



SEREMI DEL MEDIO AMBIENTE REGIÓN METROPOLITANA

Diagnóstico de suelos con potencial presencia de contaminantes en la región Metropolitana de Santiago



611134-2-LE22

INFORME FINAL



Diciembre 2022

Información del documento

Estudio	Diagnóstico de suelos con potencial presencia de contaminantes en la región Metropolitana de Santiago		
Mandante	Seremi del Medio Ambiente región Metropolitana		
ID licitación	611134-2-LE22	Código proyecto	P2202
Informe	Informe final	Versión	Rev1

Control de cambios

	Revisión 0	Revisión 1	Revisión 2
Elaborado por	Jorge Alcaíno Paul Lorca Francisca Mihovilovic Pablo Moya Camila Villablanca	Jorge Alcaíno Paul Lorca Francisca Mihovilovic Pablo Moya Camila Villablanca	
Fecha	22-11-2022	15-12-2022	
Revisado por	Jorge Alcaíno	Jorge Alcaíno	
Fecha	24-11-2022	15-12-2022	
Aprobado por	Jorge Alcaíno	Jorge Alcaíno	
Fecha	24-11-2022	15-12-2022	

EnSoil Ambiental SpA

La Capitanía 779, Las Condes, Santiago
+56 9 4479 4471
www.ensoil.cl

Resumen

El presente documento corresponde al Informe final del estudio “Diagnóstico de suelos con potencial presencia de contaminantes en la región Metropolitana de Santiago”, encargado por la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de la región Metropolitana (RM) mediante la licitación pública 611134-2-LE22, cuyos objetivos consideran actualizar la información de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC) existente en la región, validar la información recopilada con trabajo de campo y elaborar una propuesta de avance para la gestión de SPPC en la región.

Las actividades realizadas correspondieron en primer lugar a identificar, priorizar y jerarquizar suelos con potencial presencia de contaminantes de la región Metropolitana, utilizando para esto la metodología de la Guía metodológica para la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes del Ministerio del Medio Ambiente. Para esto, se realizó una solicitud de información sobre SPPC a servicios públicos de la región, además de recopilar estudios donde se hayan evaluado SPPC, y otros catastros realizados por el Ministerio y otros servicios.

Se identificaron 997 SPPC en la región, de los cuales 948 fueron priorizados con alta prioridad, 35 con mediana, 5 con moderada y 4 con baja prioridad (5 no fueron priorizados por no poder verificar su ubicación). Con respecto a las actividades potencialmente contaminantes de los SPPC, las principales en la región corresponden a estaciones de servicio (54,1%), disposición de residuos sólidos (24,9%) y faenas y relaves mineros (8,2%). De todos los sitios, se seleccionaron 30 para programar visitas de inspección. Finalmente, se pudo visitar 20, a los que se les aplicó la ficha de inspección que entregó puntajes de jerarquización. De ellos, 13 sitios obtuvieron una alta jerarquía, 6 mediana jerarquía y 1 baja jerarquía.

Como segundo componente del estudio, se realizó un análisis y una propuesta de gestión para grupos de SPPC según actividad, considerando las más relevantes. Además, se indicaron lineamientos para continuar con la gestión de los sitios jerarquizados, particularmente con una fase II según la Guía metodológica, considerando tipo de muestreo, número de muestras, analitos y áreas de interés.

Contenido

1	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	8
1.1	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	9
1.2	OBJETIVOS	11
1.2.1	Objetivo general	11
1.2.2	Objetivos específicos	11
1.3	ORGANIZACIÓN DEL INFORME	11
1.4	ANTECEDENTES GENERALES DE LA REGIÓN METROPOLITANA	11
1.4.1	Antecedentes político-administrativos	11
1.4.2	Demografía	13
1.4.3	Geografía, hidrografía y clima	14
1.4.4	Actividades productivas	15
1.4.5	Biodiversidad	15
2	IDENTIFICACIÓN DE SPPC DE LA REGIÓN METROPOLITANA	16
2.1	SOLICITUDES DE INFORMACIÓN A SERVICIOS PÚBLICOS	16
2.2	RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN DE OTRAS FUENTES	18
2.3	RESUMEN DE FUENTES DE INFORMACIÓN	19
2.4	ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES	21
2.5	SISTEMATIZACIÓN EN BASE DE DATOS	22
2.6	RESULTADOS DE LA IDENTIFICACIÓN	25
2.6.1	Resultados generales de la región	25
2.6.2	Resultados provincia de Santiago	28
2.6.3	Resultados provincia de Chacabuco	29
2.6.4	Resultados provincia de Maipo	30
2.6.5	Resultados provincia de Melipilla	31
2.6.6	Resultados provincia de Talagante	32
2.6.7	Resultados provincia de Cordillera	33
3	PRIORIZACIÓN DE SPPC EN LA REGIÓN METROPOLITANA	34
3.1	METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN	34
3.1.1	Recopilación de capas de información	34
3.1.2	Elaboración de capas Buffer	36
3.1.3	Cruce de información espacial	37
3.1.4	Priorización según árbol de decisiones	39
3.2	RESULTADOS DE LA PRIORIZACIÓN	42
3.2.1	Resultados generales de la región	42
3.2.2	Resultados provincia de Santiago	44
3.2.3	Resultados provincia de Chacabuco	45
3.2.4	Resultados provincia de Maipo	46
3.2.5	Resultados provincia de Melipilla	46
3.2.6	Resultados provincia de Talagante	46
3.2.7	Resultados provincia de Cordillera	47
4	JERARQUIZACIÓN DE SPPC EN LA REGIÓN METROPOLITANA	47

4.1	METODOLOGÍA DE JERARQUIZACIÓN	48
4.2	RESULTADOS DE LA JERARQUIZACIÓN	49
5	VALIDACIÓN DE LA INFORMACIÓN	59
6	CARGA A LA PLATAFORMA DEL MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE LA BASE DE DATOS DE SPPC.....	60
7	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL CATASTRO REGIONAL	64
7.1	DIAGNÓSTICO REGIONAL DE SUELOS ABANDONADOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES (SAPPC) REGIÓN METROPOLITANA (2013).....	64
7.2	DIAGNÓSTICO REGIONAL DE SUELOS ABANDONADOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES (SAPPC) REGIÓN METROPOLITANA (2019).....	65
7.3	DIAGNÓSTICO DE SUELOS CON POTENCIAL PRESENCIA DE CONTAMINANTES EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO (2022)	65
7.4	RESUMEN DE RESULTADOS DE TODOS LOS CATASTROS	66
8	PROPUESTA DE AVANCE PARA LA GESTIÓN DE SPPC.....	67
8.1	LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE SPPC SEGÚN ACTIVIDAD.....	67
8.1.1	Estaciones de servicio	68
8.1.2	Basurales.....	71
8.1.3	Faenas mineras abandonadas y relaves.....	73
8.1.4	Otras actividades en general.....	74
8.2	LINEAMIENTOS PARA LA GESTIÓN DE SPPC JERARQUIZADOS	75
8.3	CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA GESTIÓN DE SPPC	83
8.4	ANÁLISIS FODA DE LA PROPUESTA DE AVANCE PARA LA GESTIÓN.....	84
9	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
10	REUNIONES Y PRESENTACIONES.....	88
11	BIBLIOGRAFÍA.....	90
12	EQUIPO PROFESIONAL.....	92

Tablas

Tabla 1	– Provincias y comunas de la región Metropolitana	12
Tabla 2	– Población de la Región Metropolitana	13
Tabla 3	– Información solicitada por Seremi de Medio Ambiente RM	16
Tabla 4	– Información entrega por Servicios Públicos consultados	17
Tabla 5	– Fuentes de información utilizadas para la recopilación de SPPC.....	19
Tabla 6	– Listado de actividades potencialmente contaminantes actualizado y rubros	21
Tabla 7	– Campos de información para base de datos	22
Tabla 8	– Resultados de identificación por provincia y por rubro.....	25
Tabla 9	– Resultados de identificación por actividad potencialmente contaminante en la región.....	26
Tabla 10	– Resumen de SPPC por estado en la región.....	27
Tabla 11	– Resultados de identificación por comuna y rubro en provincia de Santiago.....	28

Tabla 12 – Resumen de SPPC por estado en provincia de Santiago	29
Tabla 13 – Resultados de identificación por comuna y rubro en provincia de Chacabuco	29
Tabla 14 – Resumen de SPPC por estado en provincia de Chacabuco.....	30
Tabla 15 – Resultados de identificación por comuna y rubro en provincia de Maipo	30
Tabla 16 – Resumen de SPPC por estado en provincia de Maipo	31
Tabla 17 – Resultados de identificación por comuna y rubro en provincia de Melipilla	31
Tabla 18 – Resumen de SPPC por estado en provincia de Melipilla.....	32
Tabla 19 – Resultados de identificación por comuna y rubro en provincia de Talagante	32
Tabla 20 – Resumen de SPPC por estado en provincia de Talagante.....	32
Tabla 21 – Resultados de identificación por comuna y rubro en provincia de Cordillera	33
Tabla 22 – Resumen de SPPC por estado en provincia de Cordillera.....	33
Tabla 23 – Variables de priorización, capas utilizadas y descripción de estas	34
Tabla 24 – Descripción de categorías de priorización	39
Tabla 25 – Criterios de priorización por provincia	42
Tabla 26 – Resultados de priorización por provincia	43
Tabla 27 – Resultados de priorización por comuna en provincia de Santiago	44
Tabla 28 – Resultados de priorización por comuna en provincia de Chacabuco	45
Tabla 29 – Resultados de priorización por comuna en provincia de Maipo	46
Tabla 30 – Resultados de priorización por comuna en provincia de Melipilla	46
Tabla 31 – Resultados de priorización por comuna en provincia de Talagante	47
Tabla 32 – Resultados de priorización por comuna en provincia de Cordillera	47
Tabla 33 – Sitios programados para visita	50
Tabla 34 – Resultados de jerarquización en 2022 por comuna	51
Tabla 35 – Resultados de jerarquización regional.....	53
Tabla 36 – Resultados de jerarquización regional por actividad potencialmente contaminante	53
Tabla 37 – Resultados del catastro de 2012-2013	64
Tabla 38 – Resultados de la actualización de 2018-2019.....	65
Tabla 39 – Resultados de la actualización de 2022	66
Tabla 40 – Resumen de resultados de los catastros de SPPC	66
Tabla 41 – Actualización del catastro.....	66
Tabla 42 – Propuesta de gestión para suelos jerarquizados seleccionados.....	76
Tabla 43 – Observaciones sobre SPPC actualmente gestionados	80
Tabla 44 – Ecosistemas sensibles presentes en los SPPC jerarquizados	81
Tabla 45 – Análisis FODA para propuesta de gestión en estaciones de servicio	85
Tabla 46 – Análisis FODA para propuesta de gestión en basurales.....	85
Tabla 47 – Análisis FODA para propuesta de gestión en faenas y relaves mineros	86
Tabla 48 – Detalle de reuniones y presentaciones	88

Figuras

Figura 1 – Diagrama general de cadena fuente-ruta-receptor	9
Figura 2 – División político-administrativa de la Región Metropolitana. Provincias de Santiago (celeste), Cordillera (rosado), Talagante (naranja), Maipo (amarillo), Chacabuco (azul) y Melipilla (verde). Fuente: Gobierno Regional Metropolitana (2022).....	12
Figura 3 – Resultados de identificación por rubro en la región	25
Figura 4 – Mapa con ubicación de los SPPC identificados en la región.....	27
Figura 5 – Buffer de 2 km para SPPC dentro de la región Metropolitana	37

Figura 6 – Mapa de resultado de intersección entre Buffer de 2 km y zonas pobladas de la zona norte de la región Metropolitana.....	38
Figura 7 – Mapa de resultado de intersección entre Buffer de 3 km y ecosistemas sensibles de la zona norte de la región Metropolitana.....	39
Figura 8 – Árbol de decisión general para la priorización de SPPC	41
Figura 9 – Resultados de la priorización en la región.....	43
Figura 10 – Mapa con ubicación de los SPPC priorizados en la región	44
Figura 11 – Resultados de la jerarquización en 2022.....	52
Figura 12 – Resultados de la jerarquización regional.....	53
Figura 13 – Mapa con ubicación de los SPPC jerarquizados en la región.....	54
Figura 14 – Fotografías de Ex Servicentro Ruta 5 – Tilttil.....	55
Figura 15 – Modelo conceptual de Ex Servicentro Ruta 5 - Tilttil.....	55
Figura 16 – Fotografías de Planta Lo Águila I – Curacaví.....	56
Figura 17 – Modelo conceptual de Planta Lo Águila I – Curacaví.....	56
Figura 18 – Fotografías de Quebrada de la Plata - Maipú.....	57
Figura 19 – Modelo conceptual de Quebrada de la Plata - Maipú.....	57
Figura 20 – Fotografías de Basural El Pajonal - Maipú.....	58
Figura 21 – Modelo conceptual de Basural El Pajonal - Maipú.....	58
Figura 22 – Diagrama de flujo de procesos de validación de la información de SPPC	59
Figura 23 – Captura de pantalla de acceso a la plataforma (por el momento de acceso restringido).....	61
Figura 24 – Captura de página principal de la plataforma (resumen nacional de SPPC).....	62
Figura 25 – Captura de página principal de la plataforma (resumen regional de SPPC)	63
Figura 26 – Captura de página de búsqueda de la plataforma (resultados de región Metropolitana)	64
Figura 27 – Gestión ambiental de suelos contaminados en estaciones de servicio.....	71

Anexos

- Anexo 1 – Oficios de solicitud de información Seremi
- Anexo 2 – Respuestas a solicitud de información
- Anexo 3 – Información enviada por profesionales EAE
- Anexo 4 – Base de datos de SPPC
- Anexo 5 – Archivos SIG de SPPC
- Anexo 6 – Oficio de Seremi para inspección
- Anexo 7 – Visitas de inspección
- Anexo 8 – Carpetas de antecedentes de SPPC
- Anexo 9 – Validación de información
- Anexo 10 – Minuta de reunión de inicio
- Anexo 11 – Presentación reunión de inicio
- Anexo 12 – Acta de seminario web
- Anexo 13 – Presentación seminario web

1 Introducción y antecedentes

Un suelo con potencial presencia de contaminantes (SPPC) corresponde a un lugar o terreno delimitado geográficamente en el que se desarrollan o han desarrollado actividades potencialmente contaminantes. Incluye a suelos abandonados, activos e inactivos. Por su parte, una actividad potencialmente contaminante (APC) son aquellas que producen, utilizan, manipulan, manejan, almacenan, tratan o disponen sustancias, que, por sus características fisicoquímicas, biológicas y toxicológicas, producen o pueden producir daños momentáneos o permanentes a la salud humana, animal o vegetal, tal como lo señala la “Guía metodológica para la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes”, aprobada mediante Resolución Exenta N° 406/2013 por el Ministerio del Medio Ambiente (en adelante, “Guía” o “Guía metodológica”).

Los SPPC pueden clasificarse en tres tipos, según la condición en que se encuentra la actividad potencialmente contaminante asociada:

Suelo activo: aquel en el cual exista una APC productiva/industrial en operación y exista también un titular definido, responsable de esta, que puede o no ser el propietario del terreno.

Suelo inactivo: aquel en el que haya existido una APC, cuyo titular está identificado, pero no esté ejecutándose en el momento (pudiendo existir otra actividad no potencialmente contaminante activa).

Suelo abandonado (SAPPC): aquel en el que se haya desarrollado una APC en el pasado, de la cual no es posible distinguir o individualizar al titular que ejecutó la acción contaminante, independientemente de que sea el propietario del terreno y/o se trate de un privado o del Estado.

Tal como indica la Guía, la presencia de contaminantes en el suelo y las aguas, como factor de degradación de los recursos naturales, puede representar significativos riesgos para otros componentes del medio ambiente. En particular, la contaminación del suelo puede provocar serias consecuencias ambientales, debido a la migración de contaminantes hacia otros componentes ambientales, y por los eventuales efectos nocivos sobre el ecosistema y la salud humana.

Para que se manifieste un riesgo, definido en la Guía como la “probabilidad de ocurrencia de un efecto adverso en las personas o el ecosistema”, es necesaria la existencia de tres eslabones básicos: fuente(s) de contaminación, vía(s) de exposición y población humana o ecosistema potencialmente expuesta (ver Figura 1). La inexistencia de uno de ellos implica que no existiría riesgo ambiental a raíz de un suelo potencialmente contaminado. La metodología señalada por la Guía está orientada a la determinación de la presencia de estos tres elementos, es decir, a corroborar la existencia de los tres eslabones básicos necesarios para que se manifieste un riesgo en los suelos (fuente-ruta-receptor).

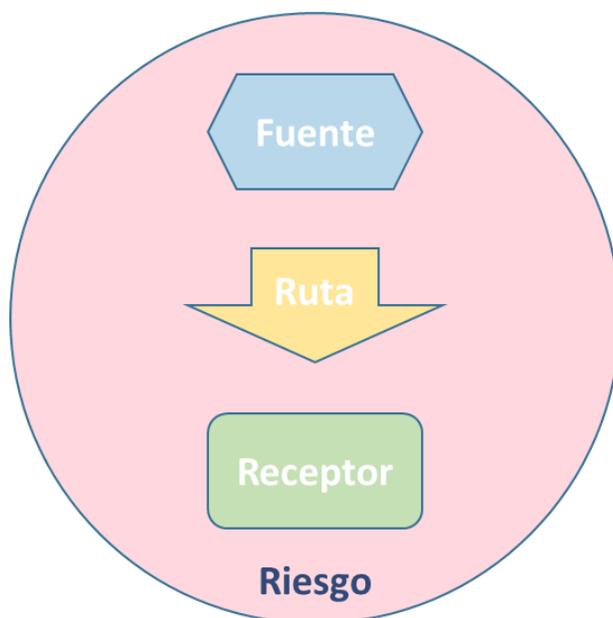


Figura 1 – Diagrama general de cadena fuente-ruta-receptor
Fuente: Elaboración propia

El presente documento corresponde al Informe final del estudio “Diagnóstico de suelos con potencial presencia de contaminantes en la región Metropolitana de Santiago”, encargado por la Secretaría Regional Ministerial del Medio Ambiente de la región Metropolitana (en adelante, Seremi de Medio Ambiente, o Seremi MA RM o Seremi) mediante la licitación pública 611134-2-LE22.

1.1 Antecedentes del estudio

La autoridad ambiental en Chile lleva años trabajando en referencia a la contaminación de suelos, incluso previo a su conformación como una cartera ministerial. Como ejemplo de estos esfuerzos, destaca el establecimiento de la “Política Nacional para la Gestión de Sitios con Presencia de Contaminantes” el año 2009, con un enfoque correctivo y territorial, bajo el cual se aborda esta problemática de manera integral.

En el año 2012, la reforma a la institucionalidad ambiental¹, introdujo el artículo 39 a la Ley 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente (LBGMA), la cual señala “La ley velará porque el uso del suelo se haga en forma racional, a fin de evitar su pérdida y degradación”, y en la misma línea incorpora como misión del MMA en el artículo 70 letra g) de la misma ley, la obligación de “proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos y suelos contaminados, así como la evaluación del riesgo de productos químicos, organismos genéticamente modificados y otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente, sin perjuicio de las atribuciones de otros organismos públicos en materia sanitaria”.

¹ Ley 20.417

En el año 2013, el Ministerio del Medio Ambiente desarrolla la “Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes”, aprobada mediante Resolución Exenta N°406/2013, la cual tiene por objetivo definir los procedimientos para estandarizar la investigación de suelos con potencial presencia de contaminantes en el país.

En ella se denomina Suelo con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC), a aquel lugar o terreno delimitado geográficamente en el que se desarrollan o han desarrollado actividades potencialmente contaminantes. Entre las actividades que podrían contribuir a generar un SPPC se encuentran, entre otras:

- Actividades mineras
- Refinerías de petróleo
- Fundaciones, termoeléctricas y metalúrgicas
- Almacenamiento de plaguicidas
- Industrias manufactureras potencialmente contaminadoras
- Industrias artesanales potencialmente contaminadoras
- Rellenos y/o vertederos
- Botaderos clandestinos
- Industriales
- Zonas de derrames o accidentes químicos
- Almacenamiento transitorio de residuos peligrosos
- Aserraderos y cepilladura de madera

La metodología descrita en esta guía consta de 3 etapas: Fase I, en que se identifican, priorizan y jerarquizan los suelos con potencial presencia de contaminantes; Fase II, en que se realiza una evaluación preliminar sitio-específica del riesgo en un suelo, mediante la comparación con normativa de referencia; y Fase III, en que se realiza una evaluación del riesgo, se delimita la contaminación en el sitio y se propone un plan de acción.

Con la publicación de esta guía, el Ministerio comenzó a encargar estudios de diagnóstico de suelos con potencial presencia de contaminantes, elaborados con la metodología establecida para las distintas fases.

Particularmente en la región Metropolitana (RM), desde la aprobación de la guía se han ido identificando SPPC mediante un estudio de diagnóstico preparado por la Seremi MA RM el año 2013. A partir de este informe, el 2018 la Seremi invitó a los municipios de la RM para participar en la actualización de la información disponible. Además, durante el 2018 y 2019 se ejecutó la Fase I de la Guía, actualizando la identificación, priorización y jerarquización de los SPPC en la RM.

A partir de los estudios anteriormente mencionados, se identificaron 148 SPPC en la región, de los cuales 122 fueron priorizados y 39 de ellos fueron jerarquizados. La mayoría de estos SPPC corresponden a vertederos ilegales de residuos sólidos (VIRS) y pasivos ambientales (PAM), dejando fuera a otras actividades potencialmente contaminantes, lo que probablemente no refleja la realidad de la región.

Debido a lo anterior, el Ministerio y la Seremi consideran necesario actualizar y validar la información existente con el propósito de completar, complementar y/o corregir las Fases I (identificación, priorización, jerarquización de SPPC), registrando en la plataforma del MMA la base de datos, y proponer el avance de implementación de estudios Fase II y Fase III (evaluación de riesgo preliminar, evaluación de riesgo, y plan de acción).

En el presente estudio se considera implementar la Fase I: Identificación, Priorización y Jerarquización de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes, en la región Metropolitana.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Diagnóstico de suelos con potencial presencia de contaminantes en la Región Metropolitana de Santiago, a partir de la actualización de información y la aplicación de la Guía Metodológica MMA mediante la Resolución Exento N° 406/2013.

1.2.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos corresponden a:

- a) Actualizar la información existente correspondiente a los Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes (SPPC) de la Región Metropolitana de Santiago.
- b) Validar la información recopilada con trabajo de campo considerando elementos de la Guía Metodológica para su aplicación en los suelos de la Región Metropolitana de Santiago.
- c) Elaborar propuesta de avance para la implementación de la guía metodológica en la gestión de SPPC en la RMS.

1.3 Organización del informe

Este informe está organizado siguiendo un orden lógico de actividades, según lo indicado en la Guía Metodológica del MMA para la Fase I, es decir, comenzando por la etapa de identificación de SPPC, luego priorización y finalmente jerarquización. Además, para concluir, se incluye la sección de propuesta de avance en la implementación de la guía.

Cabe destacar que se incluyen en este informe el desarrollo de todas las actividades y subactividades realizadas indicados en las bases de licitación.

1.4 Antecedentes generales de la región metropolitana

1.4.1 Antecedentes político-administrativos

La Región Metropolitana (RM) es la única región mediterránea del país y la segunda más pequeña. Se ubica entre los 32°55' y los 34°19' de latitud sur, y entre los 69°47' y 71°43' longitud oeste.

Limita al Norte y Oeste con la Región de Valparaíso; al Sur con la Región de O'Higgins y al Este con la República Argentina. Su superficie alcanza los 15.403 km², representando un equivalente al 2% del territorio nacional (BCN, 2022).

En esta región se encuentra la sede central del Poder Ejecutivo y se localiza también la máxima instancia del Poder Judicial: la Corte Suprema.

Para la administración superior de la región, existe el Gobierno Regional, organismo autónomo que se preocupa por el desarrollo armónico y equitativo del territorio, impulsando su desarrollo económico, social y cultural. El órgano ejecutivo del gobierno regional en el cual reside la administración de la región es el Gobernador Regional. Por otro lado, quien ejerce las funciones y atribuciones del presidente de la República en cada región es el Delegado Presidencial Regional.

En la Región Metropolitana existen 52 comunas (de las cuales 34 son de zonas urbanas y 18 rurales) y se divide en 6 provincias, las cuales son: Santiago, Cordillera, Talagante, Maipo, Chacabuco y Melipilla (véase Figura 2 y Tabla 1). De estas, la provincia de Santiago concentra el 78% de la población regional y cuenta con la densidad poblacional más alta del país (Gobierno Regional Metropolitano, 2022).



Figura 2 – División político-administrativa de la Región Metropolitana. Provincias de Santiago (celeste), Cordillera (rosado), Talagante (naranja), Maipo (amarillo), Chacabuco (azul) y Melipilla (verde).

