SUBTERRÁNEA

4.5 ¿Existe agua subterránea? SI, Profundidad (m): 10 metros NO

4.6 ¿Cómo fue establecida la Profundidad?
 Medición de pozo cercano Mapas Consulta local

4.7 ¿Existe algún pozo de extracción de agua subterránea en el sitio y/o alrededores?
(hasta un máximo de 3 Km)
 SI, Distancia (m): 5 m NO

Uso(s) que se le da(n) al agua subterránea:

Agua Potable

Industrial

Riego

No aplica

Recreacional

Otro _____

C. RUTA DE EXPOSICIÓN: AGUA SUPERFICIAL

4.8 ¿Existe agua superficial? (hasta un máximo de 3 Km) SI NO

⁶ Cada grupo de contaminantes tiene asociado un puntaje estándar de 0.1.



C. RUTA DE EXPOSICIÓN: AGUA SUPERFICIAL

4.9 Distancia al curso de agua superficial más cercano (m): 200 metros

4.10 Especificar tipo de cuerpo de agua: Río La Ligua
(río, lago, laguna, embalse, canal)

4.11 Uso del agua superficial:
 Agua Potable Industrial
 Riego No aplica
 Recreacional Otro _____

D. RUTA DE EXPOSICIÓN: AIRE

4.12 Existen sospechas de emisiones al aire provenientes de la(s) fuente(s) contaminante(s):
 SI, Material Particulado Indicar tipo: Material suelto del Depósito de Relaves
 SI, Gases Indicar tipo: _____
 NO

E. OTRAS POTENCIALES RUTAS DE EXPOSICIÓN:

4.13 En un radio máximo de 3 Km:
 Actividad Agrícola (frutas y Hortalizas) Actividad pesquera
 Actividad Pecuaria (Crianza Animales y producción láctea) Otras Actividades

F. RESUMEN DE LAS RUTAS DE EXPOSICIÓN IDENTIFICADAS

4.14 Medios Potencialmente Impactados (puede ser más de uno)⁷:
 Agua de consumo humano (superficial y/o subterránea) Aire
 Suelo Frutas y Hortalizas
 Agua Superficial (uso recreacional, riego industrial) Peces
 Sedimentos Lácteos y Carnes

⁷2do Puntaje Ruta: Agua de consumo humano (superficial o subterránea): 0.2,
Aire: 0.2,
Suelo: 0.15,
Agua Superficial (uso recreacional, riego, industrial): 0.15,
Frutas y Hortalizas: 0.1,
Peces: 0.1,
Lácteos y Carnes: 0.05,
Sedimentos: 0.05.



5. Información Específica de los Potenciales Receptores Expuestos

A. RECEPTORES: ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN LAS CERCANÍAS

(A un radio máximo de 3 Km alrededor de la(s) Fuente(s) Potencial(es) de Contaminación)

5.1	¿El SPPC es Accesible al Público? <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
	¿Población Humana Potencialmente Expuesta? <input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO (hasta un máximo de 3 Km)
	Residentes. Nombre del poblado: Área urbana de Cabildo Distancia al sitio (m): 100 Número aproximado de habitantes: La población de la comuna de Cabildo es de 19.388 habitantes.
5.2	Trabajadores. Actividad que desarrollan: <u>NO APLICA – ES UN PAM abandonado</u> Distancia al sitio (m): Número aproximado de trabajadores: Jornada Laboral o Turno: Horas/ Mes: _____ Turno: _____ Equipo de Protección Personal: <input type="checkbox"/> Casco <input type="checkbox"/> Guantes <input type="checkbox"/> Mascarilla (tipo.....) <input type="checkbox"/> Buzo térmico / overol <input type="checkbox"/> Zapatos de Seguridad
5.3	Descripción de información sobre sintomatologías (si existiese) o enfermedades laborales asociadas a la potencial fuente de contaminación: <u>NO APLICA – ES UN PAM abandonado</u>
5.4	¿Presencia de al menos una especie vegetal o animal en alguna categoría de conservación, de áreas protegidas por parte del Estado y/o de ecosistemas de alta relevancia por la función ambiental o servicio ecosistémico que prestan? En caso afirmativo, señalar. <u>En encuentra sobre un área urbana, no hay presencia de especies en categoría de conservación.</u>

B. RESUMEN DE LOS RECEPTORES IDENTIFICADOS

5.5	Receptores Potencialmente Impactados (puede ser más de uno): <input checked="" type="checkbox"/> Residentes <input type="checkbox"/> Trabajadores <input checked="" type="checkbox"/> Receptores ecológicos Distancia al SPPC de receptores humanos más cercanos (m) ⁸ : <u>200 m</u> Número total de receptores humanos potencialmente expuestos ⁹ : <u>10.000 - 1000</u>
-----	---

⁸ **3er Puntaje Receptor:** Distancia a personas expuestas: 0 – 2 km: 0.6 - 2 – 3 km: 0.4.