Fuente: Gobierno Regional Metropolitano (2022)

Tabla 1 – Provincias y comunas de la región Metropolitana

Provincia	Comuna	Provincia	Comuna
Santiago	Cerrillos	Santiago	Renca

Provincia	Comuna	Provincia	Comuna
	Cerro Navia		San Joaquín
	Conchalí		San Miguel
	El Bosque		San Ramón
	Estación Central		Santiago
	Huechuraba		Vitacura
	Independencia	Cordillera	Puente Alto
	La Cisterna		San José de Maipo
	La Florida		Pirque
	La Granja	Talagante	Isla de Maipo
	La Pintana		El Monte
	La Reina		Padre Hurtado
	Las Condes		Peñaflor
	Lo Barnechea		Talagante
	Lo Espejo	Maipo	San Bernardo
	Lo Prado		Calera de Tango
	Macul		Buín
	Maipú		Paine
	Ñuñoa	Chacabuco	Colina
	Pedro Aguirre Cerda		Lampa
	Peñalolén		Tiltil
	Providencia	Melipilla	Alhué
	Pudahuel		Curacaví
	Quilicura		María Pinto
	Quinta Normal		Melipilla
	Recoleta		San Pedro

Fuente: Elaboración propia en base a Gobierno Regional Metropolitano (2022).

1.4.2 Demografía

Acorde a los datos entregados por el último Censo realizado en el año 2017 por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE, 2018), la población de la región es de 7.112.808 habitantes, los que pueden ser clasificados como lo expuesto en la siguiente tabla.

Tabla 2 – Población de la Región Metropolitana

Población total	7.112.808
% Población rural	3,7%
% Población urbana	96,3%
<i>Mujeres</i>	3.650.541
<i>Hombres</i>	3.462.267
% Hombres	48,7%
% Mujeres	51,3%

<i>Pueblos originarios*</i>	718.394
% Pueblos Originarios	10,1%
<i>Número de Viviendas</i>	2.378.442

Fuente: INE (2018), en base a Censo realizado en 2017.

*Dato calculado en base a la Población Total.

Un 40,5% de la población nacional se encuentra en la región Metropolitana, esta tiene una tasa media anual de crecimiento 2002-2017 de 1,2 y su densidad de población es de 462 habitantes por kilómetro cuadrado (INE, 2018).

1.4.3 Geografía, hidrografía y clima

La región presenta tres unidades geomorfológicas principales, las cuales son: la Cordillera de los Andes, la Cuenca de Santiago y la Cordillera de la Costa.

La Cordillera de los Andes en esta región presenta las mayores alturas de la cordillera debido a la actividad volcánica presente. Entre estos se encuentra el Tupungato de 6.570 metros, San José de 5.856 metros, entre otros. La Cordillera de los Andes debido a la presencia de nieve permanente, proporciona a la región grandes recursos hídricos, mineros y turísticos (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN), 2022).

La Cuenca de Santiago tiene una longitud de 80 kilómetros en dirección Norte-Sur y 35 kilómetros de ancho Este-Oeste. El suelo de la Cuenca de Santiago se encuentra ocupada por el área urbana de la ciudad a 520 m s.n.m. (BCN, 2022).

En el caso de la Cordillera de la Costa, esta marca el límite con la Región de Valparaíso y se presenta como un cordón compacto Sur-Norte delimitando a la Cuenca de Santiago. El cordón de los cerros del Roble, la Campana, Vizcachas, el Roble Alto y los altos de Chicauma y Lipangue dan forma a la cuenca de Santiago por el oeste (BCN, 2022).

Zonas Climáticas de la región Metropolitana

Las principales características climáticas que presenta la región corresponden a dos tipos de clima templado de tipo mediterráneo: de estación seca larga y frío de alturas en la Cordillera de los Andes.

Este clima se presenta en toda la región e implica una fluctuación entre temperaturas que van desde los 0 grados hasta máximas sobre los 30 grados. Las precipitaciones se registran durante el invierno, especialmente en los meses de mayo, junio, julio y agosto.

Dentro de la Cuenca de Santiago existen diferencias climáticas locales que se generan por efecto del relieve, al pie oriental de la Cordillera de la Costa y, debido al rol de biombo climático de ésta, se presentan áreas con mayor sequedad, e incluso con características de semi-aridez.

La Cordillera de los Andes presenta bajas temperaturas y precipitaciones sólidas, clima frío de altura que se localiza por sobre los 3.000 metros de altura. Esto permite la acumulación de nieve y campos de hielo permanente en cumbres y quebradas de la alta cordillera (BCN, 2022).

Hidrografía de la región Metropolitana

Los recursos hídricos se dividen en superficiales y subterráneos. El principal colector de las aguas de la Región Metropolitana es el Río Maipo, el cual recibe en la cordillera tributarios de los ríos Volcán, Colorado y Yeso. En la Cuenca de Santiago recibe el río Mapocho el cual atraviesa la ciudad de Santiago y en el curso inferior recibe el estero Puangue (BCN, 2022).

El río Maipo tiene una extensión de 15.380 kilómetros cuadrados, se origina al pie del Volcán Maipo y tras un recorrido de 250 kilómetros, desemboca en el Océano Pacífico en la Región de Valparaíso. Su caudal medio anual es de 9,2 m³/segundo y presenta dos crecidas anuales, en invierno debido a las precipitaciones y en primavera producto del deshielo cordillerano (BCN, 2022).

1.4.4 Actividades productivas

Las principales actividades productivas de la región son los sectores silvoagropecuario, minería e industria (INE, 2012). Por otro lado, las actividades económicas que generan un mayor PIB corresponden a los comercios, restaurantes y hoteles, a los servicios financieros y empresariales y, a los servicios personales (Banco Central de Chile, 2020).

Un estudio de la dinámica económica regional del INE (2013), muestra que la mayor empleabilidad de los habitantes de la región Metropolitana corresponde al comercio, con un 22,7%, seguido de las industrias manufactureras con un 13,1%.

1.4.5 Biodiversidad

La biodiversidad, o diversidad biológica, corresponde a la “variabilidad de los organismos vivos de cualquier fuente, incluidos los que forman parte de los ecosistemas terrestres, marinos, otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (Naciones Unidas, 1992).

Por su parte, tanto la Ley N°19.300/1994 y sus modificaciones en la Ley N°20.417/2010, como la Estrategia Nacional de Biodiversidad la definen como la variabilidad entre los organismos vivos, que forman parte de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Incluye la diversidad dentro de una misma especie, entre especies y entre ecosistemas².

Los ecosistemas del país y sus especies nativas proveen importantes servicios, los que son aprovechados de distintas maneras por la sociedad, siendo la base de su bienestar. El propio desarrollo económico de nuestro país se basa en gran medida en la extracción y exportación de recursos naturales y biodiversidad y en el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos que ellos brindan³.

Cuando se hace un análisis en cuanto a los factores que inciden en la pérdida de biodiversidad, se mencionan como las principales amenazas la pérdida y fragmentación de los hábitats, sobreexplotación de especies y recursos, introducción de especies exóticas invasoras, contaminación ambiental y cambio climático. Se concluye que, en todas las amenazas mencionadas anteriormente, en cuanto a pérdida de Biodiversidad, tienen un factor u origen antrópico, es decir están estrechamente relacionados a actividades

²

https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2014/doc/estrategia/Estrategia_Regional_para_la_Conservacion_de_la_Biodiversidad_RMS_2015-2024,_2014.pdf

³ https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Estrategia_Nac_Biodiv_2017_30.pdf

humanas, lo cual es paradójico si entendemos nuestra dependencia hacia ella en cuanto a los diferentes beneficios y servicios que entregan los ecosistemas.

En la Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago 2015 – 2025 (Gobierno Regional Metropolitano, 2014) se reconoce que la diversidad biológica es un patrimonio que forma parte de la identidad territorial y contribuye al desarrollo sustentable y la competitividad de la Región Metropolitana de Santiago, mediante sus bienes y servicios ecosistémicos. Se reconocen 23 sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad que abarca cerca del 70% de la superficie total regional. En este sentido de un total de 30 comunas que poseen sitio prioritario, 18 de los cuales se asocian a localidades rurales de la región.

2 Identificación de SPPC de la región Metropolitana

La presente sección incluye la metodología y resultados del proceso de identificación de suelos con potencial presencia de contaminantes (SPPC), correspondiente al objetivo específico a) del estudio, que considera la actualización de la información existente de SPPC de la región Metropolitana, mediante las siguientes actividades:

- Recopilar, revisar y sistematizar antecedentes disponibles en relación a las actividades que dejaron de funcionar sin un adecuado plan de cierre.
- Recopilar estudios y/o trabajos de suelos con potencial presencia y/o contaminados de la RMS.
- Identificar los suelos que cumplan las condiciones para ser definidos como SPPC, y sistematizar y analizar información de estudios de fase II y III en SPPC de la región.
- Sistematizar la información en una base de datos.
- Elaborar bases de datos con información de SPPC identificados.
- Realizar reuniones con actores de interés para definir de la mejor manera la recopilación de la información.
- Realizar una reunión para presentación de resultados preliminares a la contraparte técnica.

2.1 Solicitudes de información a servicios públicos

Para realizar la recopilación de antecedentes, en primer lugar, la Seremi de Medio Ambiente RM envió oficios a servicios públicos relevantes en materia de suelos, y a las municipalidades de la región, para solicitar información sobre actividades que dejaron de funcionar sin un adecuado plan de cierre o directamente suelos con potencial presencia de contaminantes. A continuación, en la Tabla 3 se presenta el detalle de los servicios a los que se les solicitó información. En el Anexo 1 se incluyen los oficios de solicitud de información por parte de la Seremi de Medio Ambiente RM.

Tabla 3 – Información solicitada por Seremi de Medio Ambiente RM

Documento	Fecha	Servicio Público
Oficio 544	10/06/2022	BIDEMA Policía de Investigaciones de Chile Gobierno Regional, Región Metropolitana Delegación Presidencial Regional Metropolitana Delegado Presidencial de Santiago, Maipo, Chacabuco, Cordillera, Melipilla, Talagante

Documento	Fecha	Servicio Público
		Seremi de Salud RM Seremi de Minería RM Seremi de Obras Públicas RM Seremi de Vivienda y Urbanismo RM Seremi de Desarrollo Social y Familia RM Seremi de Bienes Nacionales RM Seremi de Economía RM Seremi de Agricultura RM Director/a General Regional de Aguas (DGA) RM Director/a Regional Vialidad, RM Director/a Regional Sernageomin RM Director/a Regional Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) RM Director/a Regional CONAF RM Director/a Regional ONEMI RM Director/a Regional Sernapesca RM Director/a Regional SERVIU RM Superintendencia del Medio Ambiente RM Ilustre Municipalidad de: Cerrillos, Cerro Navia, Conchalí, El Bosque, Estación Central, Huechuraba, Independencia, La Cisterna, La Florida, La Granja, La Pintana, La Reina, Las Condes, Lo Barnechea, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, Maipú, Ñuñoa, Pedro Aguirre Cerda, Peñalolén, Providencia, Pudahuel, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta, Renca, San Joaquín, San Miguel, San Ramón, Santiago, Vitacura, Puente Alto, San José de Maipo, Pirque, Isla de Maipo, El Monte, Padre Hurtado, Peñaflo, Talagante, San Bernardo, Calera de Tango, Buin, Paine, Colina, Lampa, Tiltill, Alhué, Curacaví, María Pinto, Melipilla, San Pedro
Oficio 561	16/06/2022	Superintendencia de Electricidad y Combustibles

Fuente: Elaboración propia

A partir de los oficios enviados, se obtuvieron 19 respuestas de servicios públicos, que se detallan a continuación. En el Anexo 2 se presentan los oficios y cartas de respuesta.

Tabla 4 – Información entrega por Servicios Públicos consultados

Remitente	Documento	Fecha	Resumen de respuesta
Seremi MINVU RM	Oficio 745	17/06/2022	No dispone de información sobre SPPC
Seremi Agricultura RM	Oficio 147	22/06/2022	No dispone de información sobre SPPC
BIDEMA	Oficio 452	29/06/2022	No dispone de información sobre SPPC
Ministerio de Bienes Nacionales	Correo electrónico	01/07/2022	Planilla y shapefile con actividades potencialmente contaminantes en suelo fiscal (sin información de RM)

Remitente	Documento	Fecha	Resumen de respuesta
Seremi MDSF RM	Oficio 420	11/07/2022	No dispone de información sobre SPPC
Municipalidad Peñaflo	Oficio 695	05/07/2022	Se indican 9 posibles SPPC. Se incluye kmz con ubicación
Municipalidad Vitacura	Oficio 84	12/07/2022	No existen SPPC en la comuna
Ministerio de Obras Públicas	Oficio 448	13/07/2022	Información de vertederos ilegales de residuos sólidos (catastro 2017)
Municipalidad San Bernardo	Oficio 1851	04/07/2022	Se indican 3 microbasurales con su dirección
Municipalidad La Granja	Oficio 449/286	09/08/2022	Se indica listado con dirección de posibles SPPC
Municipalidad Providencia	Oficio 3629	08/08/2022	Se indica listado con dirección de posibles SPPC
Seremi Salud RM	Oficio 2420	10/08/2022	Se entrega base de datos con información de vertederos ilegales de residuos sólidos
Municipalidad Las Condes	Oficio 18	12/08/2022	No existen SPPC en la comuna
Municipalidad Talagante	Oficio 477	12/08/2022	Se indican 2 posibles SPPC
Municipalidad Isla de Maipo	Correo electrónico	17/08/2022	Se indican 24 posibles SPPC. Se incluye kmz con ubicación
Municipalidad Peñalolén	Oficio 2700/51	17/08/2022	Se indican 14 posibles SPPC
Municipalidad Maipú	Oficio 02997	22/08/2022	Se indican 92 posibles SPPC
Superintendencia de Electricidad y Combustibles, región Metropolitana	Correo electrónico	22/08/2022	Se entrega planilla con información de estanques de combustible inactivos (notificaciones de término)
Comisión Nacional de Energía	Carta	06/09/2022	Se envía kml con ubicación de EESS de todo el país

Fuente: Elaboración propia

2.2 Recopilación de información de otras fuentes

Adicionalmente a los datos entregados por los servicios públicos consultados, se recopiló información catastrada por Sernageomin, disponible públicamente:

- Catastro de faenas mineras abandonadas, actualizado a 2019
- Catastro de depósitos de relaves, actualizado a 2020

Asimismo, se realizó una incorporación de sitios de los que haya tenido conocimiento la consultora y/o indicados por la contraparte, que estén asociados a actividades potencialmente contaminantes, por ejemplo, aeródromos y aeropuertos (centros de mantenimientos de aeronaves), talleres de mantención de Metro (maestranzas), industrias, entre otros.

Además, se coordinó una reunión con profesionales de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) de la Seremi del Medio Ambiente (ver detalle en sección 10), quienes indicaron suelos con potencial presencia de

contaminantes en la región según su conocimiento en la temática de EAE regional. La información enviada a partir de la reunión se presenta en el Anexo 3.

Por otra parte, se realizó una recopilación de estudios de suelos con potencial presencia de contaminantes en los que se haya hecho un catastro de estos. Estos fueron enviados por la contraparte técnica. Los estudios, informes y catastros revisados se presentan a continuación.

- “Inventario nacional de sitios con potencial presencia de contaminantes orgánicos persistentes” (Ministerio del Medio Ambiente – IdeAmbiente, 2017)
- “Diagnóstico regional de suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes 2013 y 2019” (Ministerio del Medio Ambiente, 2019)
- “Reporte del Estado del Medio Ambiente” (Ministerio del Medio Ambiente, 2020)
- Listado de vertederos ilegales región Metropolitana (Ministerio del Medio Ambiente, 2019)
- “Estudio del relave “Los Maquis”, comuna de Paine, y su posible potencial para generar contaminación” (Herrera, 2017)
- “Estudio del relave abandonado Anita, comuna de Tiltil y sus posibles implicancias a la comunidad” (Muñoz, 2017)
- “Aproximación a un estudio de estabilidad química de residuos mineros generados por labores mineras en el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata, región Metropolitana” (Valenzuela, 2020)

Por último, se realizó una revisión de estudios de diagnóstico de suelos con potencial presencia de contaminantes en la región, particularmente en que se haya realizado fase II y III, según la Guía Metodológica. Estos corresponden a los siguientes:

- “Evaluación confirmatoria sitio-específico del riesgo ambiental en sitios con potencial presencia de contaminantes” (Ministerio del Medio Ambiente – CENMA, 2017)
- “Estudio ambiental del Ex Vertedero La Cañamera como fuente de contaminación” (Ilustre Municipalidad de Puente Alto – CENMA, 2013)

2.3 Resumen de fuentes de información

En resumen, las fuentes de información consideradas para la recopilación de SPPC en la región Metropolitana corresponden a las siguientes. Cabe considerar que muchos sitios se repiten en varias fuentes de información, por lo que algunas de estas no se incluyen como tal en la base de datos consolidada. Sin embargo, toda fue revisada y los datos fueron borrados solo luego de verificación manual de su ubicación.

Tabla 5 – Fuentes de información utilizadas para la recopilación de SPPC

Fuente	Descripción
CENMA 2013 ⁴	“Estudio ambiental del Ex Vertedero La Cañamera como fuente de contaminación”. Estudio realizado para la Ilustre Municipalidad de Puente Alto

⁴ Estudio está disponible en Anexo 8, en la carpeta “13-0109 Ex Vertedero La Cañamera”

Fuente	Descripción
CENMA 2017 ⁵	“Evaluación confirmatoria sitio-específico del riesgo ambiental en sitios con potencial presencia de contaminantes”. Estudio realizado para el Ministerio del Medio Ambiente
Herrera 2017 ⁶	“Estudio del relave “Los Maquis”, comuna de Paine, y su posible potencial para generar contaminación”. Memoria para optar a título, Universidad Andrés Bello
Muñoz 2017 ⁷	“Estudio del relave abandonado Anita, comuna de Tiltil y sus posibles implicancias a la comunidad”. Memoria para optar a título, Universidad Andrés Bello
Valenzuela 2020 ⁸	“Aproximación a un estudio de estabilidad química de residuos mineros generados por labores mineras en el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata, región Metropolitana”. Memoria para optar a título, Universidad Andrés Bello
Municipalidad Talagante 2022	Respuesta de Municipalidad de Talagante a solicitud de información de la Seremi MA RMS
Municipalidad Peñaflor 2022	Respuesta de Municipalidad de Peñaflor a solicitud de información de la Seremi MA RMS
Municipalidad Isla de Maipo 2022	Respuesta de Municipalidad de Isla de Maipo a solicitud de información de la Seremi MA RMS
Municipalidad San Bernardo 2022	Respuesta de Municipalidad de San Bernardo a solicitud de información de la Seremi MA RMS
Municipalidad Peñalolén 2022	Respuesta de Municipalidad de Peñalolén a solicitud de información de la Seremi MA RMS
Municipalidad Maipú 2022	Respuesta de Municipalidad de Maipú a solicitud de información de la Seremi MA RMS
Municipalidad La Granja 2022	Respuesta de Municipalidad de La Granja a solicitud de información de la Seremi MA RMS
EnSoil 2022	Recopilación de la consultora
EAE 2022	Información entregada en reunión con EAE de la Seremi MA RMS
CNE 2022	Comisión Nacional de Energía (CNE): web ⁹ e información enviada
MMA 2019	Diagnóstico regional de suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes 2013 y 2019. Ministerio del Medio Ambiente
COPs 2017	“Inventario nacional de sitios con potencial presencia de contaminantes orgánicos persistentes (COPs)”. MMA - IdeAmbiente
Sernageomin 2019	Catastro de faenas mineras abandonadas ¹⁰
Sernageomin 2020	Catastro de depósitos de relaves ¹¹
REMA 2020	Reporte del Estado del Medio Ambiente. (Archivo Excel entregado por la Seremi MA RM)

⁵ Estudio está disponible en Anexo 8, en las carpetas “13-0110 Campamento Fundo Porvenir” y “13-0111 Vertedero ilegal San Bernardo”

⁶ Estudio está disponible en Anexo 8, en la carpeta “13-0841 Relave Los Maquis de Rangue”

⁷ Estudio está disponible en Anexo 8, en la carpeta “13-0837 Planta Anita”

⁸ Estudio está disponible en Anexo 8, en la carpeta “13-0112 Quebrada de la Plata”

⁹ Disponible en: <https://energiamaps.cne.cl/#>

¹⁰ Disponible en: <https://www.sernageomin.cl/investigacion-de-faenas-abandonadas/>

¹¹ Disponible en: <https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-de-relaves/>

Fuente	Descripción
VIRS 2017 MOP	Listado de vertederos ilegales de residuos sólidos enviado por Ministerio de Obras Públicas (MOP)
VIRS 2019	Listado de vertederos ilegales de residuos sólidos MMA
SEC 2022	Información entregada por SEC de estaciones de servicio paralizadas
Seremi de Salud 2022	Información entregada por Seremi de Salud Región Metropolitana de Santiago

Fuente: Elaboración propia

2.4 Actividades potencialmente contaminantes

Como se indicó en la introducción, un suelo potencialmente contaminante se identifica como tal cuando en este se ha realizado o se realiza una actividad potencialmente contaminante (APC) de suelos. La Guía metodológica define en su Anexo 1 un listado de 104 APC para este fin, sin embargo, paralelamente a esta consultoría, se realizó el estudio “Actualización catastro nacional de suelos con potencial presencia de contaminantes” (Ministerio del Medio Ambiente – IdeAmbiente, 2022), que tenía dentro de sus objetivos actualizar el listado de APC, proceso en el cual también se prestó apoyo.

De esta forma, se elaboró un nuevo listado que define de mejor manera las actividades, agrupa actividades similares e incluye actividades no consideradas anteriormente. Este listado, de 25 APC (subdivididas a su vez en subactividades o procesos), reemplaza entonces al listado de 104 APC de la Guía; y fue el utilizado para definir los sitios a incluir en el listado de SPPC.

Por su parte, cada actividad potencialmente contaminante se asocia a un rubro genérico: minería, residuos, industria o manufactura u otro. El listado de APC actualizado junto con su rubro asociado se presenta en la Tabla 6.

Tabla 6 – Listado de actividades potencialmente contaminantes actualizado y rubros

Actividad potencialmente contaminante	Rubro
Industria de Cemento (portland, siderúrgicos, y puzolánicos), Hormigón, Asfalto y fibrocemento	Industria o manufactura
Reciclaje de baterías de plomo-ácido e industriales	Industria o manufactura
Reciclaje de residuos electrónicos y pilas	Residuos
Reciclaje y valorización de residuos	Residuos
Formulación o fabricación de productos químicos	Industria o manufactura
Sitios de maniobras militares o campos de tiro	Otros
Disposición de residuos sólidos	Residuos
Desarrollo minero de petróleo y gas	Minería
Industria Forestal	Industria o manufactura
Estaciones de servicio de combustibles	Otros
Talleres mecánicos	Otros
Industria de la curtiembre	Industria o manufactura
Fabricación de muebles a nivel industrial	Industria o manufactura
Puertos	Otros
Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro	Minería

Actividad potencialmente contaminante	Rubro
Disposición de Residuos Mineros Masivos	Minería
Extracción y procesamiento de mineral de Hierro y Acero	Industria o manufactura
Extracción y procesamiento de mineral de Carbón	Minería
Extracción y procesamiento de mineral de Plomo	Minería
Minería no metálica	Minería
Generación de energía eléctrica > 3MW	Industria o manufactura
Maestranzas, astilleros y centros de mantenimientos de aeronaves	Otros
Tratamiento y revestimiento de metales	Industria o manufactura
Mal manejo de sustancias peligrosas	Otros
Otra actividad contaminante con evidencia directa de contaminación en suelo	Otros

Fuente: Elaboración propia a partir de Ministerio del Medio Ambiente – IdeAmbiente (2022)

2.5 Sistematización en base de datos

Se desarrolló una base de datos para incluir la información recopilada de los SPPC identificados. Esta planilla fue completada y actualizada de manera progresiva, según se iba obteniendo nueva información. Además, fue refinada constantemente, eliminando sitios duplicados provenientes de distintas fuentes de información, como también aquellos sitios que no cumplían con los criterios para ser considerados potencialmente contaminantes, como discutido en la sección anterior. Esta base de datos, consolidada con los resultados del estudio, fue cargada a la Plataforma Web de SPPC del Ministerio del Medio Ambiente, como se detalla en la sección 6.

Los campos de información que contiene la base de datos se presentan a continuación, junto con la explicación de cada uno.

Tabla 7 – Campos de información para base de datos

Campo de información	Explicación	Tipo de campo
CÓDIGO SPPC	Código del SPPC en formato RR-XXXX (RR: codificación numérica para región; XXXX: número correlativo de 4 dígitos que se reinicia para cada región).	Fijo
REGIÓN	Nombre de la región	Fijo
PROVINCIA	Nombre de la provincia	Fijo
COMUNA	Nombre de la comuna	Fijo
NOMBRE SPPC	Nombre con el que se conoce el SPPC. Puede ser preliminarmente el nombre del proyecto/instalación obtenido de la fuente original de información, y que luego, al visitar, se actualice.	Actualizable
TITULAR	Titular responsable de la actividad potencialmente contaminante (puede o no ser el dueño del terreno).	Actualizable. En caso de no disponer de información, indicar "Sin información". Si es que no se tiene información confirmada, indicar lo más probable, y señalar

Campo de información	Explicación	Tipo de campo
		al lado entre paréntesis "(preliminar)".
ACTIVIDAD POTENCIALMENTE CONTAMINANTE	Actividad potencialmente contaminante principal, según estudio MMA/IdeAmbiente (2022).	Actualizable. La APC principal puede pasar a secundaria y viceversa. Puede indicar entre paréntesis "(preliminar)" si no se tiene información confirmada.
ACTIVIDAD POTENCIALMENTE CONTAMINANTE 2	Actividad potencialmente contaminante secundaria, de existir más de una APC, según estudio MMA/IdeAmbiente (2022).	Actualizable. Si no hay APC secundaria, dejar vacío el campo. Puede indicar entre paréntesis "(preliminar)" si no se tiene información confirmada.
PROCESOS INDUSTRIALES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES	Señalarlo por actividad potencialmente contaminante (o al menos para la principal).	Actualizable
POTENCIALES CONTAMINANTES	Señalarlo por actividad potencialmente contaminante (o al menos para la principal).	Actualizable
LATITUD	Coordenada en grados decimales	Fijo
LONGITUD	Coordenada en grados decimales	Fijo
ESTE	Coordenada Este UTM	Fijo
NORTE	Coordenada Norte UTM	Fijo
DATUM	Datum WGS84	Fijo
HUSO	Huso 19	Fijo
DIRECCIÓN O REFERENCIA	Información de referencia o dirección de estar disponible.	Actualizable. En los sitios visitados, indicar dirección confirmada. En caso de no disponer de información, indicar "Sin información". Si es que no se tiene información confirmada, indicar lo más probable, y señalar al lado entre paréntesis "(preliminar)".
TENENCIA (privado o fiscal)	Tenencia del sitio: privado o fiscal.	Actualizable. En caso de no disponer de información, indicar "Sin información". Si es que no se tiene información confirmada, indicar lo más probable, y señalar al lado entre paréntesis "(preliminar)".

Campo de información	Explicación	Tipo de campo
CONDICIÓN (activo, inactivo o abandonado)	Condición del SPPC y la actividad potencialmente contaminante. <u>Suelo activo</u> : aquel en el cual exista una APC productiva/industrial en operación y exista también un titular definido, responsable de esta, que puede o no ser el propietario del terreno. <u>Suelo inactivo</u> : aquel en el que haya existido una APC, cuyo titular está identificado, pero no esté ejecutándose en el momento (pudiendo existir otra actividad no potencialmente contaminante activa). <u>Suelo abandonado</u> : aquel en el que se haya desarrollado una APC en el pasado, de la cual no es posible distinguir o individualizar al titular que ejecutó la acción contaminante, independientemente de que sea el propietario del terreno y/o se trate de un privado o del Estado.	Actualizable. En caso de no disponer de información, indicar "Sin información". Si es que no se tiene información confirmada, indicar lo más probable, y señalar al lado entre paréntesis "(preliminar)".
AÑO CESE ACTIVIDAD	Año en que cesó la actividad potencialmente contaminante, solo para el caso de suelos inactivos y abandonados. Es relevante, ya que se relaciona con los contaminantes que podrían estar presentes en el suelo.	Fijo
ESTADO INVESTIGACIÓN (fase I, fase II, fase III)	Última fase de estudio realizado al SPPC, según las fases de la Guía Metodológica MMA.	Actualizable
OBSERVACIONES	Información adicional relevante sobre el SPPC y/o la base de datos.	Actualizable
FUENTE	Fuente de información desde donde se identificó el SPPC, o el estudio desde el cual se ingresó la información de la base de datos. En este último caso, probablemente el SPPC estará asociado a un N° SPPC original.	Fijo
AÑO INGRESO REGISTRO	Año en que se ingresó el SPPC al registro. En este caso, todos los SPPC se registraron el 2022.	Fijo
N° SPPC original	Número del SPPC de la base de datos o fuente de información original. Esto para tener trazabilidad y poder volver a información original si es necesario.	Fijo
RUBRO	Indicador de SPPC por rubro: minería, residuos, industria o manufactura, silvoagropecuario y otros.	Fijo

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo de esta actividad, se agregó a la base de datos generada las referencias geográficas de cada SPPC en coordenadas UTM WGS84 huso 19, además de coordenadas geográficas latitud y longitud, de manera que pueda ser leída en SIG. Las coordenadas de georreferenciación se obtuvieron a partir de las fuentes de información consultadas para cada SPPC y se verificaron, además, manualmente mediante programas de visualización geográfica como Google Earth, en caso necesario.

2.6 Resultados de la identificación

En esta sección se presentan los resultados del proceso de identificación de SPPC en la región Metropolitana, considerando los rubros y actividades potencialmente contaminantes (sección 2.4), y condición (activo, inactivo, abandonado) de estos, primero de manera general en la región y luego por provincia.

Toda la información mostrada en esta sección se presenta en la base de datos consolidada (Anexo 4), a la que es posible referirse para mayor detalle.

2.6.1 Resultados generales de la región

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los SPPC identificados (que incluyen activos, inactivos y abandonados), según la provincia en que se localizan y según el rubro de la actividad realizada en el sitio.

Tabla 8 – Resultados de identificación por provincia y por rubro

Provincia	Industria o manufactura	Minería	Residuos	Otros	Total
Santiago	53	16	155	404	628
Chacabuco	3	52	25	31	111
Maipo	7	2	32	52	93
Melipilla		14	9	24	47
Talagante	1	7	22	35	65
Cordillera	2	1	20	30	53
Total	66	92	263	576	997

Fuente: Elaboración propia

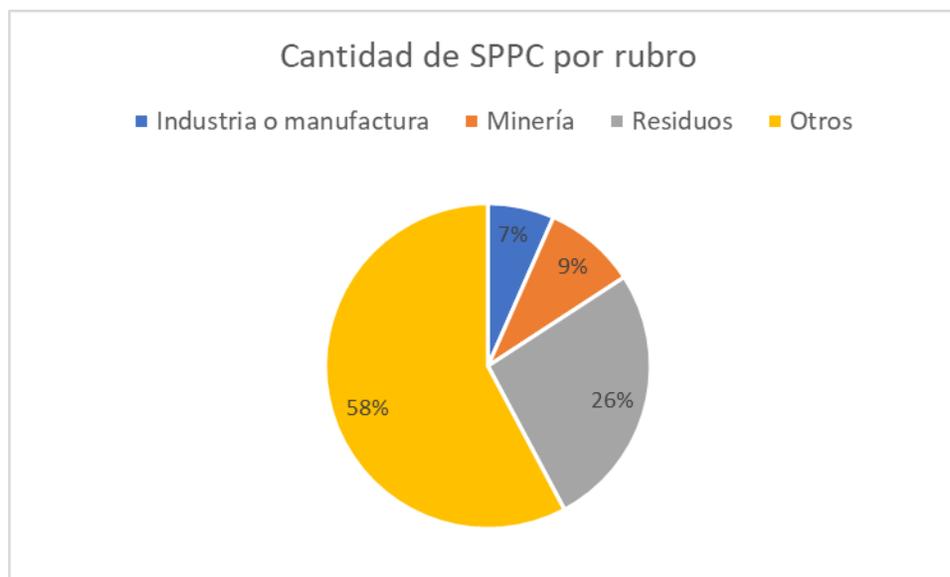


Figura 3 – Resultados de identificación por rubro en la región

Fuente: Elaboración propia

A partir de la tabla y figura anteriores, se destaca que la mayor cantidad de SPPC en la región corresponden al rubro “otros” (576 SPPC, que como se puede ver en la Tabla 9 corresponde principalmente a estaciones de servicio). La mayoría de estos están presentes en la provincia de Santiago (que tiene la mayor densidad poblacional), seguido por Maipo, Talagante, Chacabuco, Cordillera y Melipilla. El segundo rubro más importante es “residuos” (263 SPPC), que considera principalmente vertederos ilegales de residuos sólidos, encontrándose principalmente en la provincia de Santiago. El rubro de “minería” abarca 92 SPPC, la mayor parte de estos se encuentran en la provincia de Chacabuco. Por último, el rubro “industria o manufactura” (66 SPPC) se concentra principalmente en la provincia de Santiago.

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los SPPC identificados, según su actividad potencialmente contaminante y rubro.

Tabla 9 – Resultados de identificación por actividad potencialmente contaminante en la región

Actividad potencialmente contaminante	Rubro	Cantidad de SPPC	Porcentaje del total
Desarrollo minero de petróleo y gas	Minería	10	1,0%
Disposición de Residuos Mineros Masivos	Minería	21	2,1%
Disposición de residuos sólidos	Residuos	248	24,9%
Estaciones de servicio de combustibles	Otros	539	54,1%
Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro	Minería	60	6,0%
Extracción y procesamiento de mineral de Hierro y Acero	Industria o manufactura	24	2,4%
Extracción y procesamiento de mineral de Plomo	Minería	1	0,1%
Formulación o fabricación de productos químicos	Industria o manufactura	24	2,4%
Generación de energía eléctrica > 3MW	Industria o manufactura	1	0,1%
Industria de Cemento (portland, siderúrgicos, y puzolánicos), Hormigón, Asfalto y fibrocemento	Industria o manufactura	9	0,9%
Industria de la curtiembre	Industria o manufactura	2	0,2%
Industria Forestal	Industria o manufactura	1	0,1%
Maestranzas, astilleros y centros de mantenimientos de aeronaves	Otros	35	3,5%
Reciclaje de residuos electrónicos y pilas	Residuos	3	0,3%
Reciclaje y valorización de residuos	Residuos	12	1,2%
Sitios de maniobras militares o campos de tiro	Otros	1	0,1%
Talleres mecánicos	Otros	1	0,1%
Tratamiento y revestimiento de metales	Industria o manufactura	5	0,5%
Total		997	100%

Fuente: Elaboración propia

A partir de la tabla anterior, destaca que la mayor cantidad de SPPC en la región Metropolitana se deben a actividades relacionadas a las estaciones de servicio de combustible (54,1%), la disposición de residuos (24,9%) y las faenas y relaves mineros (8,2%).

Por último, en la Tabla 10 se presenta un resumen del número de sitios según su estado (abandonado, activo o inactivo). Cabe destacar que se incluye una categoría “Sin información”, que corresponde a aquellos

suelos que, con la información existente, no puede determinarse su estado y que requerirían una confirmación en terreno para identificarlo.

Tabla 10 – Resumen de SPPC por estado en la región

Estado	Cantidad de SPPC
Activo	660
Inactivo	27
Abandonado	146
Sin información	164

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 4 se presenta un mapa con la ubicación de todos los SPPC identificados en la región Metropolitana.

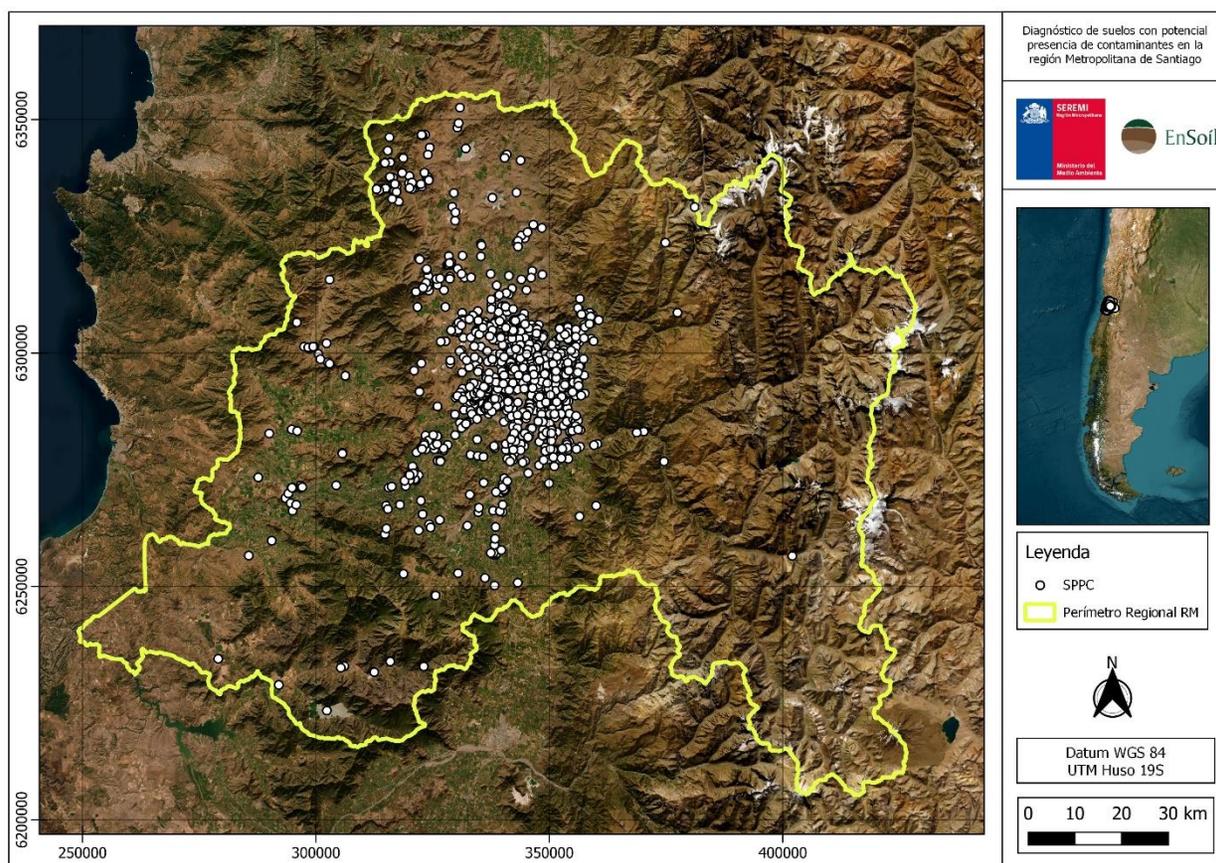


Figura 4 – Mapa con ubicación de los SPPC identificados en la región

Fuente: Elaboración propia

2.6.2 Resultados provincia de Santiago

A continuación, en la Tabla 11 se presenta un cuadro resumen de los SPPC identificados (que incluyen activos, inactivos y abandonados), según la comuna en que se localizan y según el rubro de la actividad realizada en el sitio.

Al respecto se puede señalar que la mayor cantidad SPPC de la provincia se asocian al rubro “otros” (que como visto en la sección anterior corresponde principalmente a estaciones de servicio) y se presentan principalmente en las comunas de Santiago, Maipú y Ñuñoa. El rubro “residuos” es el segundo más importante en la provincia, cuyos SPPC se ubican mayoritariamente en las comunas de Maipú, Pudahuel y Quilicura. Le sigue los SPPC asociados al rubro “industria o manufactura” que se ubican principalmente en las comunas de Maipú, y luego, en cantidad mucho menor, en Quilicura y Peñalolén. Por último, los SPPC asociados al rubro de “minería” se presentan solo en las comunas de Maipú principalmente, y en Lo Barnechea y Pudahuel.

De manera general, se puede indicar que el mayor número de SPPC se ubica en las comunas de Maipú, Pudahuel y Quilicura; además todas las comunas de la provincia presentan al menos un SPPC. Un mayor detalle de los SPPC de la provincia de Santiago se puede ver en la base de datos presentada en el Anexo 4, en la que se puede filtrar por provincia y por comuna.

Tabla 11 – Resultados de identificación por comuna y rubro en provincia de Santiago

Comuna	Industria o manufactura	Minería	Residuos	Otros	Total
Cerrillos			5	12	17
Cerro Navia			3	3	6
Conchalí	2		1	9	12
El Bosque			1	10	11
Estación Central			1	12	13
Huechuraba			1	9	10
Independencia				15	15
La Cisterna				7	7
La Florida			1	20	21
La Granja	1			4	5
La Pintana			15	9	24
La Reina			1	8	9
Las Condes				21	21
Lo Barnechea		2		14	16
Lo Espejo			1	2	3
Lo Prado				3	3
Macul	1			9	10
Maipú	29	12	53	27	121
Ñuñoa				25	25
Pedro Aguirre Cerda			3	8	11
Peñalolén	5		2	17	24
Providencia				22	22
Pudahuel	1	2	28	12	43
Quilicura	7		23	13	43
Quinta Normal	2		5	17	24

Comuna	Industria o manufactura	Minería	Residuos	Otros	Total
Recoleta				12	12
Renca	3		10	8	21
San Joaquín	1			11	12
San Miguel	1			10	11
San Ramón				5	5
Santiago			1	34	35
Vitacura				16	16
Total Santiago	53	16	155	404	628

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la condición de los sitios ubicados en la provincia de Santiago, se puede señalar que la mayoría corresponde a SPPC activos, seguido por abandonados e inactivos, como se presenta en la Tabla 12 (notar la cantidad de SPPC en que no se tiene información sobre su condición).

Tabla 12 – Resumen de SPPC por estado en provincia de Santiago

Estado	Cantidad de SPPC
Activo	460
Inactivo	15
Abandonado	41
Sin información	112

Fuente: Elaboración propia

2.6.3 Resultados provincia de Chacabuco

A continuación, en la Tabla 13 se presenta un cuadro resumen de los SPPC identificados (que incluyen activos, inactivos y abandonados), según la comuna en que se localizan y según el rubro de la actividad realizada en el sitio.

Al respecto se puede señalar que la mayor cantidad SPPC de la provincia se asocian al rubro “minería” y se presentan en su mayoría en la comuna de Tilttil, seguido de Lampa y Colina. El rubro “otros” (que corresponde principalmente a estaciones de servicio) es el segundo más importante en la provincia, cuyos SPPC se ubican mayoritariamente en las comunas de Colina y Lampa. Le sigue los SPPC asociados al rubro “residuos” que se ubican principalmente en las comunas de Lampa, seguido de Colina y Tilttil. Por último, los SPPC asociados al rubro de “industria o manufactura” se presentan en las tres comunas con un SPPC en cada una.

De manera general, se puede indicar que el mayor número de SPPC se ubica en la comuna de Tilttil, seguido de Lampa y Colina; además todas las comunas de la provincia presentan al menos un SPPC. Un mayor detalle de los SPPC de la provincia de Chacabuco se puede ver en la base de datos presentada en el Anexo 4, en la que se puede filtrar por provincia y por comuna.

Tabla 13 – Resultados de identificación por comuna y rubro en provincia de Chacabuco

Comuna	Industria o manufactura	Minería	Residuos	Otros	Total
Colina	1	1	6	17	25

Comuna	Industria o manufactura	Minería	Residuos	Otros	Total
Lampa	1	12	16	10	39
Tiltil	1	39	3	4	47
Total Chacabuco	3	52	25	31	111

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la condición de los sitios ubicados en la provincia de Chacabuco, se puede señalar que la mayoría corresponde a SPPC abandonados, seguido por activos e inactivos, como se presenta en la Tabla 14 (notar la cantidad de SPPC en que no se tiene información sobre su condición).

Tabla 14 – Resumen de SPPC por estado en provincia de Chacabuco

Estado	Cantidad de SPPC
Activo	39
Inactivo	5
Abandonado	56
Sin información	11

Fuente: Elaboración propia

2.6.4 Resultados provincia de Maipo

A continuación, en la Tabla 15 se presenta un cuadro resumen de los SPPC identificados (que incluyen activos, inactivos y abandonados), según la comuna en que se localizan y según el rubro de la actividad realizada en el sitio.

Al respecto se puede señalar que la mayor cantidad SPPC de la provincia se asocian al rubro “otros” (que corresponde principalmente a estaciones de servicio) y se presentan principalmente en las comunas de San Bernardo, Paine y Buin. El rubro “residuos” es el segundo más importante en la provincia, cuyos SPPC se ubican mayoritariamente en las comunas de San Bernardo, Buin y Paine. Le sigue los SPPC asociados al rubro “industria o manufactura” que se ubican únicamente en la comuna de San Bernardo. Por último, los SPPC asociados al rubro de “minería” se presentan solo en las comunas de Paine y San Bernardo, con un SPPC en cada una.

De manera general, se puede indicar que el mayor número de SPPC se ubica en las comunas de San Bernardo, Buin y Paine; además todas las comunas de la provincia presentan al menos un SPPC. Un mayor detalle de los SPPC de la provincia de Maipo se puede ver en la base de datos presentada en el Anexo 4, en la que se puede filtrar por provincia y por comuna.

Tabla 15 – Resultados de identificación por comuna y rubro en provincia de Maipo

Comuna	Industria o manufactura	Minería	Residuos	Otros	Total
Buin			6	9	15
Calera de Tango				5	5
Paine		1	4	10	15
San Bernardo	7	1	22	28	58
Total Maipo	7	2	32	52	93

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la condición de los sitios ubicados en la provincia de Maipo, se puede señalar que la mayoría corresponde a SPPC activos, seguido por abandonados e inactivos, como se presenta en la Tabla 16 (notar la cantidad de SPPC en que no se tiene información sobre su condición).

Tabla 16 – Resumen de SPPC por estado en provincia de Maipo

Estado	Cantidad de SPPC
Activo	69
Inactivo	2
Abandonado	10
Sin información	12

Fuente: Elaboración propia

2.6.5 Resultados provincia de Melipilla

A continuación, en la Tabla 17 se presenta un cuadro resumen de los SPPC identificados (que incluyen activos, inactivos y abandonados), según la comuna en que se localizan y según el rubro de la actividad realizada en el sitio.

Al respecto se puede señalar que la mayor cantidad SPPC de la provincia se asocian al rubro “otros” (que corresponde principalmente a estaciones de servicio) y se presentan principalmente en las comunas de Melipilla y Curacaví. El rubro “minería” es el segundo más importante en la provincia, cuyos SPPC se ubican en las comunas de Curacaví, Alhué y Melipilla. Por último, los SPPC asociados al rubro de “residuos” se presentan también en las comunas de Melipilla, Alhué y Curacaví. No hay en la provincia SPPC asociados al rubro “industria o manufactura”.

De manera general, se puede indicar que el mayor número de SPPC se ubica en las comunas de Melipilla, Curacaví y Alhué; además todas las comunas de la provincia presentan al menos un SPPC. Un mayor detalle de los SPPC de la provincia de Melipilla se puede ver en la base de datos presentada en el Anexo 4, en la que se puede filtrar por provincia y por comuna.

Tabla 17 – Resultados de identificación por comuna y rubro en provincia de Melipilla

Comuna	Industria o manufactura	Minería	Residuos	Otros	Total
Alhué		4	3	2	9
Curacaví		6	2	4	12
María Pinto				2	2
Melipilla		4	4	15	23
San Pedro				1	1
Total Melipilla	0	14	9	24	47

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la condición de los sitios ubicados en la provincia de Melipilla, se puede señalar que la mayoría corresponde a SPPC activos, seguido por abandonados e inactivos, como se presenta en la Tabla 18 (notar la cantidad de SPPC en que no se tiene información sobre su condición).

Tabla 18 – Resumen de SPPC por estado en provincia de Melipilla

Estado	Cantidad de SPPC
Activo	23
Inactivo	3
Abandonado	15
Sin información	6

Fuente: Elaboración propia

2.6.6 Resultados provincia de Talagante

A continuación, en la Tabla 19 se presenta un cuadro resumen de los SPPC identificados (que incluyen activos, inactivos y abandonados), según la comuna en que se localizan y según el rubro de la actividad realizada en el sitio.

Al respecto se puede señalar que la mayor cantidad SPPC de la provincia se asocian al rubro “otros” (que corresponde principalmente a estaciones de servicio) y se presentan principalmente en las comunas de Talagante y Peñaflor. El rubro “residuos” es el segundo más importante en la provincia, cuyos SPPC se ubican mayoritariamente en las comunas de Peñaflor, Talagante y Padre Hurtado. Le sigue los SPPC asociados al rubro “minería” que se ubican principalmente en las comunas de Isla de Maipo y Padre Hurtado. Por último, solo un SPPC se asocia al rubro de “industria o manufactura” y se ubica en la comuna de Padre Hurtado.

De manera general, se puede indicar que el mayor número de SPPC se ubica en las comunas de Peñaflor, Talagante y Padre Hurtado; además todas las comunas de la provincia presentan al menos un SPPC. Un mayor detalle de los SPPC de la provincia de Talagante se puede ver en la base de datos presentada en el Anexo 4, en la que se puede filtrar por provincia y por comuna.

Tabla 19 – Resultados de identificación por comuna y rubro en provincia de Talagante

Comuna	Industria o manufactura	Minería	Residuos	Otros	Total
El Monte			2	4	6
Isla de Maipo		3	1	4	8
Padre Hurtado	1	2	4	4	11
Peñaflor		1	10	11	22
Talagante		1	5	12	18
Total Talagante	1	7	22	35	65

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la condición de los sitios ubicados en la provincia de Talagante, se puede señalar que la mayoría corresponde a SPPC activos, seguido por abandonados e inactivos, como se presenta en la Tabla 20 (notar la cantidad de SPPC en que no se tiene información sobre su condición).