⁹ Cantidad de Personas Expuestas:

>100.000: 0.4

100.000- 10.000:0.3

10.000- -1.000: 0.2

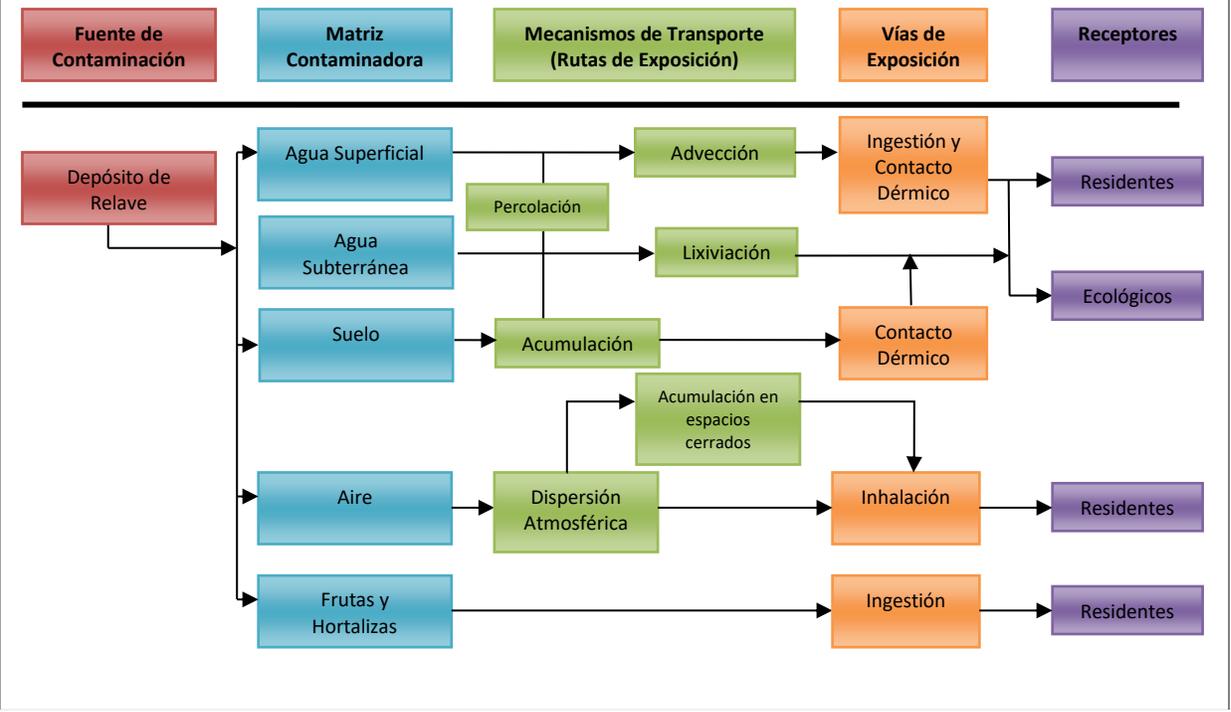
<1.000: 0.1



6. Esquemas

A. CROQUIS ESQUEMÁTICO (obligatorio de efectuar)

Indicar fuente(s) de contaminación, vía(s) de exposición y receptores o bienes a proteger:



B. MODELO CONCEPTUAL PRELIMINAR (obligatorio de completar)

Fuente de Contaminación	Componente(s) Ambiental(es) con Potencial Presencia de Contaminantes	Vía de Exposición	Receptores
Depósito de Relave / Fundición de Escoria	<input checked="" type="checkbox"/> Agua Sup. <input checked="" type="checkbox"/> Suelo <input checked="" type="checkbox"/> Agua Sub. <input checked="" type="checkbox"/> Aire <input type="checkbox"/> Sedimento <input checked="" type="checkbox"/> Frutas y Hortalizas <input type="checkbox"/> Peces <input type="checkbox"/> Lácteos y Carnes	<input checked="" type="checkbox"/> Ingestión <input checked="" type="checkbox"/> Inhalación <input checked="" type="checkbox"/> Contacto Dérmico	<input checked="" type="checkbox"/> Residente <input type="checkbox"/> Trabajador <input checked="" type="checkbox"/> Ecológicos



B. CROQUIS DE UBICACIÓN



7. Fuente(s) de información

A. FUENTES DE LA INFORMACIÓN OBTENIDA

- Cartografía Estudios Previos
 Análisis en Laboratorio Inspección de Campo
 Otra _____

Observaciones:

8. Puntaje de la Ficha

A. CÁLCULO DEL PUNTAJE(obligatorio de completar)

Fuente(F) 0 o 0,5 + ΣF_i	Ruta(Ru) ΣRu_i	Receptor (Re) (Dis. + Hab.)	Cálculo Puntaje (F + Ru + Re) * 100/3	Puntaje Total (%)
0.7	0.6	0.8	(0.7 + 0.6 + 0.8) * 100/3	70

Puntaje:

- 0-30%: Baja jerarquía
- 30-60%: Mediana jerarquía
- **60-100%: Alta jerarquía**



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
MAGISTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACION AMBIENTAL
PROGRAMA INTERFACULTADES

Anexo N°2

Sobre el llenado de la Ficha de SPPC.



1 Sobre el llenado de la ficha

El llenado de la Ficha se basó íntegramente en la metodología de (Fundación Chile, 2012), la cual contempla la ejecución de tres etapas sucesivas. La primera etapa, consiste en la recopilación en gabinete, de la mayor cantidad de información posible relativa al sitio, contando con el apoyo de las actividades de levantamiento de información y la etapa de identificación y georreferenciación del sitio, descritas en los acápite 5.1.1 y 5.1.2 de la presente tesis.

La segunda fase de llenado de la Ficha correspondió a la realización de la visita de inspección en terreno, con el fin de corroborar la información y levantar información adicional. En la tercera etapa y final, en gabinete, se revisó toda la información con la que se contaba para proceder finalmente al llenado de todos los campos y al cálculo del puntaje.

El contenido de esta Ficha de Inspección de (SPPC), está compuesto por ocho ítems principales que se describen a continuación.

1.1 Información General

Este ítem, permitió recopilar antecedentes globales del sitio que sirvieron para tener una primera aproximación de la situación que se estaba caracterizando. Parte de la información se llenó en gabinete y luego fue validada en terreno. La información general se encuentra subdividida en cuatro secciones:

- a.** Identificación del SPPC: Datos de individualización del sitio y sus coordenadas.
- b.** Información de la Inspección: Información de control del evaluador y fecha de visita.
- c.** Información de los Entrevistados: Información de respaldo con los datos de los actores clave que fueron entrevistados en las labores de terreno.
- d.** Características Generales del SPPC: Datos históricos de las actividades que se han generado en el sitio.



1.2 Información de la Actividad Industrial

En este punto, se destaca la identificación de los procesos productivos potencialmente contaminantes que se desarrollaron en el PAM “El Escorial” y que en la actualidad tengan una mayor probabilidad de ser considerados como una fuente sospechosa de contaminantes.

1.3 Información Específica de la(s) Potencial(es) Fuente(s) de Contaminación

En este ítem, se describió en un nivel más específico las potenciales fuentes, los materiales utilizados o generados en las fuentes de contaminación y en caso de que aplicara se identificó la sospecha de fuentes de contaminación.

Este punto se encuentra subdividido en tres secciones:

- a. Respecto a la(s) Potencial(es) Fuente(s) de Contaminación:** Listado de las potenciales fuentes y sus respectivas coordenadas (centroide).
- b. Respecto de los Materiales Utilizados o Generados en la(s) Fuente(s) de Contaminación:** En esta sección se describes las especificaciones de las materias, productos, subproductos y residuos que la actividad minera histórica generó.
- c. Sospecha de Fuente(s) Contaminante(s):** Sobre la base de la información recopilada en terreno, se debe establecer si existe Sospecha de Fuente(s) Contaminante(s) que podrían generar un Suelo con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC) y justificar este hecho en cada caso.