Tabla 20 – Resumen de SPPC por estado en provincia de Talagante

Estado	Cantidad de SPPC
Activo	36
Inactivo	1
Abandonado	14

Estado	Cantidad de SPPC
Sin información	14

Fuente: Elaboración propia

2.6.7 Resultados provincia de Cordillera

A continuación, en la Tabla 21 se presenta un cuadro resumen de los SPPC identificados (que incluyen activos, inactivos y abandonados), según la comuna en que se localizan y según el rubro de la actividad realizada en el sitio.

Al respecto se puede señalar que la mayor cantidad SPPC de la provincia se asocian al rubro “otros” (que corresponde principalmente a estaciones de servicio) y se presentan en su mayoría en la comuna de Puente Alto, seguido de Pirque y San José de Maipo. El rubro “residuos” es el segundo más importante en la provincia, cuyos SPPC se ubican mayoritariamente en la comuna de Puente Alto, seguido de Pirque y San José de Maipo. Le sigue los SPPC asociados al rubro “industria o manufactura” que se ubican principalmente solo en la comuna de Puente Alto. Por último, solo un SPPC se asocia al rubro “minería” se presentan en la comuna de San José de Maipo.

De manera general, se puede indicar que el mayor número de SPPC se ubica en la comuna de Puente Alto, seguido de Pirque y San José de Maipo; además todas las comunas de la provincia presentan al menos un SPPC. Un mayor detalle de los SPPC de la provincia de Cordillera se puede ver en la base de datos presentada en el Anexo 4, en la que se puede filtrar por provincia y por comuna.

Tabla 21 – Resultados de identificación por comuna y rubro en provincia de Cordillera

Comuna	Industria o manufactura	Minería	Residuos	Otros	Total
Pirque			4	4	8
Puente Alto	2		15	24	41
San José de Maipo		1	1	2	4
Total Cordillera	2	1	20	30	53

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la condición de los sitios ubicados en la provincia de Cordillera, se puede señalar que la mayoría corresponde a SPPC activos, seguido por abandonados e inactivos, como se presenta en la Tabla 22 (notar la cantidad de SPPC en que no se tiene información sobre su condición).

Tabla 22 – Resumen de SPPC por estado en provincia de Cordillera

Estado	Cantidad de SPPC
Activo	33
Inactivo	1
Abandonado	10
Sin información	9

Fuente: Elaboración propia

3 Priorización de SPPC en la región Metropolitana

La presente sección incluye la metodología y resultados del proceso de priorización de suelos con potencial presencia de contaminantes, correspondiente a parte del objetivo específico b) del estudio, que considera las siguientes actividades:

- Completar, complementar y/o corregir el listado con las referencias geográficas de cada SPPC que tenga a la fecha la Seremi del Medio Ambiente de la RMS.
- Levantar información y priorizar suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes.

3.1 Metodología de priorización

La metodología desarrollada para la priorización de los SPPC se aplicó sobre la base de datos del estudio de diagnóstico que se realizó el año 2013 y la actualizada que resultó de la actividad previa de la presente consultoría. En total se registraron 997 SPPC, como fue indicado en la sección 2.6. La totalidad de estos sitios fueron priorizados mediante la metodología que se describe en la presente sección.

3.1.1 Recopilación de capas de información

La realización del proceso de priorización se basa en la recopilación de capas de información espacial, enfocadas en variables de población, sistemas hídricos, usos de suelo y ecosistemas sensibles.

Todas las capas de información fueron obtenidas desde fuentes de información adecuadas, como: estatales, centros de investigación y similares.

Las fuentes de recopilación y consultas fueron:

- La Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE)¹²
- Biblioteca Digital de la Dirección General de Aguas (DGA)^{13,14}
- Censo 2017 (INE)¹⁵
- Sistema de Información y Monitoreo de Biodiversidad (SIMBIO)¹⁶
- Información otorgada por la contraparte del Ministerio de Medio Ambiente

Las capas utilizadas, en conjunto con la descripción de ellas y la fuente de información se presenta en la Tabla 23.

Tabla 23 – Variables de priorización, capas utilizadas y descripción de estas

Variable para priorización	Descripción de la Variable	Capas utilizadas	Descripción de las Capas	Fuente
Población residente	Población humana expuesta a un foco de contaminación en el suelo debido a que reside en él o en sus	(1) Limite Urbano Censal	Ambas capas otorgan la información respecto a la espacialidad de los sectores Censales considerados Urbanos	INE, Censo 2017

¹² <https://www.ide.cl/index.php/informacion-territorial/descargar-informacion-territorial>

¹³ <https://dga.mop.gob.cl/estudiospublicaciones/mapoteca/Paginas/Mapoteca-Digital.aspx>

¹⁴ https://dga.mop.gob.cl/productosyservicios/derechos_historicos/Paginas/default.aspx

¹⁵ <http://www.censo2017.cl/>

¹⁶ <https://simbio.mma.gob.cl/>

Variable para priorización	Descripción de la Variable	Capas utilizadas	Descripción de las Capas	Fuente
	<p>cercanías, a través de una o más rutas de exposición.</p> <p><u>Criterio:</u></p> <p>-Distancia menor a 2 km -Distancia entre 2 y 3 km</p>	(2) Manzanas Aldeas Censales	y parte de Aldeas. Dejando fuera Sectores rurales.	
Sistemas hídricos	<p>Corresponden a las aguas superficiales y subterráneas. Las aguas superficiales son aquellas que se encuentran naturalmente a la vista del ser humano y pueden ser corrientes, es decir, que escurren por cauces naturales o artificiales; o que están acumuladas en depósitos naturales o artificiales, tales como lagos, lagunas, estanques, embalses, etc. Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran bajo la superficie del terreno en la zona saturada y en contacto directo con el suelo y/o subsuelo.</p> <p><u>Criterio:</u></p> <p>-Agua para uso potable a una distancia entre 0 y 3 km.</p>	<p>Uso potable:</p> <p>(1) Embalses de uso potable (2) Derechos de Agua uso Potable (3) Acuíferos someros y profundos (4) Niveles de Pozos</p>	<p>(1) Capa conformada de la ubicación de embalses con uso declarado para agua potable. Se definió un polígono en base a imágenes satelitales de los embalses. (2) Capa creada a partir de base de datos que contiene la ubicación asociada a Derechos de agua para uso como agua potable. (3) Capa conformada a partir de la capa de Acuíferos someros y capa de acuíferos profundos. (4) Capa con información sobre pozos de todo el país y su ubicación respectiva.</p>	<p>(1) Mapoteca DGA. Creado por DGA y DOH, 2016. (2) Biblioteca DGA. Base de datos obtenida en septiembre 2022 (3) Ministerio de Medio Ambiente 2022¹⁷ (4) Mapoteca DGA. Capa creada el 2020 por la DGA.</p>
Sistemas hídricos	<p>Corresponden a las aguas superficiales y subterráneas. Las aguas superficiales son aquellas que se encuentran naturalmente a la vista del ser humano y pueden ser corrientes, es decir, que escurren por cauces naturales o artificiales; o que están acumuladas en depósitos naturales o artificiales, tales como lagos, lagunas, estanques, embalses, etc. Las aguas subterráneas son aquellas que se encuentran bajo la superficie del terreno en la zona saturada y en contacto directo con el suelo y/o subsuelo.</p> <p><u>Criterio:</u></p> <p>-Agua para otros usos a una distancia entre 0 y 3 km.</p>	<p>Otros Usos:</p> <p>(1) Derechos de Agua de otros Usos (2) Inventario de Lagos (3) Inventario de Glaciares (4) Embalses de Otros Usos (5) Cursos de Agua del Maipo (6) Humedales</p>	<p>(1) Capa creada a partir de base de datos que contiene la ubicación asociada a Derechos de agua para usos distintos a agua potable. (2) Capa con información sobre Lagos del país, según el inventario de lagos. (3) Capa con información sobre glaciares del país, según el inventario de glaciares. (4) Capa conformada de la ubicación de embalses con usos distintos a agua potable. Se definió un buffer de 20 metros a la redonda para estos embalses. (5) Capa conformada por los principales cauces de agua de la cuenca del Maipo. (6) Capa creada a partir de capas proporcionadas para</p>	<p>(1) Biblioteca DGA. Base de datos obtenida en septiembre 2022 (2) Mapoteca DGA. Capa creada en septiembre de 2020. (3) Mapoteca DGA. Capa creada el año 2022. (4) Mapoteca DGA. Creado por DGA y DOH, 2016. (5) Ministerio de Medio Ambiente 2022¹⁸</p>

¹⁷ Capa de información otorgada por la Seremi MA RM para el desarrollo de la presente consultoría.

¹⁸ Capa de información otorgada por Ministerio de Medio Ambiente para el desarrollo de la presente consultoría.

Variable para priorización	Descripción de la Variable	Capas utilizadas	Descripción de las Capas	Fuente
			humedales urbanos en proceso, humedales urbanos declarados y capa del catastro de humedales 2016.	(6) Ministerio de Medio Ambiente 2022 ³
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/comercial <u>Criterio:</u> Suelos de uso agrícola, recreacional, industrial o comercial a una distancia 0 y 3 km	Catastro de Registros Vegetacionales	Capa con información del catastro de usos de suelo y vegetacional en la región metropolitana para el año 2013. Esta capa contiene una división de polígonos para toda la región donde se otorgó un uso a cada uno. Estos Usos pueden ser Áreas desprovistas de vegetación, Bosque, Áreas urbanas e industriales, Praderas y matorrales, Nieves Eternas y Glaciares, Humedales, cuerpos de Agua y Terrenos Agrícolas.	Capa obtenida de IDE Chile. Creada por CONAF 2013.
Ecosistemas sensibles o de alta relevancia	Aquellos que poseen al menos una especie vegetal o animal en alguna categoría de conservación; áreas protegidas por parte del Estado y/o ecosistemas de alta relevancia por la función ambiental o servicio ecosistémico que prestan. <u>Criterio:</u> Ecosistemas sensibles a una distancia 0 y 3 km	<ul style="list-style-type: none"> - Bien Nacional Protegido - Iniciativas de conservación Privada - Monumento Nacional - Paisaje de Conservación - Parque Nacional - Reserva de la Biosfera - Reserva Nacional - Santuario de la Naturaleza - Sitio Estrategia Regional de Biodiversidad 	<p>Compilado de capas de información referente a todo tipo de áreas protegidas a nivel nacional (Bien Nacional Protegido, Iniciativas de conservación Privada, Monumento Nacional, Paisaje de Conservación, Parque Nacional, Reserva de la Biosfera, Reserva Nacional, Santuario de la Naturaleza, Sitio Estrategia Regional de Biodiversidad). Cada área protegida tiene asignado un polígono de delimitación georreferenciado.</p>	Compilado de capas obtenido desde plataforma SIMBIO

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Elaboración de capas Buffer

Mediante la utilización de la herramienta de geoprocursos de Qgis “Buffer”, se elaboró un área definida para cada SPPC, ya sea a 2 km o 3 km según sea el caso, mediante la cual se realizó el traslape de información espacial con las otras capas. A modo de ejemplo se presenta en la Figura 5 un mapa de Buffers de 2 km para SPPC dentro de la región Metropolitana.

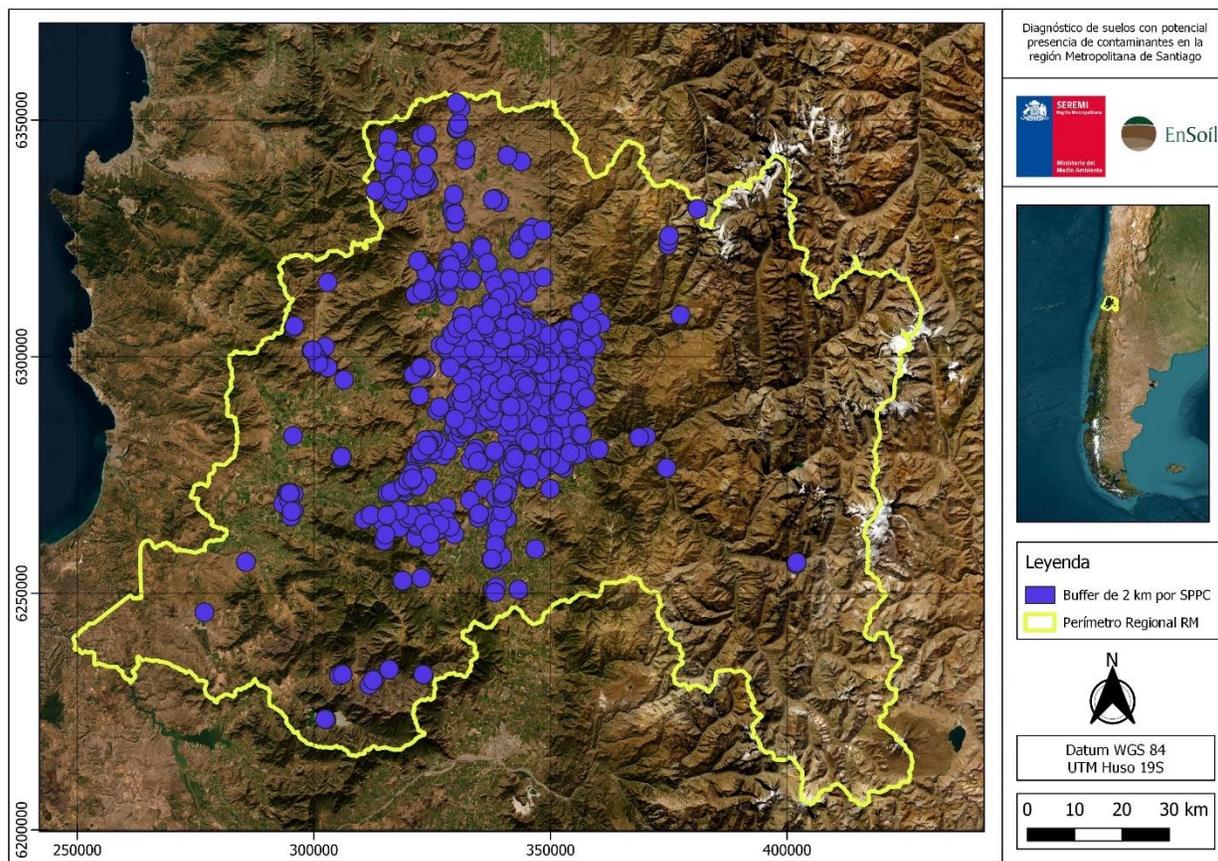


Figura 5 – Buffer de 2 km para SPPC dentro de la región Metropolitana

Fuente: Elaboración propia

Para el caso de las áreas cercanas pobladas se utilizaron ambas capas Buffer, es decir, a 2 km y 3 km. De forma similar y para el traslape del resto de las variables se utilizó solo la capa Buffer de 3 km, debido a que es una aproximación más conservadora respecto al efecto del SPPC sobre sus áreas cercanas.

3.1.3 Cruce de información espacial

Para el cruce de información o traslape espacial se utilizó la herramienta de geoprocursos “Intersección” de Qgis. Esta herramienta permite identificar los sectores en donde dos capas se entrecruzan y extraer la información de este cruce.

De esta manera las capas de SPPC con un buffer de 2 y 3 km se traslaparon con las áreas urbanas para identificar la cercanía con áreas pobladas. A modo de ejemplo, se indica en la Figura 6 el resultado de la intersección entre el Buffer de 2 km para SPPC de la región Metropolitana con las zonas pobladas, se destaca que las zonas pobladas que aparecen dentro del mapa son las que fueron intersectadas por algún buffer de 2 km.

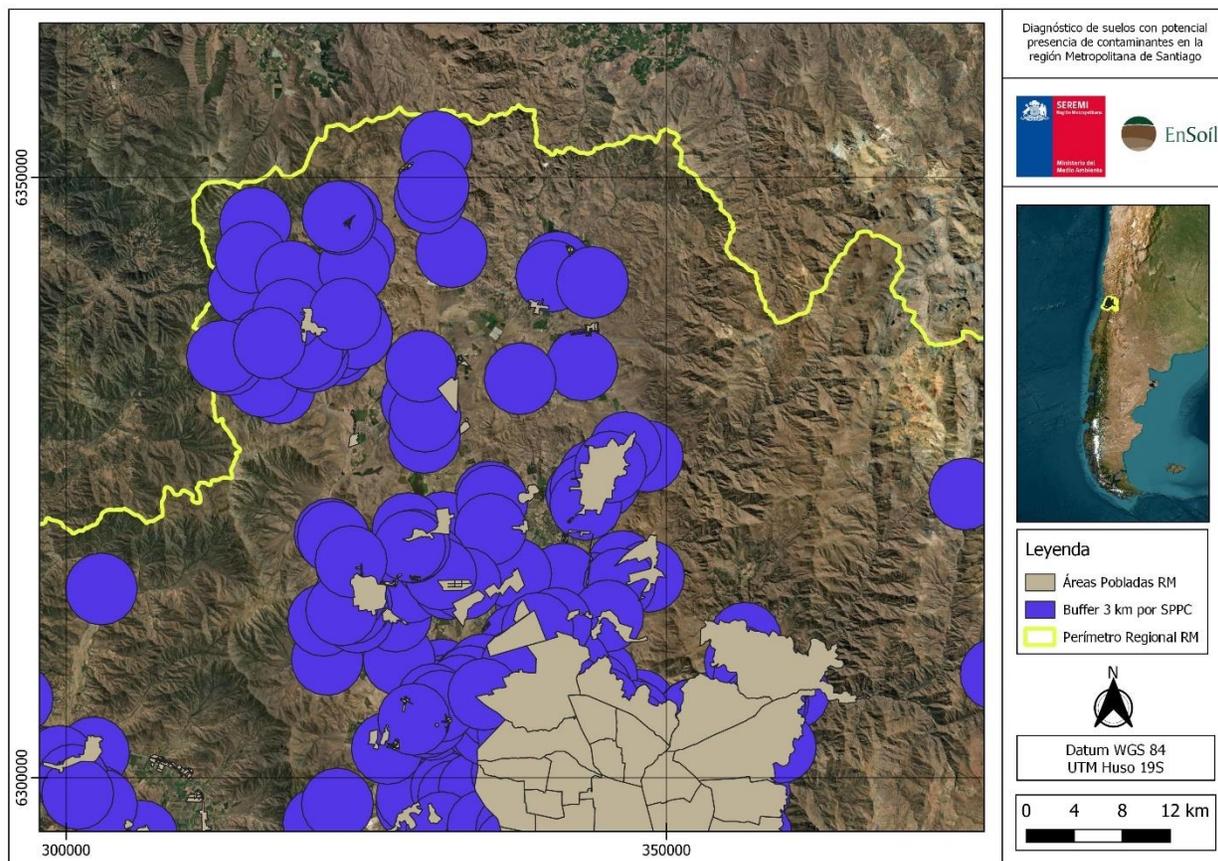


Figura 6 – Mapa de resultado de intersección entre Buffer de 2 km y zonas pobladas de la zona norte de la región Metropolitana.

Fuente: Elaboración propia

Similarmente la capa de SPPC con buffer de 3 km se cruzó con las capas descritas previamente para las variables de sistema hídrico potable, sistema hídrico de otros usos, usos de suelo y ecosistemas sensibles. En la Figura 7 se presenta como ejemplo el resultado de la intersección entre el Buffer de 3 km de SPPC con los ecosistemas sensibles.

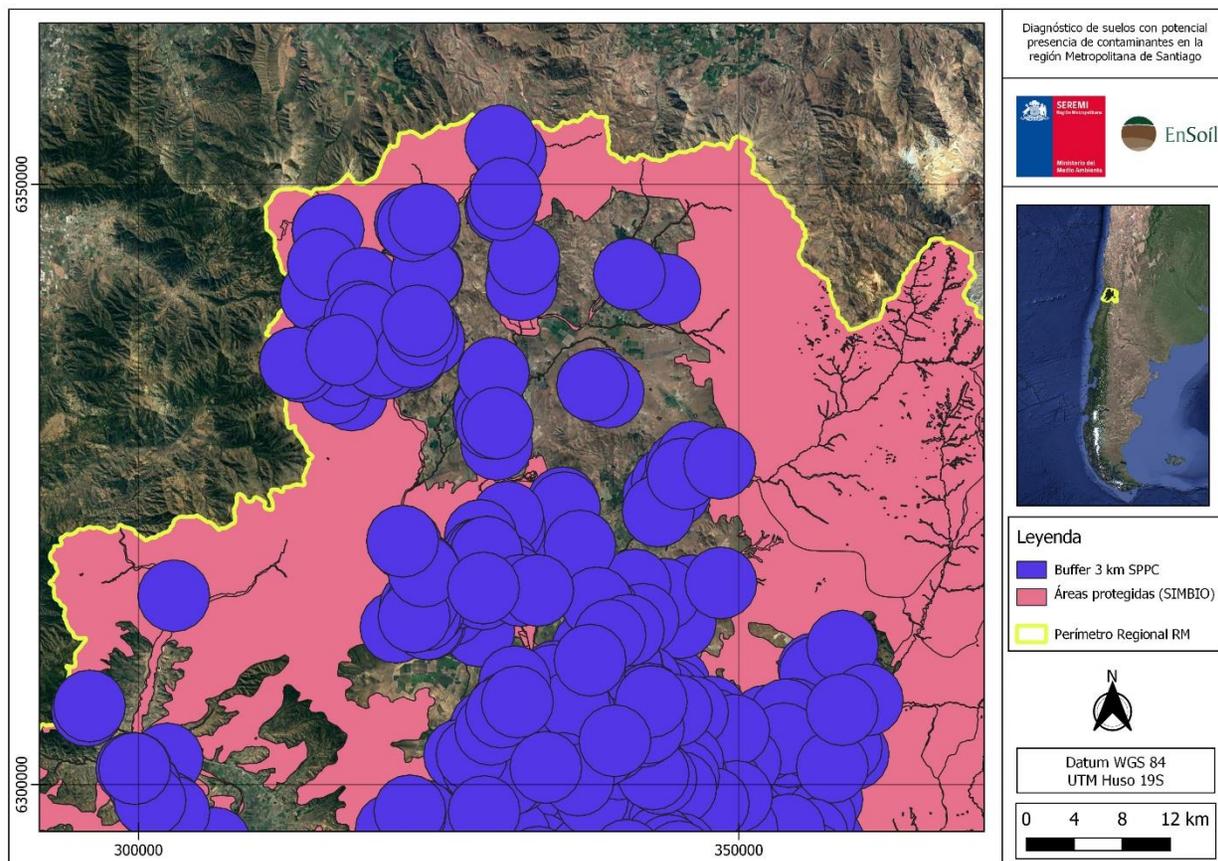


Figura 7 – Mapa de resultado de intersección entre Buffer de 3 km y ecosistemas sensibles de la zona norte de la región Metropolitana
Fuente: Elaboración propia

Cada una de las intersecciones realizadas generó una tabla con la información del traslape, la cual fue exportada a planillas tipo Excel para su análisis posterior. En el Anexo 5 se presenta un archivo SIG (geopackage) donde se incluyen todas las capas consideradas para la priorización.

3.1.4 Priorización según árbol de decisiones

De manera posterior a la priorización mediante la intersección de capas se realiza la clasificación de cada SPPC según diversas categorías de prioridad. Estas categorías son descritas en la Tabla 24, donde se especifica la definición de cada categoría en base a los criterios de decisión implicados.

Tabla 24 – Descripción de categorías de priorización

Categoría	Resumen de criterios
Alta prioridad	SPPC ubicado a menos de 2 km de población residente o a menos de 3 km de cuerpos de agua de uso potable
Mediana prioridad	SPPC ubicado entre 2 y 3 km de población residente o a 3 km de cuerpos de agua de usos no potable (otros usos)

Categoría	Resumen de criterios
Moderada prioridad	SPPC ubicado a menos de 3 km de suelos de uso agrícola, recreacional o industrial
Baja prioridad	SPPC ubicado a menos de 3 km de ecosistemas sensibles o de alta relevancia
No priorizado	SPPC que se encuentra a más de 3 km de población residente; a más de 3 km de cuerpos de agua (con uso potable u otros); a más de 3 km suelos de uso agrícola, recreacional o industrial; y a más de 3 km de ecosistemas sensibles o de alta relevancia

Fuente: Elaboración propia

La posterior priorización de los SPPC se realizó a partir del Árbol de Decisión General (Figura 8) de la Guía metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes de año 2014. Este árbol de decisión permite otorgar una categoría a cada sitio ya sea “Alta Prioridad”, “Mediana Prioridad”, “Moderada prioridad”, “Baja prioridad” o “No priorizado”.