En esta sección se generó el primer puntaje de esta Ficha. El puntaje máximo es 1 punto:

- i. Si no existe sospecha, se asigna un valor de 0.
- ii. Si existe sospecha de fuente(s) contaminante(s), se asigna un valor de 0,5.
- iii. Cada grupo de contaminantes señalados en la Ficha tienen asociado un valor estándar de 0,1, los cuales deben ser adicionados en forma consecutiva de acuerdo con el (los) grupo(s) de contaminantes que se encuentre(n) en el SPPC.



1.4 Información Específica de la(s) Potenciales Ruta(s) de Exposición

Este ítem, incorporó un levantamiento de antecedentes referidos a los componentes ambientales relevantes que fueron afectados potencialmente por la fuente de contaminación y que por tanto puedan constituir vías de transporte de los contaminantes hacia los receptores.

La guía metodológica para la gestión de SPPC, incorpora las siguientes rutas de exposición:

- a. **Ruta de Exposición Suelo:** Añade información relativa al(los) uso(s) anterior(es) del terreno, así se cuenta con evidencia sobre la existencia de Suelo potencialmente impactado y su área, a la presencia de Suelo con recubrimiento impermeable (losa, pavimento, estabilizante u otro recubrimiento que permita proteger el suelo) y su porcentaje respecto del total del área evaluada, y a la presencia de Suelo erosionado y su porcentaje respecto del total del área evaluada.
- b. **Ruta de Exposición Agua Subterránea:** Esta sección, reúne información relativa a la presencia de agua subterránea en el sitio, su profundidad y a cómo fue establecida (a través de la medición de un pozo cercano, mapas o consulta local). Además, se verificó la existencia de pozos de extracción de agua subterránea, su distancia al sitio en estudio y el uso que se le da al agua (si es agua potable, para riego, uso recreacional, industrial, no aplica u otro).
- c. **Ruta de Exposición Agua Superficial:** En relación con el agua superficial, se debe consignar si es que existe ésta, además, cuál es la distancia al curso de agua superficial más cercano (en metros); especificar el tipo de cuerpo de agua (si es un río, lago, laguna, embalse, canal u otro); e identificar el uso del agua superficial (agua potable, riego, recreacional, industrial, no aplica, otro).
- d. **Ruta de Exposición Aire:** En relación con la contaminación del aire, se debe señalar si existen sospechas de emisiones al aire provenientes de la(s) fuente(s) contaminante(s), y si éstas corresponden a material particulado (MP) y/o gases. Además, si es posible, se debe detallar el tipo de MP (MPS, MP¹⁰, MP^{2,5} u otros) y de gases (COVs, SO+, NOx, entre otros).
- e. **Otras Potenciales Rutas de Exposición:** Esta sección de la Ficha, permite identificar e incluir otras actividades que se desarrollen en un radio de 3 km del terreno investigado y que puedan ser un medio de



exposición de la contaminación hacia algún receptor, indicando si existen actividades agrícolas, pesqueras, pecuarias u otras.

f. Resumen de las Rutas de Exposición Identificadas: En esta etapa, se indicó cada uno de los medios potencialmente impactados, a partir de los cuales se calculó el segundo puntaje de la Ficha.

El puntaje máximo de esta sección es 1 punto, y se encuentra distribuido según el nivel de exposición preliminar que se estima a partir de cada uno de los medios potencialmente impactados:

- i. Agua de consumo humano (superficial y/o subterránea) con un valor de **0.2**;
- ii. Aire con un valor de **0.2**;
- iii. Suelo con un valor de **0.15**;
- iv. Agua otros usos (recreacional, riego, industrial) con un valor de **0.15**;
- v. Frutas y hortalizas con un valor de **0.1**;
- vi. Peces con un valor de **0.1**;
- vii. Lácteos y Carnes con un valor de **0.05**;
- viii. Sedimentos con un valor de **0.05**;

1.5 Información Específica de los Potenciales Receptores Expuestos

En este ítem, se identificó la información que tiene relación con las personas que residen o desarrollan una actividad en las cercanías de la(s) fuente(s) potencialmente contaminante(s) y la información general relativa a los receptores ecológicos.

En esta etapa, se otorga el tercer puntaje de la Ficha de Inspección, para lo cual se asignó un valor a los receptores (población humana) que pudieron verse afectados por la potencial contaminación, ya sea porque residen o trabajan en el SPPC o en sus cercanías. Esto se calculó en base a la distancia (ver Tabla 1-1) y a la cantidad de población de la que se trató (ver Tabla 1-2).

Tabla 1-1 Puntaje de distancia del sitio a personas expuestas.

Distancia Personas Expuestas	Puntaje
0 – 2 km	0,6
2 - 3 km	0,4

Fuente: Elaborado a partir de (Fundación Chile, 2012)



Tabla 1-2 Puntaje de cantidad de personas expuestas al sitio.

Cantidad de Personas Expuestas	Puntaje
> 100.000	0,4
100.000 - 10.000	0,3
10.000 - 1.000	0,2
< 1.000	0,1

Fuente: Elaborado a partir de (Fundación Chile, 2012)

1.6 Esquemas:

Se resume a través de un croquis esquemático la relación potencial entre fuente, rutas y receptores identificados.

1.7 Fuentes de Información

Corresponde al respaldo de toda la información bibliográfica utilizada para el llenado de la ficha.

1.8 Puntaje

Finalmente, se debe efectuar la suma de los valores asociados a la fuente, ruta de exposición y receptor.

El cálculo de este porcentaje se presenta en el ítem 8, "Puntaje de Ficha" del Anexo N°1 "Ficha de Inspección de SPPC del PAM El Escorial". Los datos que proveen el cálculo de este puntaje (ver Tabla 1-3), se generan a partir de la información de sospecha de fuentes(s) contaminantes (Ítem 3.11 y 3.12 del Anexo N°1), del resumen de las rutas de exposición identificadas (ítem 4.14 Anexo N°1), y a partir del resumen de los receptores identificados (Ítem 5.5 Anexo N°1).

Tabla 1-3 Cálculo de Puntaje de la Ficha.

Cálculo del Puntaje				
Fuente(F) 0 o 0,5 + $\sum F_i$	Ruta(Ru) $\sum R_{ui}$	Receptor (Re) (Dis. + Hab.)	Cálculo Puntaje (F + Ru + Re) * 100/3 (_____ + _____ + _____) * 100/3	Puntaje Total(%)

Fuente: Elaborado a partir de (Fundación Chile, 2012)

El valor obtenido se interpretará porcentualmente y se asociará a una de estas tres categorías presentada en la Tabla 1-4.

Tabla 1-4 Categorías de Jerarquización

Descripción	Puntaje
Baja Jerarquía	0 – 30%
Mediana Jerarquía	30 – 60 %
Alta Jerarquía	60- 100%

Fuente: Elaborado a partir de (Fundación Chile, 2012)



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
MAGISTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACION AMBIENTAL
PROGRAMA INTERFACULTADES

Anexo N°3

Encuesta de percepción ambiental.



D. Actividades que más contaminan en su comuna

D.1 A su juicio, ¿Cuál es el tipo de actividad que más contamina de su ciudad?

1. Uso de Leña	2. Las Industrias	3. Transporte	4. Las Quemadas Agrícolas	5. Otra	8. NS	9. NR
----------------	-------------------	---------------	---------------------------	---------	-------	-------

D.2 En caso de ser “2. Las Industrias”, especificar qué tipo:

	NS	NR
--	----	----

D.3 En caso de ser “5. Otra”, especificar qué tipo:

	NS	NR
--	----	----

E. Significado que usted les da a las siguientes palabras

E.1 ¿Cuál es la primera palabra o imagen que se le viene a la cabeza cuando usted escucha la palabra “CONTAMINACIÓN?”. Especifique:
E.2 ¿Cuál es la primera palabra o imagen que se le viene a la cabeza cuando usted escucha la palabra “RIESGO AMBIENTAL?”. Especifique:
E.3 ¿Cuál es la primera palabra o imagen que se le viene a la cabeza cuando usted escucha la palabra “RELAVE MINERO?”. Especifique:
E.4 ¿Cuál es la primera palabra o imagen que se le viene a la cabeza cuando usted escucha la palabra “EL ESCORIAL?”. Especifique:



F. Caracterización de la salud

F.1 ¿Cómo considera usted que es su estado de salud en general?