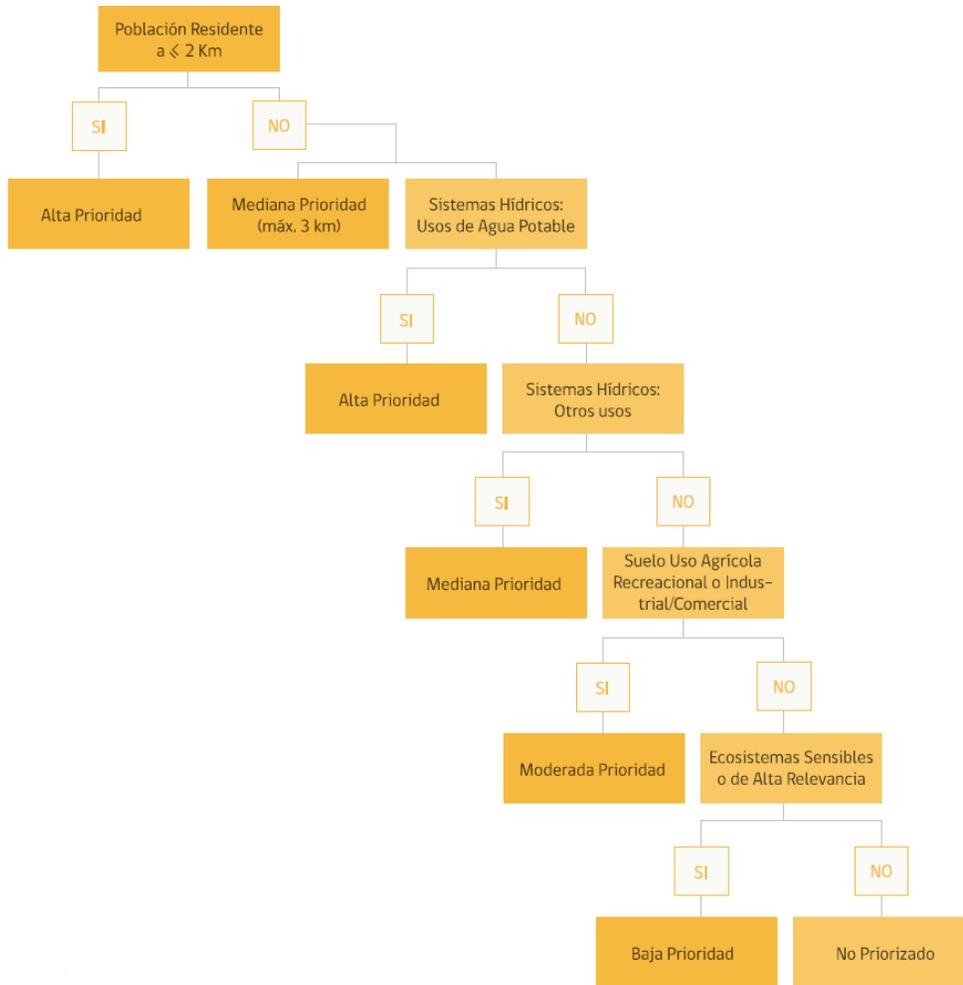


Figura 8 – Árbol de decisión general para la priorización de SPPC
Fuente: Ministerio de Medio Ambiente – Fundación Chile (2014).

Cabe notar que existen algunas complejidades en la definición de qué capas de información considerar (y cómo considerarlas) para cada variable de priorización. En el caso de “sistemas hídricos”, la metodología no establece criterios sobre, por ejemplo, la profundidad que debiese tener un acuífero para considerarlo. Por otro lado, la Guía indica que las variables “sistemas hídricos”, “uso de suelo” y “ecosistemas sensibles” no tienen asociado un criterio de distancia al SPPC, y que se debe ver caso a caso el efecto del SPPC sobre cada una (y qué distancia considerar). Sin embargo, esto no es posible de realizar cuando se están priorizando SPPC a escala regional (muchos sitios), por lo que también la Guía establece como referencia utilizar como criterio una distancia de 3 km, que fue lo realizado en este estudio. En general esto podría generalizar y sobreestimar la prioridad, lo que podría generar que finalmente muchos SPPC queden con alta y mediana prioridad (como se puede ver en los resultados en la siguiente sección, a pesar de que esto también se debe a la cercanía a población) y, por lo tanto, no sea una herramienta muy eficiente para “priorizar” el trabajo siguiente de evaluación y gestión de SPPC. Se recomienda revisar los criterios de priorización y ajustarlos, considerando una distancia menor para algunas de las capas (por ejemplo, distancia a un pozo), o solo cuando un SPPC está sobre cierto polígono (por ejemplo, para uso de suelo o acuíferos).

3.2 Resultados de la priorización

En esta sección se presentan los resultados del proceso de priorización de SPPC en la región Metropolitana, considerando las capas de información ambiental según la ubicación de cada suelo, primero de manera general en la región y luego por provincia.

Toda la información mostrada en esta sección se adjunta en la base de datos consolidada (Anexo 4), a la es posible referirse para mayor detalle.

3.2.1 Resultados generales de la región

En la Tabla 25 se presenta el número de SPPC (y porcentaje del total de sitios identificados) que cumple con cada criterio de priorización para cada provincia. Cabe destacar que los criterios son independientes entre sí, por lo que los porcentajes no deben sumar 100%.

Se puede señalar que el 92% de los SPPC identificados se ubica a una distancia menor a 2 km de población residente; mientras que un 95% se ubica a una distancia entre 2 y 3 km de algún poblado. Un 81% de los SPPC se encuentra cercano a un sistema hídrico para consumo humano, y un 94% se encuentra cercano a sistemas hídricos de otros usos. Un 99% de los SPPC está cercano a suelos de uso agrícola, recreacional o industrial. Por último, un 87% de los SPPC está ubicado en las cercanías de un ecosistema sensible o de alta relevancia.

Tabla 25 – Criterios de priorización por provincia

Provincia	Población menor a 2 km	Población entre 2 y 3 km	Agua uso doméstico	Agua otro uso	Uso de suelo	Ecosistemas sensibles	Total SPPC
Santiago	618	621	558	589	627	509	628
Chacabuco	66	88	80	104	107	106	111
Maipo	89	92	58	93	93	89	93
Melipilla	34	37	36	46	47	47	47
Talagante	61	62	50	64	64	64	65
Cordillera	48	48	30	39	50	50	53
Total	916	948	812	935	988	865	997
% del total	92%	95%	81%	94%	99%	87%	100%

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Tabla 26 se presenta un cuadro resumen de los SPPC priorizados por cada categoría (alta, mediana, moderada, baja y no priorizado) y por provincia; y en la Figura 9, un gráfico con la categoría de priorización para el total de los SPPC de la región.

Se puede observar que la gran mayoría de los SPPC (948 de 997) presenta una alta prioridad, ya sea por estar a una distancia menor a 2 km de la población o a menos de 3 km de un sistema hídrico de uso doméstico. Por otro lado, 35 SPPC presentan una mediana prioridad, debido a estar ubicados entre 2 y 3 km de población residente o a menos de 3 km de un sistema hídrico de otros usos. Presentan moderada prioridad 5 SPPC, y se debe a que se ubican a menos de 3 km de suelos de uso agrícola, recreacional o industrial. Por último, 4 SPPC presentan baja prioridad y se debe a que cumplen solo con el criterio de estar ubicados a menos de 3 km de un ecosistema sensible o de alta relevancia. Todos los SPPC cumplieron con algún criterio de priorización, por lo que ninguno obtuvo la categoría de “no priorizado”; a excepción de 5

sitios identificados, cuyas coordenadas no pudieron ser verificadas, por lo que no pasaron por el proceso de priorización.

Tabla 26 – Resultados de priorización por provincia

Provincia	Alta prioridad	Mediana prioridad	Moderada prioridad	Baja prioridad	No priorizado	Sitios sin ubicación ¹⁹	Total
Santiago	621	5	1			1	628
Chacabuco	86	18	3	4			111
Maipo	93						93
Melipilla	39	7	1				47
Talagante	61	3				1	65
Cordillera	48	2				3	53
Total	948	35	5	4	0	5	997

Fuente: Elaboración propia

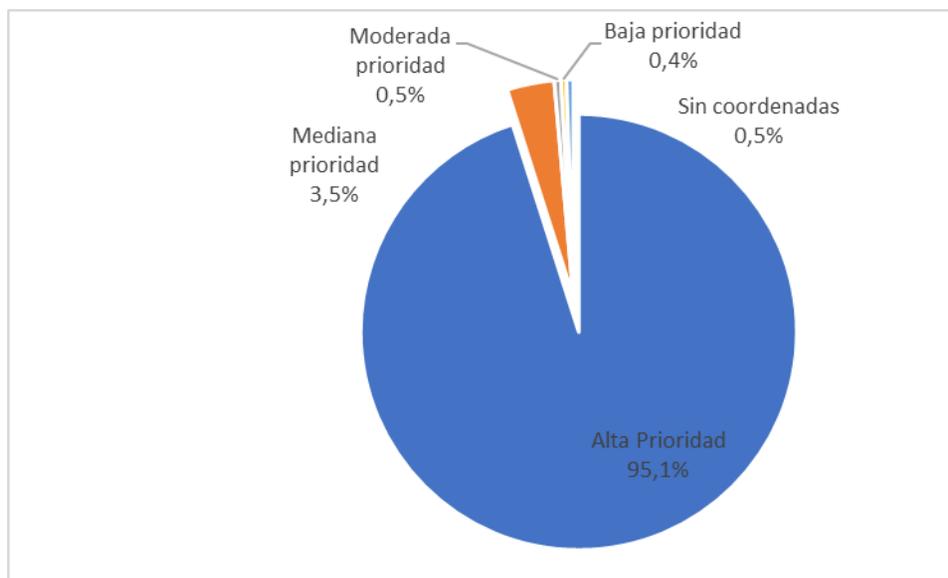


Figura 9 – Resultados de la priorización en la región

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo 5 se presentan archivos SIG (en formato kmz, shapefile y geopackage) con la ubicación de los SPPC identificados y priorizados. En la Figura 10 se presenta un mapa con la ubicación de todos los SPPC priorizados en la región Metropolitana, clasificados según su prioridad.

¹⁹ Sitios a los que no se le pudo asignar coordenadas, por falta de información en la fuente, por lo que no se pudieron priorizar.

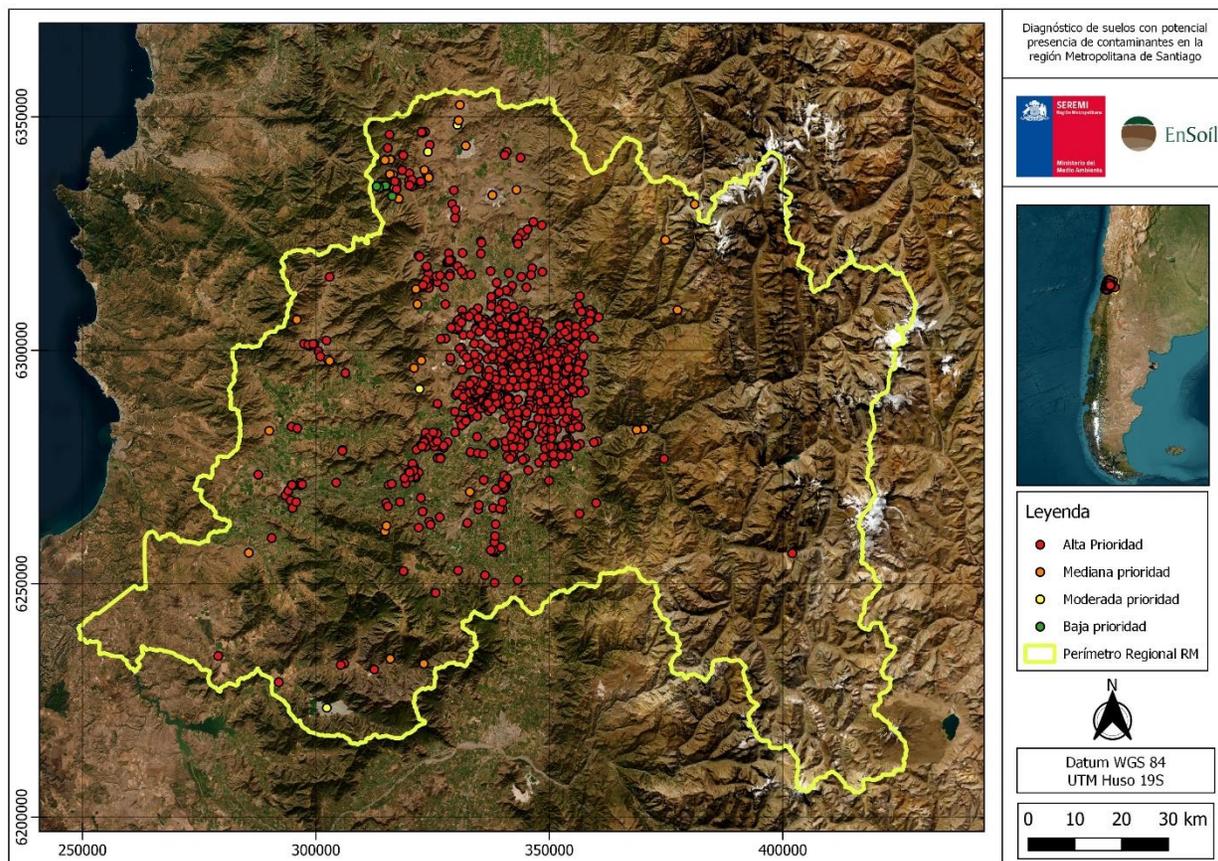


Figura 10 – Mapa con ubicación de los SPPC priorizados en la región

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Resultados provincia de Santiago

A continuación, en la Tabla 27 se presenta un cuadro resumen de los SPPC priorizados en la provincia de Santiago, según la comuna en que se localizan y según su categoría de priorización.

Se puede señalar que la gran mayoría de los SPPC de la provincia de Santiago (621 de 628) presentan una alta prioridad; seguido por 5 de mediana prioridad (en Lo Barnechea y Pudahuel); y 1 de moderada prioridad (en Maipú). Un sitio en Lo Barnechea no pudo ser priorizado por no poder verificar sus coordenadas.

Tabla 27 – Resultados de priorización por comuna en provincia de Santiago

Comuna	Alta prioridad	Mediana prioridad	Moderada prioridad	Sitios sin ubicación	Total
Cerrillos	17				17
Cerro Navia	6				6
Conchalí	12				12
El Bosque	11				11
Estación Central	13				13
Huechuraba	10				10

Comuna	Alta prioridad	Mediana prioridad	Moderada prioridad	Sitios sin ubicación	Total
Independencia	15				15
La Cisterna	7				7
La Florida	21				21
La Granja	5				5
La Pintana	24				24
La Reina	9				9
Las Condes	21				21
Lo Barnechea	12	3		1	16
Lo Espejo	3				3
Lo Prado	3				3
Macul	10				10
Maipú	120		1		121
Ñuñoa	25				25
Pedro Aguirre Cerda	11				11
Peñalolén	24				24
Providencia	22				22
Pudahuel	41	2			43
Quilicura	43				43
Quinta Normal	24				24
Recoleta	12				12
Renca	21				21
San Joaquín	12				12
San Miguel	11				11
San Ramón	5				5
Santiago	35				35
Vitacura	16				16
Total Santiago	621	5	1	1	628

Fuente: Elaboración propia

3.2.3 Resultados provincia de Chacabuco

A continuación, en la Tabla 28 se presenta un cuadro resumen de los SPPC priorizados en la provincia de Chacabuco, según la comuna en que se localizan y según su categoría de priorización.

Se puede señalar que la mayoría de los SPPC de la provincia de Chacabuco (86 de 111) presentan una alta prioridad; seguido por 18 de mediana prioridad (principalmente en Tilttil); 3 de moderada prioridad (en Tilttil); y 4 de baja prioridad (también en Tilttil).

Tabla 28 – Resultados de priorización por comuna en provincia de Chacabuco

Comuna	Alta prioridad	Mediana prioridad	Moderada prioridad	Baja prioridad	Total
Colina	23	2			25
Lampa	37	2			39
Tilttil	26	14	3	4	47

Comuna	Alta prioridad	Mediana prioridad	Moderada prioridad	Baja prioridad	Total
Total Chacabuco	86	18	3	4	111

Fuente: Elaboración propia

3.2.4 Resultados provincia de Maipo

A continuación, en la Tabla 29 se presenta un cuadro resumen de los SPPC priorizados en la provincia de Maipo, según la comuna en que se localizan y según su categoría de priorización.

Se puede señalar que todos los SPPC de la provincia de Maipo (93) presentan una alta prioridad.

Tabla 29 – Resultados de priorización por comuna en provincia de Maipo

Comuna	Alta prioridad
Buín	15
Calera de Tango	5
Paine	15
San Bernardo	58
Total Maipo	93

Fuente: Elaboración propia

3.2.5 Resultados provincia de Melipilla

A continuación, en la Tabla 30 se presenta un cuadro resumen de los SPPC priorizados en la provincia de Melipilla, según la comuna en que se localizan y según su categoría de priorización.

Se puede señalar que la gran mayoría de los SPPC de la provincia de Melipilla (39 de 47) presentan una alta prioridad; seguido por 7 de mediana prioridad (principalmente en Curacaví y Alhué); y 1 de moderada prioridad (en Alhué).

Tabla 30 – Resultados de priorización por comuna en provincia de Melipilla

Comuna	Alta prioridad	Mediana prioridad	Moderada prioridad	Total
Alhué	6	2	1	9
Curacaví	9	3		12
María Pinto	1	1		2
Melipilla	22	1		23
San Pedro	1			1
Total Melipilla	39	7	1	47

Fuente: Elaboración propia

3.2.6 Resultados provincia de Talagante

A continuación, en la Tabla 31 se presenta un cuadro resumen de los SPPC priorizados en la provincia de Talagante, según la comuna en que se localizan y según su categoría de priorización.

Se puede señalar que la gran mayoría de los SPPC de la provincia de Talagante (61 de 65) presentan una alta prioridad; y 3 de mediana prioridad (en Isla de Maipo y Talagante); y 1 de moderada prioridad (en Alhué). Un sitio en Peñaflores no pudo ser priorizado por no poder verificar sus coordenadas.

Tabla 31 – Resultados de priorización por comuna en provincia de Talagante

Comuna	Alta prioridad	Mediana prioridad	Sin coordenadas	Total
El Monte	6			6
Isla de Maipo	6	2		8
Padre Hurtado	11			11
Peñaflor	21		1	22
Talagante	17	1		18
Total Talagante	61	3	1	65

Fuente: Elaboración propia

3.2.7 Resultados provincia de Cordillera

A continuación, en la Tabla 32 se presenta un cuadro resumen de los SPPC priorizados en la provincia de Cordillera, según la comuna en que se localizan y según su categoría de priorización.

Se puede señalar que la gran mayoría de los SPPC de la provincia de Cordillera (48 de 53) presentan una alta prioridad; y 2 de mediana prioridad (en San José de Maipo). Tres sitios en Pirque no pudieron ser priorizados por no poder verificar sus coordenadas.

Tabla 32 – Resultados de priorización por comuna en provincia de Cordillera

Comuna	Alta prioridad	Mediana prioridad	Sin coordenadas	Total
Pirque	5		3	8
Puente Alto	41			41
San José de Maipo	2	2		4
Total Cordillera	48	2	3	53

Fuente: Elaboración propia

4 Jerarquización de SPPC en la región Metropolitana

La presente sección incluye la metodología y resultados del proceso de jerarquización de suelos con potencial presencia de contaminantes, correspondiente a parte del objetivo específico b) del estudio, que considera las siguientes actividades:

- Aplicar ficha de inspección en terreno a suelos priorizados.
- Validar y verificar la información obtenida de actividades anteriores con actores competentes en materia de suelo.
- Completar en la plataforma del Ministerio del Medio Ambiente la base de datos de SPPC.
- Presentar avance a la contraparte técnica.

4.1 Metodología de jerarquización

Debido a la gran cantidad de suelos con potencial presencia de contaminantes identificados y priorizados con alta y mediana prioridad, se debió realizar una selección más acotada de los suelos a visitar para aplicar la ficha de inspección. Para esto, se utilizaron los siguientes criterios:

- Prioridad: de preferencia, suelos priorizados con categoría alta.
- Relevancia: que en general estuviesen cerca de asentamientos humanos, o que tuviesen cierta connotación socioambiental.
- Disponibilidad de información/utilidad de la visita: que la visita aportase a esclarecer información existente (por ejemplo, evitar en lo posible visitar sitios donde la actividad ya no se pueda observar).
- Heterogeneidad: que se tuviese una visión general de la región, abarcando en lo posible diferentes tipos de actividades (incluyendo abandonadas, inactivas y activas).

Luego de la selección de los suelos a visitar, se realizó una calendarización y se compartió con la contraparte técnica, con el objetivo de revisar el listado y de acompañar a la consultora, según su disponibilidad, a alguna de las visitas.

Algunas de los sitios visitados requerían coordinación previa para la entrada, por lo que se contactó a los encargados de estos para solicitar el ingreso y planificar la visita. La Seremi elaboró un oficio para este fin, que pudiera ser enviado o mostrado a las personas encargadas de los sitios y facilitar el ingreso. Este oficio se presenta en el Anexo 6.

Para cada visita ejecutada, se realizó una ficha de inspección. Esta tiene por objetivo orientar la inspección de manera de recabar la información relativa a cómo se ha desarrollado la actividad potencialmente contaminante e inferir, a nivel general, el impacto de esta en su entorno; en particular, determinando la presencia de fuente(s) de contaminación, de vía(s) de exposición y de población humana eventualmente expuesta a los contaminantes, es decir, corroborar la existencia de los tres eslabones básicos necesarios para que manifieste un riesgo (fuente-ruta-receptor). De esta forma, es posible suponer o no la existencia de un riesgo para la salud de las personas a causa del SPPC (Ministerio del Medio Ambiente – Fundación Chile, 2012).

La ficha de inspección está diseñada para entregar un puntaje según el riesgo relativo que pueda generar cada SPPC, lo que permite jerarquizar e identificar aquellos más urgentes de seguir investigando. Tanto para el cálculo final como para los puntajes por ítem, se aplican los valores indicados en la Guía metodológica y los suelos son jerarquizados en las siguientes categorías:

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

Cabe notar que existen algunas limitaciones con respecto a la aplicación de la ficha de inspección. Primeramente, como mencionado por EnSoil en el estudio “Análisis de metodologías internacionales y determinación de contaminantes a normar en suelo” (2021), la Fase I en Chile (donde está inserta la ficha de inspección) está diseñada más como un instrumento público para establecer prioridades de gestión, que como un instrumento técnico evaluación (a diferencia de otras legislaciones internacionales como la de Estados Unidos o Australia). Esto se puede entender dentro de la ausencia de normativa específica de suelos contaminados que obligue a los privados a realizar acciones en cuanto a procesos de evaluación o

remediación, la necesidad de la autoridad de establecer una línea de acción para suelos que requiriesen de medidas con mayor urgencia, y la falta de un mayor número de profesionales especialistas en la materia en el sector público.

Lo anterior ha resultado en algunos vacíos o generalizaciones con respecto al diseño de la ficha de inspección, especialmente para el cálculo de puntajes. Entre los vacíos, se puede destacar que la ficha menciona a los “receptores ecológicos”, sin embargo, luego desestima este componente para el cálculo de puntaje para la jerarquización. Efectivamente, esta exclusión deviene en que, bajo los procedimientos actuales, no se determine un riesgo que requiera acciones posteriores por parte de la autoridad si no existen receptores humanos. Se entiende, sin embargo, que esta ausencia obedece a la optimización de recursos (jerarquización) que privilegia las acciones en sitios que pudiesen representar un riesgo a las personas versus riesgos ecológicos.

Otro de los problemas tiene que ver con que la ponderación de puntaje considera la cantidad de habitantes en un radio extendido (hasta 3 km), en conjunto con la existencia de una o más matrices ambientales, sin tomar en cuenta otros factores que tendrían influencia específica (ej. presencia de tanques enterrados en conjunto con uso cercano de agua subterránea para bebida/riego) en la configuración del riesgo por constituirse la cadena fuente-ruta-receptor, lo que lleva a generalizaciones, toda vez que, siguiendo con el mismo ejemplo, es más relevante el uso que se le esté dando al agua subterránea que la cantidad de personas que viven en un radio arbitrario. Lo anterior relacionado también a que no se especifica en la metodología de la Guía, por ejemplo, cómo se determina la población potencialmente expuesta (para este estudio se utilizó el criterio de densidad de la población en la comuna multiplicado por un área de radio 2 km, en caso de SPPC en sectores urbanos), podría llevar a sobreestimar la cantidad de personas potencialmente afectadas y por lo tanto, también, la jerarquía del suelo.

Otro tema a considerar es quién entrega la información con la que se completa la ficha. En el caso de SPPC activos, además de que se requiere de tiempo considerable para buscar y contactar a la persona encargada para luego coordinar la visita, la información entregada se limita a los términos del titular, lo que podría generar sesgos y vacíos de información relevante para la evaluación. En este sentido, EnSoil en el estudio “Elaboración de propuesta de instrumento(s) normativo de gestión y descontaminación de suelos contaminados” (2022) ha propuesto, en conjunto con el Ministerio del Medio Ambiente, trasladar esta responsabilidad a los mismos titulares de las actividades potencialmente contaminantes, estableciendo sanciones por no cumplimiento, tal como ocurre con el *Registro de emisiones y transferencias de contaminantes* (RETC). Por otro lado, en el caso de SPPC inactivos o abandonados, es complejo encontrar personas que puedan aportar información para completar la ficha, por lo tanto, la información puede ser recabada solo mediante inspección visual (si es que es posible entrar al sitio, o desde afuera) y por recopilación de fuentes externas.