1. Muy buena	2. Buena	3. Regular	4. Mala	5. Muy mala	8. NS	9. NR
--------------	----------	------------	---------	-------------	-------	-------

F.2 Durante los últimos 12 meses, ¿ha sufrido una o más enfermedades diagnosticadas por un médico

1. Si	2. No	8. NS	9. NR
-------	-------	-------	-------

En caso de contestar "SI" he de indicar que Tipo:

	8. NS	9. NR
--	-------	-------

G. Caracterización de la salud familiar

G.1 Durante los últimos 12 meses su grupo familiar, ¿ha padecido una o más enfermedades diagnosticadas por un médico?

1. Si	2. No	8. NS	9. NR
-------	-------	-------	-------

G.2 En caso de contestar "SI", especifique:

ID ²	Parentesco	Edad	Tipo de enfermedad

H. ¿Usted considera que el ESCORIAL tiene relación con su estado de salud o el de su grupo familiar? Indique del 1 al 5, siendo:

1 = No existe relación (0%)	
2 = Baja relación (25%)	
3 = Mediana relación (50%)	
4 = Alta relación (75%)	
5 = Relación Directa (100%)	
8 = N/S	
9 = N/R	

² A partir de la identificación (ID) de las personas que viven en su hogar.



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DE LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA
MAGISTER EN GESTIÓN Y PLANIFICACION AMBIENTAL
PROGRAMA INTERFACULTADES

Anexo N°4

Registro fotográfico de las visitas a terreno.



Registro fotográfico de las visitas a terreno

Índice

Fotografía 1	Complejo habitacional al S-O del depósito	2
Fotografía 2	Vista a “El Escorial” desde el complejo habitacional.....	2
Fotografía 3	Vista a “El Escorial” desde el complejo habitacional más cercano al sitio.	3
Fotografía 4	Deslinde sur del Escorial, se aprecia ocupación informal del sitio y el despeje de los residuos.	3
Fotografía 5	Restos de instalaciones de procesamiento de mineral (Vista SO)4	
Fotografía 6	Restos de instalaciones de procesamiento de mineral (Vista SE)4	
Fotografía 7	Talud sur del Relave	5
Fotografía 8	Restos del Pozo manual para extracción de agua para riego.....	5
Fotografía 9	Pretil de Contención (Vista Norte).....	6
Fotografía 10	Detalle del Pretil de Contención.....	6
Fotografía 11	Población de Pimientos (<i>Schinus molle</i>).....	7
Fotografía 12	Vista Norte del PAM “El Escorial” vista hacia el Puente sobre rio La Ligua.....	7
Fotografía 13	Chatarrería / Taller mecánico	8
Fotografía 15	Vista Panorámica de la Comuna de Cabildo desde la corona del PAM “El Escorial”.....	8



Fotografía 1 Complejo habitacional al S-O del depósito



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2016

Fotografía 2 Vista a “El Escorial” desde el complejo habitacional.



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2019

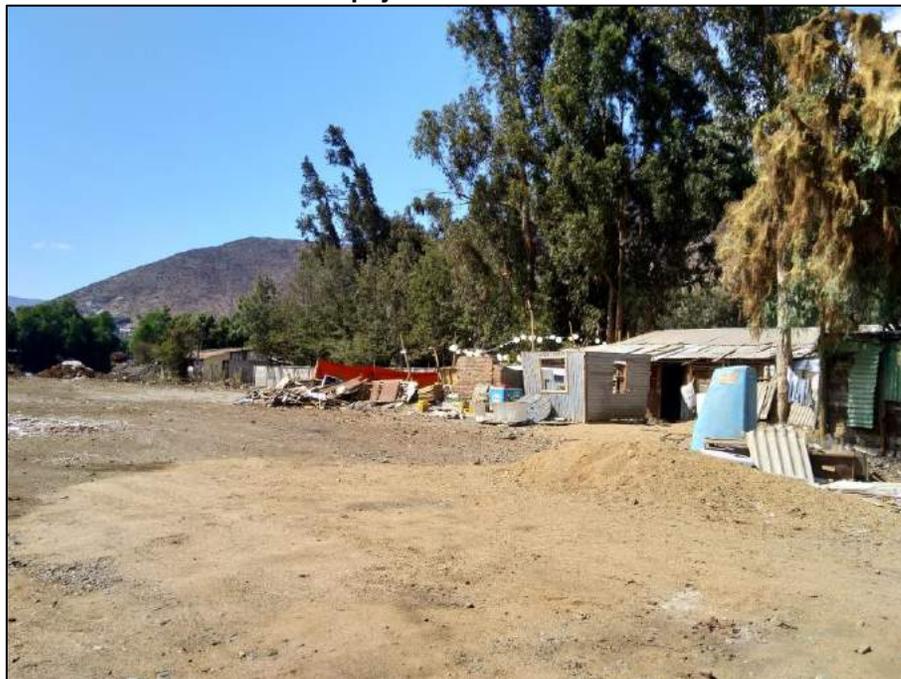


Fotografía 3 Vista a “El Escorial” desde el complejo habitacional más cercano al sitio.



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2019

Fotografía 4 Deslinde sur del Escorial, se aprecia ocupación informal del sitio y el despeje de los residuos.



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2019



Fotografía 5 Restos de instalaciones de procesamiento de mineral (Vista SO)



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2013

Fotografía 6 Restos de instalaciones de procesamiento de mineral (Vista SE)



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2015

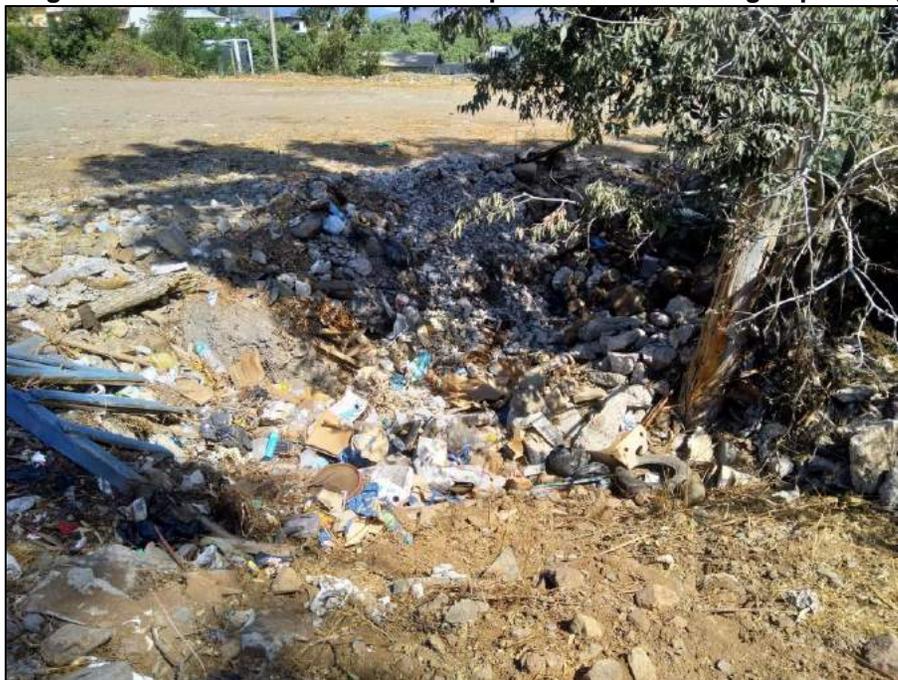


Fotografía 7 Talud sur del Relave¹



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2015

Fotografía 8 Restos del Pozo manual para extracción de agua para riego



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2019

¹ En la fotografía se aprecia en la primera capa (estrato), depositación de material del proceso industrial de la fundición "Escoria" mezclado con material aluvial, la capa finaliza con una depositación de escoria (línea negra) y posteriormente se aprecia la capa final de relave. En la corona del depósito se identifica una instalación minera abandonada.



Fotografía 9 Pretil de Contención (Vista Norte)



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2019

Fotografía 10 Detalle del Pretil de Contención²



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2016

² En la Fotografía 10 se aprecia a la derecha, de color más gris, el depósito de relave, en medio una canaleta de seguridad y a la izquierda, más estabilizado, el pretil de contención de las subidas del río La Ligua.



Fotografía 11 Población de Pimientos (*Schinus molle*)



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2016

Fotografía 12 Vista Norte del PAM “El Escorial” vista hacia el Puente sobre rio La Ligua.



Fuente: Elaboración Propia Visita a terreno Noviembre 2016



Fotografía 13 Chatarrería / Taller mecánico



Fuente: Elaboración Propia, visita a terreno 2015

Fotografía 14 Vista Panorámica de la Comuna de Cabildo desde la corona del PAM “El Escorial”.



Fuente: Elaboración Propia visita a terreno año 2015