Cabe notar que, no obstante lo anterior, la ficha de inspección representa un muy buen punto de partida para recabar y registrar información necesaria para la gestión de suelos contaminados, y se ha utilizado para la realización de este estudio tal como se ha planteado en la Guía metodológica.

4.2 Resultados de la jerarquización

A partir de la selección de SPPC descrita más arriba, se planificó y ejecutó la visita a 30 suelos. De estos, se aplicó ficha de inspección (y jerarquizó) a 20. Lo anterior, debido a que para el resto de los sitios no fue posible el acceso (cierre perimetral, sin persona a cargo). Se intentó de todas formas completar las fichas si

es que era posible observar el sitio desde afuera (algunas estaciones de servicio inactivas) o con información encontrada de manera externa. Sin embargo, lo anterior no fue posible para todos los SPPC.

El listado de suelos se presenta en la Tabla 33. Los detalles de la calendarización de los suelos, además de las observaciones generales en cuanto a las visitas y su puntaje de jerarquía se pueden visualizar en el Anexo 7.

Tabla 33 – Sitios programados para visita

Código	Comuna	Nombre SPPC	Fecha visita	Jerarquía
13-0975	Independencia	Ex Servicentro Independencia 1701	05/09/2022	65% Alta jerarquía
13-0977	Independencia	Ex Servicentro Independencia 684	05/09/2022	65% Alta jerarquía
13-0983	Santiago	Ex Servicentro Brasil 1290	05/09/2022	70% Alta jerarquía
13-0976	Santiago	Ex Servicentro Curicó 405	05/09/2022	65% Alta jerarquía
13-0967	Tilttil	Ex Servicentro Ruta 5 Norte Km 41	06/09/2022	70% Alta jerarquía
13-0838	Tilttil	Santa Rosa	06/09/2022	60% Alta jerarquía
13-0840	Tilttil	Refimet	06/09/2022	No jerarquizado
13-0837	Tilttil	Planta Anita	06/09/2022	61% Alta jerarquía
13-0836	Tilttil	El Sauce	06/09/2022	63% Alta jerarquía
13-0106	Tilttil	Planta San Francisco	06/09/2022	No jerarquizado
13-0125	San Bernardo	Relleno Lepanto	07/09/2022	73% Alta jerarquía
13-0126	San Bernardo	Maestranza San Bernardo	07/09/2022	No jerarquizado
*	Maipú	Estanque combustible líquido	07/09/2022	No jerarquizado
13-0116	San Joaquín	Ex Curtiembre Bas	07/09/2022	48% Mediana jerarquía
13-0851	Peñaflor	Antiguo botadero sector Trapiche	08/09/2022	No jerarquizado
13-0853	Peñaflor	Botadero de buses Camino El Guanaco	08/09/2022	No jerarquizado
13-0852	Peñaflor	Santa Corina Chatarrería	08/09/2022	No jerarquizado
13-0728	Talagante	Botadero río Maipo	08/09/2022	No jerarquizado
13-0859	Isla de Maipo	Ex Fundición Naltagua	08/09/2022	56% Mediana jerarquía
13-0971	Melipilla	Ex EESS Copec	08/09/2022	No jerarquizado
13-0015	Melipilla	Vertedero Popeta	08/09/2022	61% Alta jerarquía

Código	Comuna	Nombre SPPC	Fecha visita	Jerarquía
13-0867	Peñalolén	Pétreos Planta Peñalolén	12/09/2022	60% Alta jerarquía
13-0112	Maipú	Quebrada de la Plata	13/09/2022	28% Baja jerarquía
13-0909	Maipú	Almacenamiento de buses	13/09/2022	56% Mediana jerarquía
13-0738	Maipú	Basural El Pajonal	13/09/2022	65% Alta jerarquía
*	Peñalolén	Forestal Mabesa	13/09/2022	No jerarquizado
13-0690	Pudahuel	Relave Ex Mina La Africana	14/09/2022	51% Mediana jerarquía
13-0734	Cerrillos	Ex Aeródromo Cerrillos	22/09/2022	55% Mediana jerarquía
13-0820	Curacaví	Planta Lo Águila I	22/09/2022	68% Alta jerarquía
13-0030	Curacaví	Basural Curacaví	22/09/2022	56% Mediana jerarquía

*: Suelos que se descartaron como SPPC por no tener asociada una actividad potencialmente contaminante.

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los SPPC jerarquizados durante este estudio, se puede indicar que la mayoría (11 de 20) se ubican en la provincia de Santiago, en las comunas de Maipú, Independencia, Santiago, Cerrillos, Peñalolén, Pudahuel y San Joaquín. En la provincia de Chacabuco se jerarquizaron 4 SPPC, todos ubicados en la comuna de Tiltill. En la provincia de Melipilla se jerarquizaron 3 SPPC, en las comunas de Curacaví y Melipilla. Por último, en las provincias de Maipo y Talagante, se jerarquizó 1 SPPC en cada una, en San Bernardo e Isla de Maipo, respectivamente.

Por otro lado, a partir los resultados del proceso de jerarquización, es posible señalar que la mayoría de los SPPC fueron jerarquizados con alta jerarquía (13 de 20), mientras que 6 obtuvieron mediana jerarquía y 1, baja jerarquía. Destaca el SPPC con mayor jerarquía (73%) que corresponde al Vertedero Lepanto, ubicado en la comuna de San Bernardo, provincia de Maipo, como se puede observar en la tabla anterior.

Para ver más detalles de estos suelos jerarquizados, se puede revisar el Anexo 8, donde se presentan las fichas de inspección de los SPPC con detalles visualizados en terreno y otros antecedentes. En la Tabla 34 y Figura 11 se presenta la cantidad de SPPC jerarquizado por cada jerarquía (alta, mediana, baja) y por provincia.

Tabla 34 – Resultados de jerarquización en 2022 por comuna

Provincia	Comuna	Alta jerarquía	Mediana jerarquía	Baja jerarquía	Total comuna	Total provincia
Santiago	Cerrillos		1		1	11
	Independencia	2			2	
	Maipú	1	1	1	3	
	Peñalolén	1			1	
	Pudahuel		1		1	

Provincia	Comuna	Alta jerarquía	Mediana jerarquía	Baja jerarquía	Total comuna	Total provincia
	San Joaquín		1		1	
	Santiago	2			2	
Chacabuco	Tiltil	4			4	4
Maipo	San Bernardo	1			1	1
Melipilla	Curacaví	1	1		2	3
	Melipilla	1			1	
Talagante	Isla de Maipo		1		1	1
Total		13	6	1	20	20

Fuente: Elaboración propia

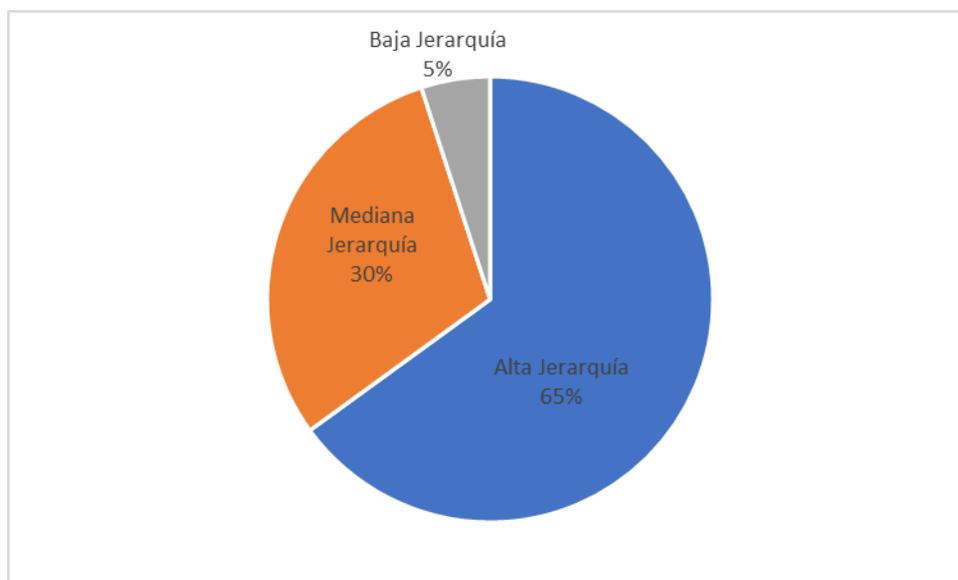


Figura 11 – Resultados de la jerarquización en 2022

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, si se consideran todos los SPPC jerarquizados hasta el momento, es decir, incluidos los jerarquizados en catastros anteriores (2013 y 2019), además de los del presente estudio, se tiene que se ha jerarquizado un total de 58 SPPC en la región Metropolitana, en las 6 provincias de la región. La mayoría de los SPPC jerarquizados están ubicados en la provincia de Santiago, seguido por Melipilla y Chacabuco. Del total, 29 presentan alta jerarquía, 21 tienen mediana jerarquía, y 8 indican baja jerarquía.

Por otro lado, se observa que la mayoría corresponde a SPPC relacionados a la disposición de residuos sólidos (28), seguido de faenas mineras (19) y estaciones de combustible (5). También fueron jerarquizados sitios asociados a relaves mineros (2), industria de cemento (1), curtiembre (1), maestranza (1) y reciclaje y valorización de residuos (1). Un resumen de estos resultados se muestra en la Tabla 35, Tabla 36 y Figura 12.

Tabla 35 – Resultados de jerarquización regional

Provincia	Alta jerarquía	Mediana jerarquía	Baja jerarquía	Total
Santiago	9	9	2	20
Chacabuco	5	3	2	10
Maipo	4	2	1	7
Melipilla	7	4	2	13
Talagante	3	2	1	6
Cordillera	1	1		2
Total	29	21	8	58

Fuente: Elaboración propia

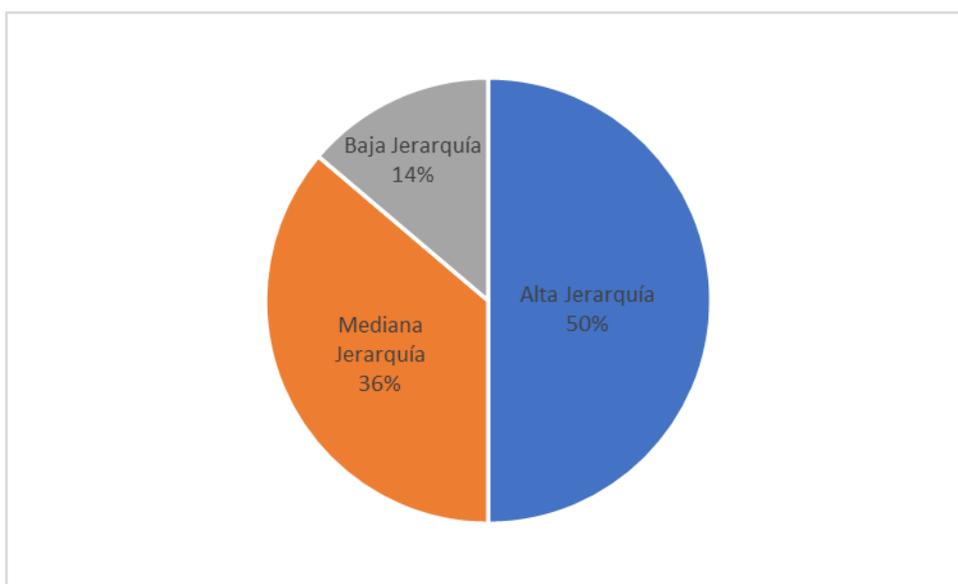


Figura 12 – Resultados de la jerarquización regional

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36 – Resultados de jerarquización regional por actividad potencialmente contaminante

Actividad potencialmente contaminante	Alta jerarquía	Mediana jerarquía	Baja jerarquía	Total
Disposición de Residuos Mineros Masivos		2		2
Disposición de residuos sólidos	10	11	7	28
Estaciones de servicio de combustibles	5			5
Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro	13	5	1	19
Industria de Cemento (portland, siderúrgicos, y puzolánicos), Hormigón, Asfalto y fibrocemento	1			1
Industria de la curtiembre		1		1
Maestranzas, astilleros y centros de mantenimientos de aeronaves		1		1
Reciclaje y valorización de residuos		1		1
Total	29	21	8	58

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 13 se presenta un mapa con la ubicación de todos los SPPC jerarquizados en la región Metropolitana, clasificados según su jerarquía.

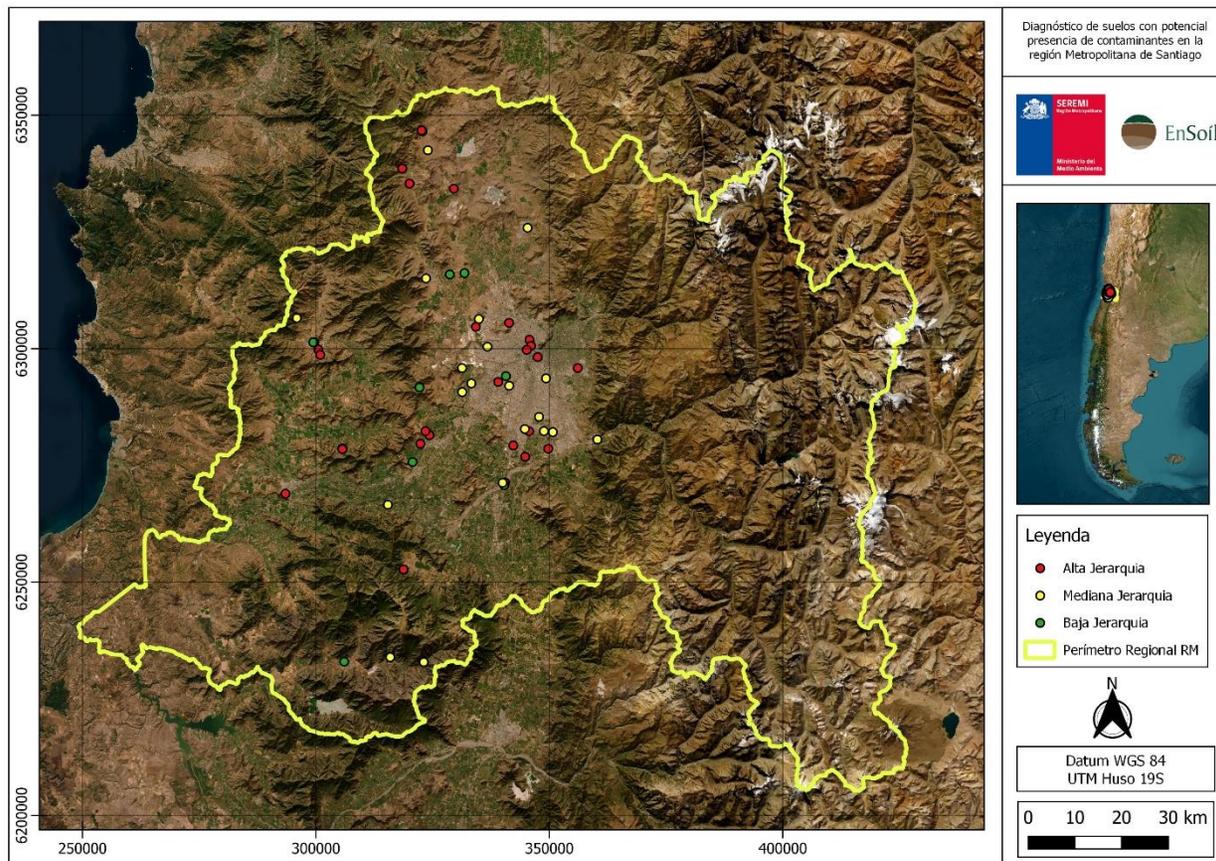


Figura 13 – Mapa con ubicación de los SPPC jerarquizados en la región

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan como ejemplo algunos SPPC jerarquizados, junto con su respectivo esquema conceptual y fotografías.

Ex Servicentro Ruta 5 - Tiltil

Estación de servicio ubicada en Tiltil (Ruta 5 Norte), cuya actividad se encuentra inactiva (semi desmantelada). No tiene cierre perimetral y el terreno es posiblemente privado. Destaca en sus alrededores un cauce seco (estero de Chacabuco) a 70 m, plantaciones a 150 m y población residente a 150 m. Obtuvo una alta prioridad y una alta jerarquía (70%).



Figura 14 – Fotografías de Ex Servicentro Ruta 5 – Tiltill
Fuente: Elaboración propia

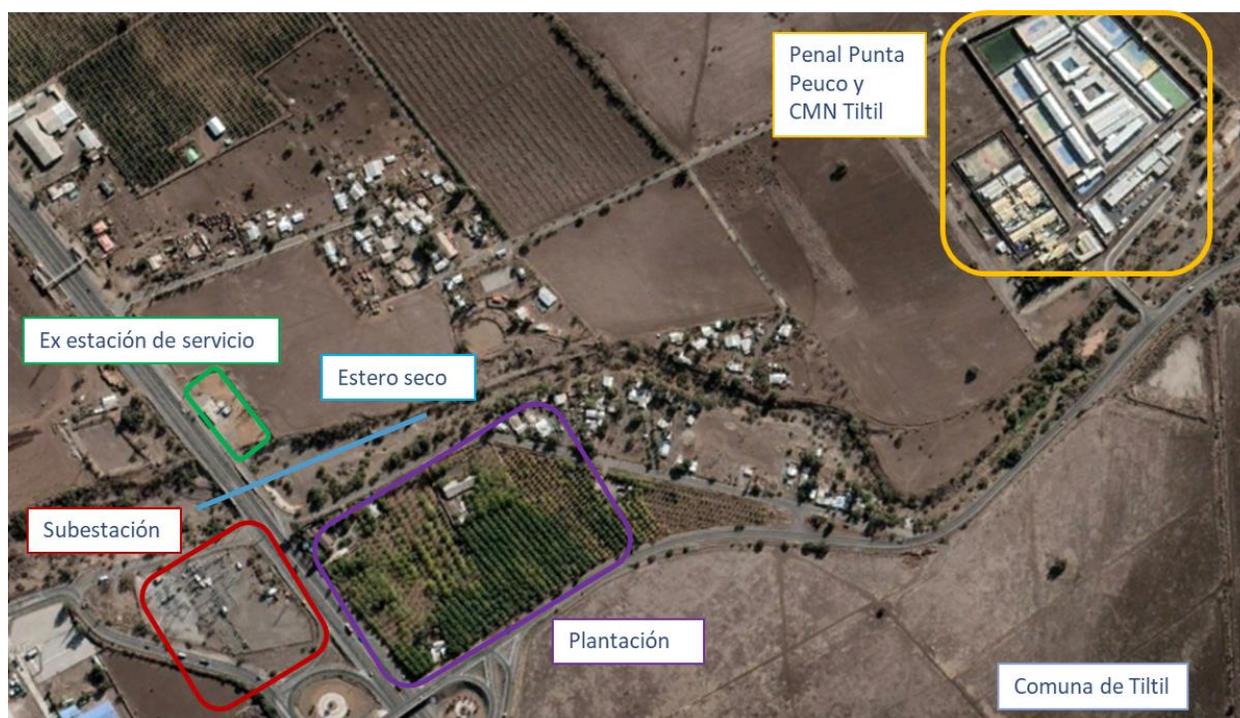


Figura 15 – Modelo conceptual de Ex Servicentro Ruta 5 - Tiltill
Fuente: Elaboración propia

Planta Lo Águila I – Curacaví

Relave e instalaciones mineras ubicada en Curacaví, cuya actividad se encuentra abandonada. Tiene un cierre perimetral y el terreno privado. Destaca en sus alrededores población residente a 20 m y estero Puangue a 800 m. Obtuvo una alta prioridad y una alta jerarquía (68%).



Figura 16 – Fotografías de Planta Lo Águila I – Curacaví
Fuente: Elaboración propia



Figura 17 – Modelo conceptual de Planta Lo Águila I – Curacaví
Fuente: Elaboración propia

Quebrada de la Plata - Maipú

Faena minera de extracción ilegal, cuya actividad se encuentra abandonada. Está ubicado en Maipú, dentro de un Santuario de la Naturaleza. El terreno es administrado por la Universidad de Chile. No hay población residente en los alrededores y presenta un cauce de agua intermitente. Obtuvo una moderada prioridad y una baja jerarquía (28%).



Figura 18 – Fotografías de Quebrada de la Plata - Maipú
Fuente: Elaboración propia



Figura 19 – Modelo conceptual de Quebrada de la Plata - Maipú
Fuente: Elaboración propia

Basural El Pajonal - Maipú

Basural ubicado en Maipú, activo. Se encuentra en terreno erizado de aproximadamente 14 ha. No tiene cierre perimetral y el terreno es posiblemente privado. Destaca en sus alrededores población residente a solo metros y el Zanjón de la Aguada a 1700 m. En parte del terreno se construyó un parque. Obtuvo una alta prioridad y una alta jerarquía (65%).



Figura 20 – Fotografías de Basural El Pajonal - Maipú
Fuente: Elaboración propia



Figura 21 – Modelo conceptual de Basural El Pajonal - Maipú
Fuente: Elaboración propia

5 Validación de la información

A lo largo del proceso de identificación de suelos con potencial presencia de contaminantes, se realizaron diversas actividades para validar y complementar la información recopilada en la base de datos.

El proceso consistió en primer lugar en recopilar la información obtenida por las distintas fuentes señaladas en la sección 2.3. Luego, se realizó una verificación de la ubicación, corroborando que el posible SPPC se encontrara dentro la región Metropolitana y tuviera coordenadas y dirección válidas. Después, se corroboró que el sitio efectivamente correspondiera a un SPPC, mediante la identificación y asignación de una (o más) actividad potencialmente contaminante o, de lo contrario, descartarlo de la base de datos. El siguiente paso fue complementar la información disponible sobre los SPPC, en particular, para el proceso de completar la ficha de inspección para la jerarquización de los suelos. Esto se realizó revisando informes, búsqueda en internet y llamadas telefónicas y solicitudes por correo electrónico a personas que pudiesen tener mayor información, además de las que guiaron la visita de algunos de los SPPC. Por último, se realizó un trabajo de depuración final de la base de datos de manera manual, agrupando y eliminando duplicados (suelos repetidos en diversas bases de datos).

El proceso descrito anteriormente se presenta en la Figura 22. En el Anexo 9 se incluye el detalle de las gestiones de complementación de la información, copias de los correos enviados de solicitud y el listado de los asistentes a las inspecciones realizadas.



Figura 22 – Diagrama de flujo de procesos de validación de la información de SPPC
Fuente: Elaboración propia

6 Carga a la plataforma del Ministerio del Medio Ambiente la base de datos de SPPC

El Ministerio del Medio Ambiente posee una Plataforma para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes (Plataforma Web SPPC²⁰), en la que es posible visualizar información de SPPC de todo el país, y la que se espera sea eventualmente pública. La información que puede ser cargada corresponde a datos básicos de cada SPPC (nombre, titular, ubicación, tendencia), además de información más detallada sobre su actividad potencialmente contaminante (tipo de APC, condición). Por otro lado, es posible completar información sobre el estado de investigación de cada SPPC, es decir, fase I, fase II y fase III; sus respectivos resultados y cargas documentos asociados.

La base de datos indicada en la sección 2.5 se complementó con la información de priorización de cada suelo (indicando la existencia o no de cada criterio de priorización, junto con el resultado de prioridad) y la información de jerarquización (indicando puntaje y jerarquía) de los suelos a los que se les aplicó ficha de inspección). Luego de la finalización de la base de datos, se desarrollaron las gestiones para realizar la carga de esta información a la Plataforma Web SPPC. Esta base de datos corresponde a la ya presentada en el Anexo 4.

Cabe destacar que el proceso de carga fue complejo y se debió recurrir a programadores, ya que la plataforma no tiene una herramienta de carga masiva de base de datos. Además, hay algunos campos que dependen de otros (el sistema realiza cálculos internos) y no se pueden completar directamente, lo que dificulta aún más la carga de información. Se recomienda a futuro actualizar la plataforma, incorporando la opción de carga masiva, de manera que sea flexible, fácilmente modificable, pero a la vez robusta y de fácil acceso, y así, apta para ser utilizada con regularidad por las distintas Seremis de Medio Ambiente, Ministerio y otros servicios públicos.

En la Figura 23, Figura 24, Figura 25 y Figura 26 se presentan capturas de pantalla del sitio web, donde se observa la carga de la información de los SPPC de la región Metropolitana y su visualización en la plataforma.

²⁰ <http://sitios.mma.gob.cl/>

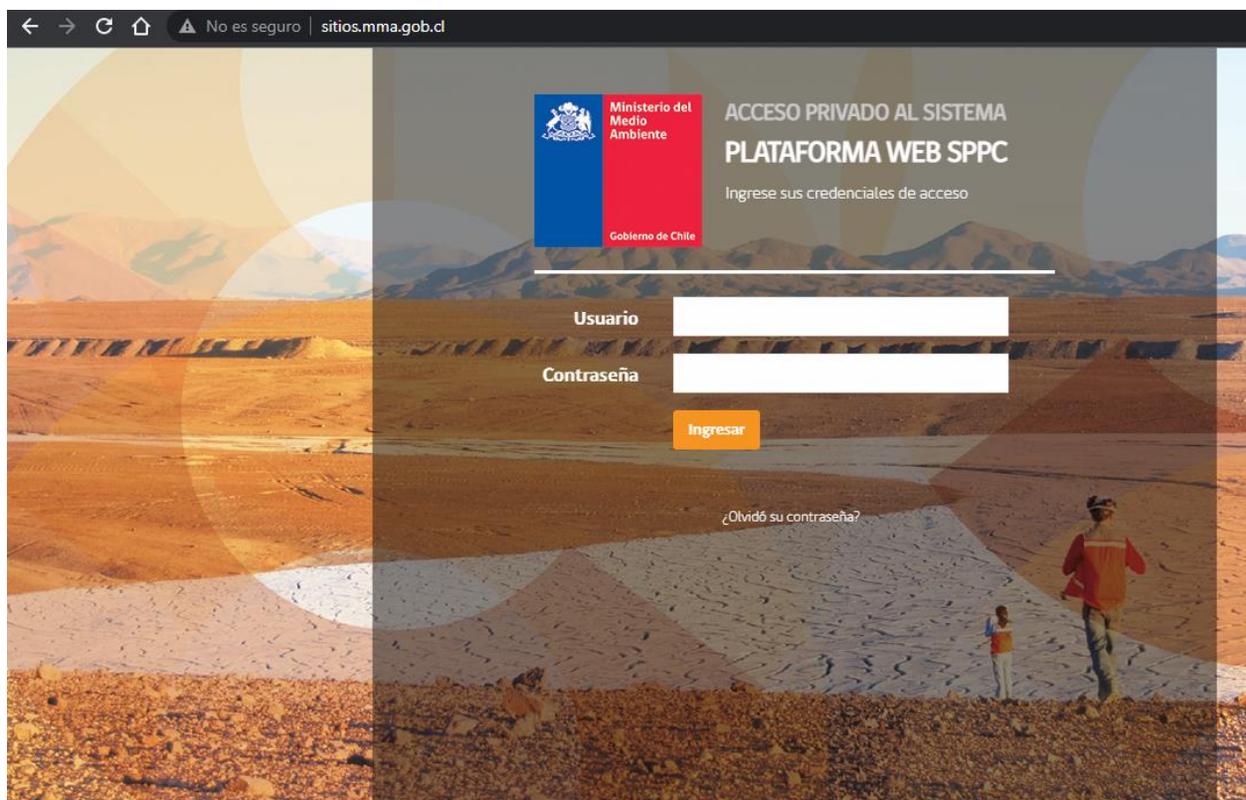


Figura 23 – Captura de pantalla de acceso a la plataforma (por el momento de acceso restringido)
Fuente: Plataforma Web SPPC

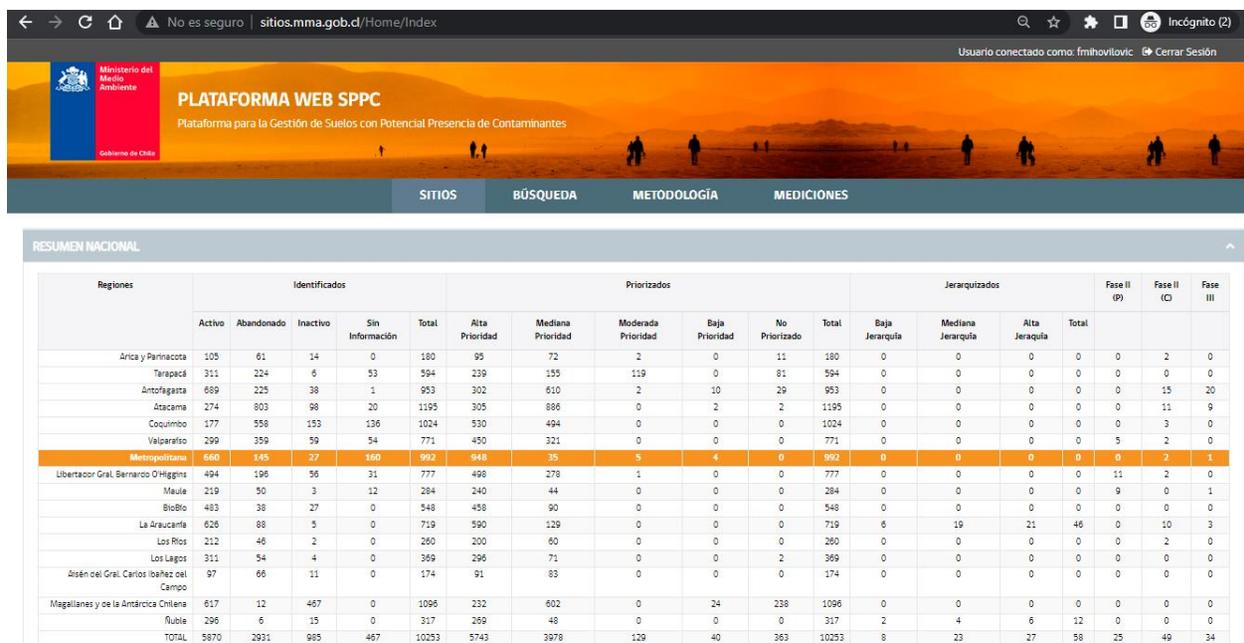


Figura 24 – Captura de página principal de la plataforma (resumen nacional de SPPC)²¹

Fuente: Plataforma Web SPPC

²¹ Cabe notar que en la plataforma solo es posible cargar SPPC asociados a coordenadas, por lo que se ingresaron 992 SPPC en la región, no el total de 997, dejando fuera a 5 a los que no se pudo verificar su ubicación.

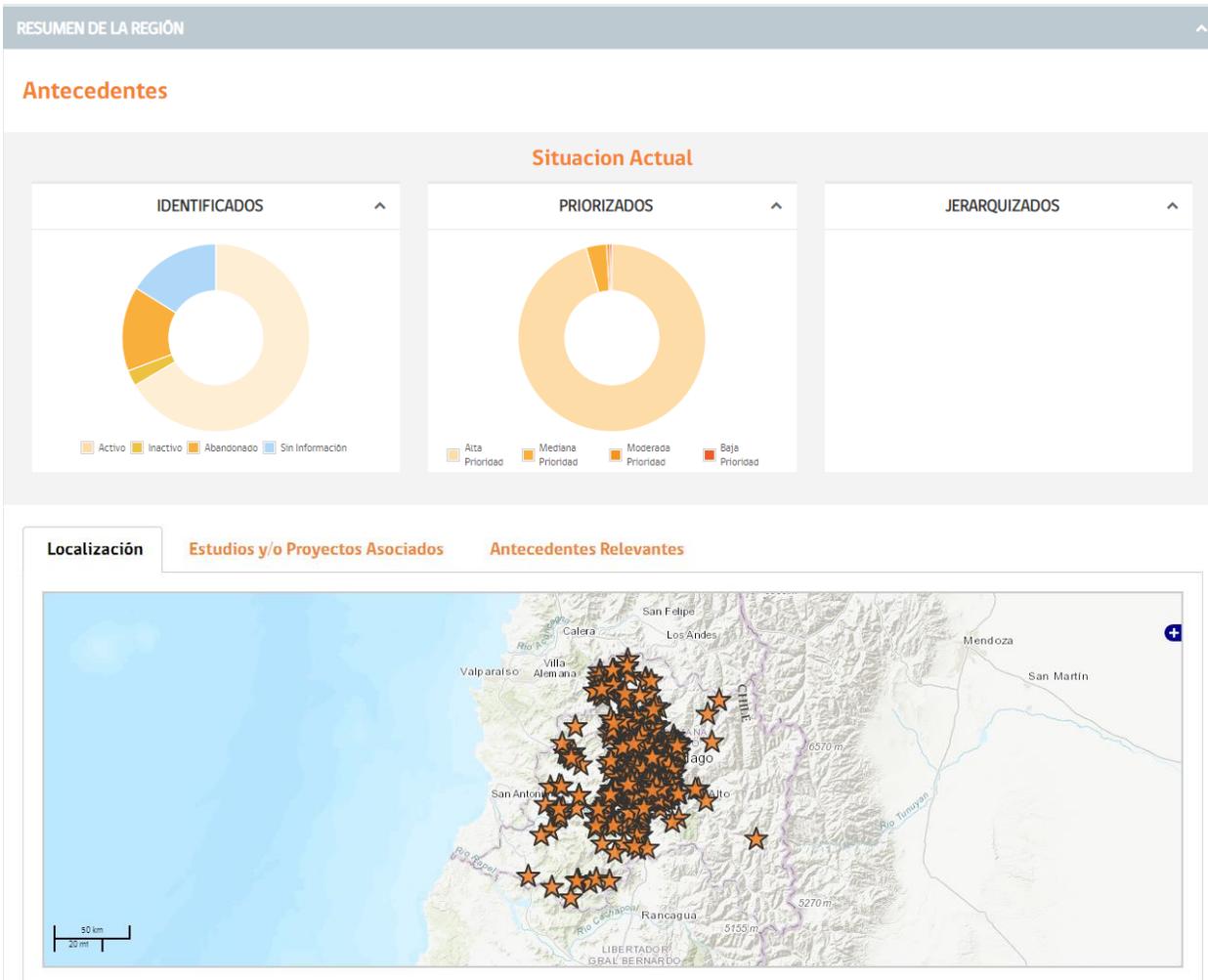


Figura 25 – Captura de página principal de la plataforma (resumen regional de SPPC)
Fuente: Plataforma Web SPPC

SITIOS		BÚSQUEDA		METODOLOGÍA		MEDICIONES				
FILTROS DE BÚSQUEDA Nombre del Sitio: <input type="text"/> Región: <input type="text" value="Metropolitana"/> Provincia: --Seleccione-- Comuna: --Seleccione-- Identificación Fase: --Seleccione-- Clasificación de Priorización: --Seleccione-- Clasificación de Jerarquización: --Seleccione-- Tipo de propiedad: --Seleccione-- Actividad Potencialmente Contaminante: --Seleccione--				RESULTADO DE LA BÚSQUEDA Mostrando registros del 1 al 10 de un total de 992 registros						
Nombre del Sitio	Region	Provincia	Comuna	Identificación Fase	Clasificación de Priorización	Clasificación de Jerarquización	Tipo de propiedad	Actividad Potencialmente Contaminante	Fecha creación	Acciones
Abastible Ab1310501	Metropolitana	Santiago	El Bosque	Fase I - Priorizado	Alta Prioridad		Privada	Estaciones de servicio de combustibles	06/12/2022 16:41:31	Ver sitio
Abastible Ab1311101	Metropolitana	Santiago	La Granja	Fase I - Priorizado	Alta Prioridad		Privada	Estaciones de servicio de combustibles	06/12/2022 16:41:31	Ver sitio
Abastible Ab1312601	Metropolitana	Santiago	Quinta Normal	Fase I - Priorizado	Alta Prioridad		Privada	Estaciones de servicio de combustibles	06/12/2022 16:41:31	Ver sitio
Abastible Ab1320101	Metropolitana	Coronel	Puente Alto	Fase I - Priorizado	Alta Prioridad		Privada	Estaciones de servicio de combustibles	06/12/2022 16:41:31	Ver sitio
Aeródromo Alberto Santos Dumont SCSA	Metropolitana	Chacabuco	Tiltil	Fase I - Priorizado	Alta Prioridad		Fiscal	Maestranzas, astilleros y centros de mantenimientos de aeronaves	06/12/2022 16:41:29	Ver sitio
Aeródromo Chincureo SCHC	Metropolitana	Chacabuco	Colina	Fase I - Priorizado	Alta Prioridad		Fiscal	Maestranzas, astilleros y centros de mantenimientos de aeronaves	06/12/2022 16:41:29	Ver sitio

Figura 26 – Captura de página de búsqueda de la plataforma (resultados de región Metropolitana)

Fuente: Plataforma Web SPPC

7 Análisis de la información y actualización del catastro regional

Como se indica en la introducción, la Seremi MA RMS ha estado trabajando en el catastro regional de SPPC desde el año 2012, junto con el desarrollo de la Guía metodológica para la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes. En particular, se elaboró un primer catastro entre los años 2012 y 2013, y luego se actualizó mediante un trabajo realizado entre 2018 y 2019 por la Seremi MA RMS. El presente estudio corresponde a una nueva actualización de este. A continuación, se presentan los resultados de cada catastro.

7.1 Diagnóstico regional de suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes (SAPPC) región Metropolitana (2013)

Corresponde al primer catastro de suelos abandonados en la región Metropolitana, realizado durante 2012 y 2013 por profesionales de la Seremi del Medio Ambiente. Se preparó en base a la información obtenida mediante una solicitud a organismos del Estado por conocimiento de SPPC. Los SPPC identificados corresponden principalmente a pasivos ambientales mineros (PAM) y vertederos ilegales de residuos sólidos (VIRS). Se elaboró un informe con los resultados, con fecha diciembre de 2013.

Tabla 37 – Resultados del catastro de 2012-2013

Etapas	Categoría	Nº de sitios
Identificación	Total	137
	Alta prioridad	112
Priorización	Mediana prioridad	7
	Moderada prioridad	0

Etapa	Categoría	N° de sitios
	Baja prioridad	1
	No priorizado	1
	Total priorizados	121
Jerarquización	Alta jerarquía	17
	Mediana jerarquía	15
	Baja jerarquía	6
	Total jerarquizados	38

Fuente: Elaboración propia

7.2 Diagnóstico regional de suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes (SAPPC) región Metropolitana (2019)

Corresponde a la actualización del primer catastro de suelos abandonados, elaborado durante los años 2018 y 2019 por profesionales de la Seremi del Medio Ambiente de la región Metropolitana y del Ministerio. Se realizó mediante un taller participativo y solicitud de información a municipios. Se agregaron 11 sitios; 10 de estos sin coordenadas correctas para poder georreferenciar, por lo que no se priorizaron. Sí se priorizó y jerarquizó 1 sitio nuevo: Quebrada de la Plata. Se visitaron nuevamente 12 sitios de alta jerarquía del catastro del 2013. Se elaboró un informe con los resultados, con fecha diciembre de 2019.

Tabla 38 – Resultados de la actualización de 2018-2019

Etapa	Categoría	N° de sitios
Identificación	Total	148
Priorización	Alta prioridad	113
	Mediana prioridad	7
	Moderada prioridad	0
	Baja prioridad	1
	No priorizado	1
	Total priorizados	122
Jerarquización	Alta jerarquía	18
	Mediana jerarquía	15
	Baja jerarquía	6
	Total jerarquizados	39

Fuente: Elaboración propia

7.3 Diagnóstico de suelos con potencial presencia de contaminantes en la región Metropolitana de Santiago (2022)

Corresponde a la segunda actualización del catastro que se realizó el año 2013, elaborado durante el estudio del año 2022 por EnSoil. Se utiliza como base el catastro actualizado de SAPPC del 2019 y se consultan nuevas fuentes de información, mediante consulta a servicios públicos y recopilación propia de estudios, catastros, entre otros. Se aumenta el número de SPPC identificados, incluyendo, por ejemplo, estaciones de servicio (activas y paralizadas), industrias relevantes, nuevos basurales, aeródromos, SPPC evaluados en estudios de fase II y III, faenas y relaves mineros, etc. Se seleccionó, mediante criterios indicados en la

sección 4, a 30 SPPC relevantes para visitar, y de estos fue posible aplicar la ficha de inspección y jerarquizar a 20 SPPC, lo que se sumó a la información de jerarquización de los catastros anteriores de la región (considerando también que algunos SPPC se revisitaron).

Tabla 39 – Resultados de la actualización de 2022

Etapa	Categoría	N° de sitios
Identificación	Total	997
Priorización	Alta prioridad	948
	Mediana prioridad	35
	Moderada prioridad	5
	Baja prioridad	4
	Sin coordenadas	5
	Total priorizados	992
Jerarquización	Alta jerarquía	29
	Mediana jerarquía	21
	Baja jerarquía	8
	Total jerarquizados	58

Fuente: Elaboración propia

7.4 Resumen de resultados de todos los catastros

En esta sección se presenta un resumen consolidado de los resultados de los 3 catastros realizados en la RMS. En la siguiente tabla se presenta la cantidad de sitios identificados, priorizados y jerarquizados en cada uno de estos.

Tabla 40 – Resumen de resultados de los catastros de SPPC

Catastro/ actualización	Identificación (n° de sitios)		Priorización (n° de sitios)					Jerarquización (n° de sitios)			
	Total	Tot	AP	MeP	MoP	BP	NP	Tot	AJ	MJ	BJ
2013	137	121	112	7	0	1	1	38	17	15	6
2019	148	122	113	7	0	1	1	39	18	15	6
2022	997	992	948	35	5	4	-	58	29	21	8

Nota: Tot: total; AP: alta prioridad; MeP: mediana prioridad; MoP: moderada prioridad; BP: baja prioridad; AJ: alta jerarquía; MJ: mediana jerarquía; BJ: baja jerarquía.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta un análisis más detallado de los cambios entre el catastro de SPPC existente (actualización de 2019) en la región Metropolitana y su actualización realizada para la actual consultoría (2022).

Tabla 41 – Actualización del catastro

Tipo de cambio	Descripción	Catastro anterior	Catastro actual
Número de SPPC	Se aumenta el número de SPPC del catastro debido a la inclusión de diversas	148 SPPC (2019)	997 SPPC

Tipo de cambio	Descripción	Catastro anterior	Catastro actual
	fuentes de información indicadas en la sección 2, por ejemplo: estaciones de servicio (activas y paralizadas), información entregada por municipalidades, estudios ambientales y otros catastros, y otros sitios considerados relevantes.		
Puntaje de jerarquización	<p>Se visitó nuevamente algunos sitios ya inspeccionados durante la realización de catastros en años anteriores. Algunos de estos cambiaron su puntaje de jerarquización, lo que se pudo deber a lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diferencia al considerar ciertas rutas de exposición (debido a la sequía, podría no haberse contemplado algún cuerpo de agua, o no ser considerado como de uso humano, etc.) - Diferencia en la estimación de población expuesta <p>Sin embargo, no se cuenta con las fichas de inspección anteriores, por lo que no se puede tener certeza del ítem en que hubo diferencia de puntaje.</p>	<p>Planta Lo Águila I: 67% alta jerarquía (2012)</p> <p>Ex Fundición Naltagua: 65% alta jerarquía (2012)</p> <p>Quebrada de la Plata: 77% alta jerarquía (2019)</p> <p>El Sauce: 65% alta jerarquía (2019)</p>	<p>Planta Lo Águila I: 68% alta jerarquía</p> <p>Ex Fundición Naltagua: 56% mediana jerarquía</p> <p>Quebrada de la Plata: 28% baja jerarquía</p> <p>El Sauce: 63% alta jerarquía</p>
Condición	Se modificó la condición (activo, inactivo, abandonado) de un sitio luego de la inspección y revisión de antecedentes.	Ex Aeródromo Cerrillos: activo (2019)	Ex Aeródromo Cerrillos: inactivo

Fuente: Elaboración propia

8 Propuesta de avance para la gestión de SPPC

La propuesta de gestión de SPPC se abordará desde dos ámbitos: uno asociado a tipos de actividades potencialmente contaminantes más relevantes, y otro relacionado a SPPC específicos. Estos se presentan a continuación.

8.1 Lineamientos para la gestión de SPPC según actividad

Se han identificado tres grandes grupos de actividades que debiesen ser priorizadas en cuanto al trabajo regional en la gestión de suelos contaminados dado su prevalencia y potencial de contaminación de suelos. Estos corresponden a las instalaciones de almacenamiento o distribución de combustibles, particularmente estaciones de servicio, a lugares de disposición irregular de residuos (basurales), y a instalaciones mineras históricas. Estas tres categorías se describen en detalle en las siguientes secciones.

8.1.1 Estaciones de servicio

De los 450.000 sitios contaminados en Estados Unidos, aproximadamente la mitad están impactados por hidrocarburos, generalmente derramados de tanques subterráneos de estaciones de servicio históricas (USEPA, 2022). Estos derrames pueden llegar a las aguas subterráneas y afectar a receptores cercanos, ya sea por consumo de agua, inhalación de vapores o contacto directo. Aun en ausencia de agua subterránea cercana, la intrusión de vapores de derivados del petróleo²² pueden afectar a las personas en el mismo sitio, por ejemplo, si este se convierte en un proyecto residencial.

A nivel nacional, existen 1.820 estaciones de servicio en operación. En la región Metropolitana para este estudio se han identificado alrededor de 520 estaciones de servicio activas, más 13 que estarían fuera de operación, y 9 que podrían estar siendo cerradas, según información de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) a octubre 2022. No se tiene mayor detalle del estado en que están las estaciones que han cesado su funcionamiento.

8.1.1.1 Disposiciones ambientales dentro de la normativa sectorial

Las estaciones de servicio están regidas bajo el D.S. 160/2008 que *Aprueba Reglamento de Seguridad para las Instalaciones y Operaciones de Producción y Refinación, Transporte, Almacenamiento, Distribución y Abastecimiento de Combustibles Líquidos* del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción; Subsecretaría de Economía Fomento y Reconstrucción (de ahora en adelante Reglamento para Instalaciones de Combustibles Líquidos). El cumplimiento de las obligaciones del reglamento recae sobre los propietarios u operadores, y es fiscalizado y supervigilado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Este reglamento no reconoce en sí como objetivo tácito la protección del medio ambiente, sin embargo, sí establece el control de ciertos riesgos y peligros en varios artículos, como por ejemplo, en el Artículo 1º que indica que el reglamento contiene las medidas mínimas para controlar el riesgo de manera que las operaciones “no constituyan peligro para las personas y/o cosas”, el Artículo 13º que indica que el propietario u operador debe “impedir o reducir cualquier filtración, emanación o residuo que pueda causar efectos no deseados a las personas y/o las personas y/o cosas, cursos de aguas superficiales, subterráneas, lagos o mares”, o el Artículo 15º, que indica que los operadores deben eliminar o controlar eventuales riesgos para “las personas y cosas”.

En cuanto a su validez, el Artículo 307º indica que toda nueva instalación (o modificación) deberá regirse por el reglamento, sin embargo, las instalaciones existentes a la fecha de entrada en vigencia (octubre 2009) no deben regirse por este en cuanto a diseño y construcción salvo para modificaciones a estas (Artículo 308º).

En el Reglamento se indican también medidas de prevención de derrames y otros incidentes (ej. Artículo 90º entre otros), además existe un requerimiento de *declaración* antes de la puesta en servicio de una instalación (trámite TC4 A) y requerimiento inspección periódica de estanques y hermeticidad de tuberías anexas (procedimiento TC8).

El Artículo 33º del reglamento indica la obligación de informar ciertos accidentes dentro de las 24 horas siguientes (o de haber notado el incidente) indicando consecuencias de este, entre las que incluyen:

²² <https://www.epa.gov/ust/petroleum-vapor-intrusion>

personas lesionadas, daños a la propiedad y contaminación del medio ambiente. Los “accidentes” referidos, según el Artículo 32º, incluyen el derrame de combustible superior a 5.000 L en instalaciones (de manera general) y de 200 L en instalaciones de abastecimiento (estaciones de servicio), además de cuando ocurra filtración de combustible en “tanques y tuberías enterradas, y fondos de tanques sobre superficie”. De ocurrir filtraciones, el Artículo 106º indica que se debe inmediatamente vaciar el tanque y dejarlo fuera de servicio, para posteriormente proceder a “retirar el tanque y la tierra contaminada”.

En cuanto al término de las operaciones de las instalaciones de combustibles líquidos, el reglamento indica en su Artículo 302º, que el propietario debe adoptar medidas de seguridad para asegurar que estas no constituyan un riesgo de seguridad a las personas y sus bienes (ej. inhabilitar y sellar las conexiones, purgar los vapores, entre otros). El Párrafo 17 del Capítulo 2 indica en su articulado los procedimientos para cerrar o extraer un tanque enterrado cuando este sea puesto fuera de servicio. Se debe previo a esto enviar un informe a la Superintendencia con el método de cierre y/o extracción a utilizar.

8.1.1.2 Propuestas para la gestión de las estaciones de servicio

En ausencia de normativa específica para el manejo de suelos contaminados, se propone que la gestión en el caso de instalaciones de almacenamiento y distribución de combustibles se realice en conjunto con la SEC y dentro del marco del reglamento. En este sentido, se recomiendan acciones para establecer protocolos de acción consensuados para el manejo de suelos (y aguas subterráneas) desde el punto de vista ambiental.

Siguiendo con lo anterior, con respecto a las competencias del Ministerio del Medio Ambiente en la materia, el Artículo 70 de la Ley 20.417 indica en su letra g) con respecto a la gestión de suelos contaminados:

“Proponer políticas y formular normas, planes y programas en materia de residuos y suelos contaminados, así como la evaluación del riesgo de productos químicos, organismos genéticamente modificados y otras sustancias que puedan afectar el medio ambiente, sin perjuicio de las atribuciones de otros organismos públicos en materia sanitaria.”

Por otra parte, volviendo al Reglamento de la SEC, el Artículo 6º indica que los propietarios u operadores de las instalaciones deberán conservar los estudios, registros y manuales a disposición de la Superintendencia y los “demás organismos públicos que los requieran para el ejercicio de sus funciones”. En este sentido, de manera general se haría patente la capacidad del Ministerio del Medio Ambiente de tener acceso a los documentos que requiera para poder velar por la gestión de los suelos contaminados.

Es importante notar sí que esta gestión del Ministerio del Medio Ambiente en la materia se refiere generalmente a tareas de administración y generación de normativa o políticas, toda vez que las tareas de fiscalización en materia ambiental residen en la Superintendencia del Medio Ambiente y en la Brigada Investigadora de Delitos Contra la Salud Pública y Medio Ambiente (Bridesma) de la PDI, mientras que aspectos de contaminación que pudieran afectar a la salud son fiscalizados por la Seremi de Salud correspondiente. Existen, por otra parte, otros servicios que pudieran también verse involucrados, como la División de Protección de Recursos Naturales Renovables del SAG, en caso de que se afectase, por ejemplo, la calidad de aguas subterráneas utilizadas para riego.

En este sentido, se reconoce que la gestión integral de la problemática ambiental de los suelos y aguas contaminadas en el contexto de las estaciones de servicio debe obedecer a un enfoque multisectorial, coordinado sí por protocolos establecidos por el Ministerio del Medio Ambiente consensuados con la SEC, en el cual también participara la Seremi de Salud (en su rol de fiscalizador de aspectos que atañen la salud)

y la SMA (en su rol de fiscalizador de aspectos ambientales). Las investigaciones de aspectos de contaminación la Bridesma son de orden judicial, por lo que no se estima su involucramiento en los protocolos, no obstante sea esto una materia que debe discutirse entre los servicios.

De forma específica, se identifican tres casos en los que se podría implementar gestión por parte del Ministerio de Medio Ambiente en el marco de la gestión de suelos contaminados que actualmente realiza. El primer caso corresponde al registro de nuevas instalaciones de almacenamiento. Una vez que la SEC recibiese un formulario TC4 A, sería recomendado esta entidad diese aviso a las respectivas Seremis de Medio Ambiente, idealmente con una copia del TC4 A, con la finalidad de actualizar el registro de SPPC agregando la instalación correspondiente.

De igual manera, el segundo caso sería cuando la SEC recibiese aviso de un accidente tipificado dentro del Artículo 32º del reglamento (ej. filtración de un tanque subterráneo). En este caso, sería recomendable que el informe recibido desde el responsable sea enviado a la respectiva Seremi de Medio Ambiente, a la SMA y a la Seremi de Salud para su revisión. En el caso que sea apropiado (ej. donde queden dudas del estado del suelo), tanto la Seremi de Salud como la SMA (en consulta con la Seremi de Medio Ambiente) podría recomendar a la SEC una evaluación de suelos siguiendo los lineamientos de la Guía Metodológica, y evaluando los resultados utilizando normativa internacional de los países determinados por el Artículo 11 del D.S. 40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente que *aprueba el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental* (RSEIA).

El tercer y último caso sería al término de las operaciones de las instalaciones de combustibles líquidos. El Artículo 107º indica que se debe indicar en un informe el procedimiento de cierre y/o extracción de tanque enterrado previo al proceso. Es importante que el procedimiento contemple también la remoción de cualquier “tierra contaminada” identificada como indica el Artículo 106º para derrames, y que se realice un muestreo de validación que indique la ausencia de material contaminado alrededor de la ubicación del tanque. Este proceso debiese ser también informado a la respectiva Seremi de Medio Ambiente, Seremi de Salud, como también a la SMA para revisar la metodología a emplearse previo a la extracción/cierre de tanque y para evaluar finalmente (a través de la SEC) el proceso utilizado y la validación de suelos (que debiese estar de acuerdo a la Guía Metodológica). Este y los casos anteriores se muestran en la Figura 27.

Finalmente, se hace patente que si bien se reconoce en el reglamento de la SEC el potencial de impacto de los derrames, filtraciones o emanaciones en diferentes cuerpos de agua (Artículo 13º), no se detallan en él acciones específicas requeridas para el monitoreo de estos impactos, especialmente en las aguas subterráneas que son generalmente las afectadas en casos de filtraciones. Cabe notar que, en otras legislaciones, como por ejemplo Australia, es mandatorio la existencia de al menos 3 pozos de agua subterránea alrededor de cualquier instalación de distribución de combustible para monitorear potenciales impactos en la matriz ambiental. En el caso de Chile, se recomienda que la SEC exigiese este monitoreo como requisito mínimo en el caso donde existiese un uso patente del agua subterránea, ya sea para riego o consumo, o donde se pudiera afectar a otro receptor sensible (ej. humedal). Estos análisis, de realizarse, debiesen ser compartidos con los servicios públicos tales como la Seremi de Salud, que fiscalizaría que no exista afectación a la calidad del agua si es que esta es utilizada con fines potables; al SAG, que evaluaría potenciales afectaciones en cuanto a la norma de riego; y a la Seremi de Medio Ambiente para evaluar potencial afectación a aguas superficiales asociadas a un humedal u otra área protegida.

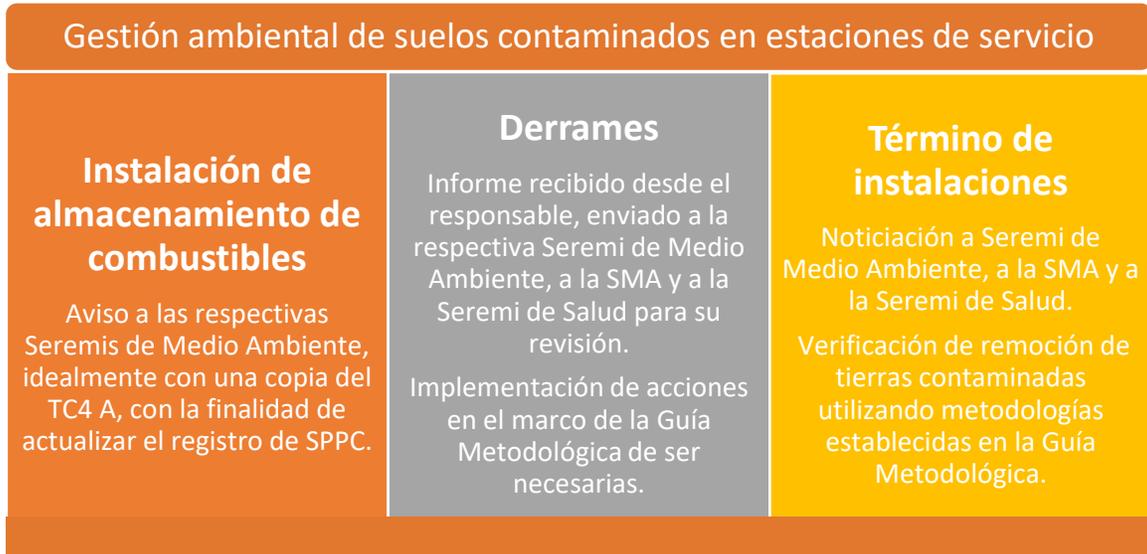


Figura 27 – Gestión ambiental de suelos contaminados en estaciones de servicio
Fuente: Elaboración propia

8.1.1.3 Priorización de los suelos

En cuanto a la priorización de estaciones de servicio para su gestión, se debiesen considerar aquellas donde se cuente con uno o más de los siguientes factores:

- La estación registra en la SEC algún incidente relacionado con fuga o derrame de combustible
- La estación tiene más de 20 años en servicio (los tanques pueden ser igual de antiguos y más propensos a fallar en su impermeabilidad²³)
- La estación se encuentra en un proceso de cierre o paralización de actividades
- Existe presencia de agua subterránea a menos de 10 m de profundidad
- El agua subterránea se utiliza para riego o bebida lo que causaría un riesgo por consumo o contacto directo (ej. está en una zona de APR²⁴)

8.1.2 Basurales

Según datos del *Diagnostico Nacional de Sitios de Disposición Ilegal de Residuos* (Ossio y Faúndez, 2022) en Chile indicarían que existen un total de 3.735 sitios donde existe disposición ilegal de residuos, que se han constituido en basurales. Dentro de estos, el 34% corresponderían a microbasurales (menores a 1 ha), 2,41% serían vertederos ilegales (mayores a 1 ha), y de 62,95% no se tiene información de su superficie. Muchos de estos se relacionan con residuos de construcción y demolición, especialmente en regiones como

²³

<https://www.petroplaza.com/news/25241#:~:text=Research%20on%20national%20trends%20by,on%20the%20age%20at%20removal.>

²⁴ APR: sistemas comunitarios de agua potable rural que tienen como misión administrar, operar y mantener los servicios de agua potable

Valparaíso y Coquimbo, ambas sin sitios legales de disposición final para residuos de construcción. Los contaminantes que pueden encontrarse en los suelos de estos sitios son variados, pero principalmente corresponden a metales, solventes, dioxinas y asbesto. En cuanto a la RM, el catastro realizado por este estudio indica alrededor de 240 sitios de disposición ilegal.

No existen instrumentos de gestión para los basurales ilegales, sin embargo, el Artículo 11º del Decreto con Fuerza de Ley (DFL) 725 *Código Sanitario* traslada la responsabilidad de su gestión a las municipalidades por tanto indica:

Artículo 11º.- Sin perjuicio de las atribuciones que competen al Servicio Nacional de Salud, corresponde, en el orden sanitario, a las Municipalidades: ...b) recolectar, transportar y eliminar por métodos adecuados, a juicio del Servicio Nacional de Salud, las basuras, residuos y desperdicios que se depositen o produzcan en la vía urbana.

Adicional a esto, se puede encontrar en Artículo 3º del DFL 1 *Fija el Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la ley Nº 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades* que también indica que los residuos (domiciliarios) deben ser gestionados por las municipalidades.

En este respecto, se ve que la línea de acción más apropiada para la gestión de los basurales correspondería establecer objetivos en común entre las diferentes municipalidades, las Seremis de Medio Ambiente e idealmente las Seremis de Salud. Es también posible se incorporen estas áreas en las circulares de la Ley General de Urbanismo y Construcción, como riesgos antrópicos, y así sean considerados en procesos de evaluación ambiental estratégica (EAE), ver Sección 8.3.

El primero de estos objetivos se estima que debiese ser la caracterización de estos suelos en cuanto a extensión, tipo de residuo y potencial de riesgo para la población cercana y medio ambiente.

En esta tarea podría ser realizada por los mismos encargados ambientales de las municipalidades, entregando luego esta información a las respectivas Seremis, pudiéndose utilizar una versión simplificada de la Ficha de Inspección, específica para los basurales. Este documento debiese contener la siguiente información.

- Ubicación geográfica (coordenadas)
- Área en m²
- Tipo de residuo
- Población cercana
- Elemento ambiental sensible
- Polígono delimitatorio (kmz en GoogleEarth)
- Fotografías

Se debiese considerar además capacitación para los encargados ambientales de las municipalidades que podría estar a cargo del Ministerio del Medio Ambiente.

Esta información debe revisarla la Seremi y donde se estime un potencial de contaminación se actualizaría el catastro SPPC por tamaño (las actividades potencialmente contaminantes definidas por el estudio del Ministerio del Medio Ambiente – IdeAmbiente (2022) incluye basurales con superficie mayor a 0,1 ha). Esto quedaría como registro para considerar en la evaluación de cualquier proyecto de inversión público o

privado que se emplace en un futuro en el sitio (ya sea dentro del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental o por procedimiento de revisión de Municipalidad, etc.).

En cuanto a medidas inmediatas en caso de riesgos serios, estas debiesen ser implementadas por la municipalidad correspondiente (ej. limpieza o cercado), o en su defecto, remitidos los antecedentes a la Seremi de Salud si es que existe un dueño del predio para el inicio de un sumario sanitario.

Es conocido también el problema de los basurales no urbanos donde no existe un dueño privado identificable. Estos caen en un cierto vacío regulatorio, dependiendo si son Bienes Nacionales de Uso Público (donde en principio se tenga que hacer cargo la municipalidad) o Bienes Fiscales (donde la responsabilidad pudiese estar compartida entre la municipalidad y el Ministerio de Bienes Nacionales).

Otras medidas de gestión tienen que ver con la prevención y el fomento de educación ambiental y programas de reciclaje, ambas iniciativas en general a cargo de las respectivas municipalidades.

8.1.3 Faenas mineras abandonadas y relaves

La gestión de las faenas mineras abandonadas y relaves debiera realizarse dentro de las estrategias nacionales que se están implementando en este respecto en torno al manejo integral de los pasivos ambientales mineros (PAM). Esto ha sido discutido anteriormente por EnSoil (2022) en el marco de una propuesta de instrumento normativo para la gestión y descontaminación de suelos contaminados.

El documento “Auditoría coordinada sobre estructuras de gobernanza para el manejo integral de los pasivos ambientales mineros” de la Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS) (2021) detalla el marco regulatorio existente y los desafíos que enfrenta cada país evaluado en torno al manejo integral de los pasivos ambientales mineros (PAM). En el caso de Chile, la auditoría fue realizada por la Contraloría General de la República.

En cuanto a las conclusiones generales del estudio, se reconoce que los países evaluados carecen en general de definiciones normativas en torno a los PAM y, por ende, no se puede evaluar el cumplimiento de su manejo en la materia. Existe también un vacío respecto a políticas públicas en cuanto a su gestión y en la identificación de estos (catastros). Finalmente, se observa que los países tienen en general un enfoque preventivo, que se traduce en instrumentos que exigen medidas adecuadas para el cierre de faenas nuevas, sin embargo, no se otorga suficiente atención al manejo de pasivos existentes.

En el caso específico de Chile, los PAM están definidos en el “Manual de evaluación de riesgos de faenas mineras abandonadas o paralizadas” Sernageomin (2008), que indica lo siguiente al respecto:

“Se considera que solo una parte de las faenas mineras paralizadas o abandonadas presenta niveles de riesgo significativo para la seguridad o la salud de la población y el medio ambiente. Las faenas que presentan este tipo de riesgos se denominan pasivos ambientales mineros, PAM.”

La situación de Chile es común a los países latinoamericanos evaluados, donde no existe legislación específica para el manejo de los PAM actuales, sin embargo, se cuenta con instrumentos normativos para la prevención de PAM futuros, dados por la Ley de Cierre de Faenas Mineras y su reglamento. Se identifican también problemáticas asociadas a la falta de estrategias a mediano o largo plazo, la falta de un inventario nacional completo, existencia de criterios disímiles para la identificación de los PAM, además de falta de

herramientas para la atribución de responsabilidades para la gestión o remediación de estos. Se menciona también específicamente como dificultad la “carencia de una norma de calidad de suelo” para otorgar consistencia y estandarización a los procesos de tratamiento y regeneración de suelos.

Es vital notar que la mayoría de los PAM caen dentro de la categoría de “suelos con potencial presencia de contaminantes o SPPC”, o alternativamente, dan origen a estos suelos, ya que se configuran “escenarios de peligro” por riesgos ambientales. En efecto, ya se han desarrollado en Chile catastros y evaluaciones de relaves abandonados y suelos asociados (PAMs) que se encuentran en bases de datos de SPPC manejadas por el Ministerio del Medio Ambiente.

En este sentido, lo que se requiere de manera ideal es:

- Un marco regulatorio robusto para PAM relacionados con riesgos a la salud y medio ambiente.
- Procedimientos específicos para subsanar los PAM existentes.
- Bases para la jerarquización de los PAM relevantes y con esto, posibilitaría la definición de estrategias en el tiempo.
- Una norma de suelos que daría consistencia y formalidad al proceso de identificación de los PAM con riesgos a la salud y medio ambiente.

Lo anterior releva la importancia del manejo de los PAM que presenten riesgos a la salud o medio ambiente dentro de un sistema de gestión de suelos contaminados, y evitar el generar normativa paralela que mantendría los problemas de criterios identificados actualmente. Esto permitiría que Sernageomin se focalizara de manera más directa en los aspectos de seguridad de los PAM, y el Ministerio en los aspectos de riesgos ambientales. En este sentido, es vital la comunicación y establecimiento de objetivos en conjunto entre la autoridad ambiental y de minería.

En términos de corto plazo, lo inicial es eliminar el acceso a personas a los residuos mineros estableciendo cercos y señalética donde no existan. Posteriormente se deben realizar estudios de caracterización siguiendo la Guía Metodológica, específicamente una Fase II, para luego seguir con una Fase III de ser necesario.

8.1.4 Otras actividades en general

Para otras actividades lo esencial es seguir los pasos de la Guía Metodológica, realizando los procesos indicados identificando la fuente, ruta y receptores. Posteriormente, en una Fase II se identifica con mayor detalle los factores anteriores, además de determinar el tipo de contaminante y concentraciones de estos. Finalmente, de encontrarse concentraciones que puedan representar un riesgo a la salud o el medio ambiente se debe realizar una la Fase III, que consiste en la delimitación en detalle de la contaminación y una evaluación de riesgo sitio-específica.

Es importante además que, para cualquier proyecto que ingrese al SEIA que se desarrolle en un terreno que esté dentro del catastro de SPPC, se exija una evaluación de suelos con potencial presencia de contaminantes. Para esto, es necesario que las Seremis de Medio Ambiente de las distintas regiones estén familiarizadas con el catastro de SPPC y se revise cada vez que se evalúe un proyecto. Se reconoce, sin embargo, que no hay criterios de evaluación homogéneos para el componente suelo (especialmente en la

elección de normas de referencia internacionales, debido a la falta de una nacional), por lo que se requiere una unificación de criterios en este sentido.

8.2 Lineamientos para la gestión de SPPC jerarquizados

En la sección anterior se abordaron lineamientos para la gestión de SPPC según el tipo de actividad potencialmente contaminante, correspondiente a las principales actividades asociadas a los SPPC catastrados en la región Metropolitana. A continuación, en esta sección se presenta un análisis de la información relevante de los SPPC jerarquizados en la región, con el fin de establecer lineamientos de gestión específica para estos. El análisis se relaciona con elementos como cercanía a la población, uso de sistemas hídricos, uso de suelo, presencia de ecosistemas sensibles o de alta relevancia (es decir, las variables utilizadas para priorizar SPPC), además de los elementos constitutivos de riesgo ambiental (es decir, fuente-ruta-receptor para jerarquizar SPPC).

Para desarrollar una propuesta concreta de avance en la gestión de los sitios jerarquizados en este estudio, se seleccionaron, en primer lugar, aquellos que tuvieran el estado de “abandonado”, ya que son los sitios en que está efectivamente la posibilidad de tomar medidas. Sin embargo, se incluyó también los suelos en que se realiza disposición ilegal de residuos (en su mayoría activos), ya que son actividades que idealmente no deberían seguir realizándose. Por otro lado, se identificaron dos SPPC jerarquizados que han cesado su actividad potencialmente contaminante y donde se están construyendo proyectos residenciales. Para estos se realiza un análisis independiente, ya que no responden a la misma lógica que los SPPC anteriores. Cabe destacar que el resto de los SPPC jerarquizados corresponden a estaciones de servicios inactivas e industrias activas establecidas, para las cuales no corresponde plantear propuestas de gestión específicas, sin perjuicio de que puedan aplicarse las consideraciones indicadas en la sección 8.1.4 en caso de una eventual paralización de actividades y posterior desarrollo de nuevos proyectos en los suelos.

En la Tabla 42 se presentan los SPPC abandonados y activos de disposición de residuos, junto con su actividad potencialmente contaminante, estado y tenencia, resultados de la priorización (prioridad y variable que le da esa prioridad) y de la jerarquización (puntaje y jerarquía); todos estos elementos relevantes específicos de cada SPPC tomados en cuenta para desarrollar la propuesta de gestión, relacionados al potencial de afectación a la población y al medio ambiente.

Tabla 42 – Propuesta de gestión para suelos jerarquizados seleccionados

Nombre SPPC	Comuna	Actividad potencialmente contaminante	Estado/Tenencia	Prioridad/Jerarquía	Propuesta de gestión
Santa Rosa	Tilttil	Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro / Disposición de residuos mineros masivos	Abandonado /Privada	Alta prioridad (población a < 2 km) / Alta jerarquía (60%)	Continuar con implementación de la Guía metodológica con una fase II para confirmar contaminación. <ul style="list-style-type: none"> Área afectada: 43 Ha Matrices ambientales: suelo Número de puntos de muestreo recomendado: 48 puntos Tipo de muestreo: posiblemente solo superficial Contaminantes de interés: metales totales (antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, talio, zinc), especiación de cromo VI, cianuro, asbesto. Áreas de interés: depósito de relaves, sector con restos de escoria, sector con potencial asbesto en suelos, piscinas de lixiviación
Planta Anita	Tilttil	Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro / Disposición de residuos mineros masivos	Abandonado /Privada	Alta prioridad (población a < 2 km) / Alta jerarquía (61%)	Continuar con implementación de la Guía metodológica con una fase II para confirmar contaminación. <ul style="list-style-type: none"> Área afectada: 1 Ha Matrices ambientales: suelo; estero El Asiento ubicado directamente hacia el sur, sin embargo, aparece seco. Número de puntos de muestreo recomendado: 6 puntos Tipo de muestreo: posiblemente solo superficial Contaminantes de interés: metales totales (antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, talio, zinc), especiación de cromo VI, cianuro Áreas de interés: depósito de relaves
El Sauce	Tilttil	Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro / Disposición de	Abandonado /Privada	Alta prioridad (población a < 2 km) / Mediana jerarquía (58%)	Continuar con implementación de la Guía metodológica con una fase II para confirmar contaminación. <ul style="list-style-type: none"> Área afectada: 1 Ha Matrices ambientales: suelo (relave). Número de puntos de muestreo recomendado: 6 puntos

Nombre SPPC	Comuna	Actividad potencialmente contaminante	Estado/Tenencia	Prioridad/Jerarquía	Propuesta de gestión
		residuos mineros masivos			<ul style="list-style-type: none"> Tipo de muestreo: posiblemente solo superficial Contaminantes de interés: metales totales (antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, talio, zinc), especiación de cromo VI, cianuro Áreas de interés: depósito de relaves
Ex Fundición Naltagua	Isla de Maipo	Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro / Disposición de residuos mineros masivos	Abandonado /Sin información	Alta prioridad (población a < 2 km) / Mediana jerarquía (56%)	<p>Continuar con implementación de la Guía metodológica con una fase II para confirmar contaminación.</p> <ul style="list-style-type: none"> Área afectada: 7 Ha Matrices ambientales: suelo (relave). Número de puntos de muestreo recomendado: 12 puntos Tipo de muestreo: posiblemente solo superficial Contaminantes de interés: metales totales (antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, talio, zinc), especiación de cromo VI, cianuro Áreas de interés: depósitos de escoria, instalaciones antiguas, viviendas instaladas posiblemente sobre parte del escorial
Vertedero Popeta	Melipilla	Disposición de residuos sólidos	Activo /Fiscal	Alta prioridad (población a < 2 km) / Alta jerarquía (61%)	<p>Continuar con implementación de la Guía metodológica con una fase II para confirmar contaminación.</p> <ul style="list-style-type: none"> Área afectada: 0,5 Ha Matrices ambientales: suelo Número de puntos de muestreo recomendado: 6 puntos Tipo de muestreo: posiblemente solo superficial Contaminantes de interés: metales totales (antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, talio, zinc), especiación de cromo VI, cianuro, dioxinas, fenoles e hidrocarburos. Áreas de interés: basural

Nombre SPPC	Comuna	Actividad potencialmente contaminante	Estado/Tenencia	Prioridad/Jerarquía	Propuesta de gestión
Quebrada de la Plata	Maipú	Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro / Disposición de residuos mineros masivos	Abandonado /Fiscal	Moderada prioridad (uso de suelo agrícola) / Baja jerarquía (28%)	<p>Continuar con implementación de la Guía metodológica con una fase II para confirmar contaminación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área afectada: 1,5 Ha • Matrices ambientales: suelo (material estéril); agua (existen pozones de vertientes que debiesen ser caracterizados) • Número de puntos de muestreo recomendado: 7 puntos • Tipo de muestreo: posiblemente solo superficial • Contaminantes de interés: para suelo y agua metales totales (antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, talio, zinc), especiación de cromo VI, cianuro • Áreas de interés: depósito de material estéril <p>Se debe tener en consideración que este SPPC se encuentra dentro de un Santuario de la naturaleza, de manera de tener en cuentas los posibles riesgos a los ecosistemas al momento de continuar con la implementación de una fase II.</p> <p>Se sugiere, además, consultar si existe uso de aguas subterráneas hacia el sector de Rinconada (Hacienda Universidad de Chile, Escuela de Suboficiales del Ejército, etc.), y analizar posibilidad de que potencialmente pudieran verse afectadas por los residuos en la quebrada (aguas arriba), a pesar de encontrarse a más de 3 km de distancia. Además, revisar antecedentes acerca de cursos de agua superficial que al parecer existían años atrás.</p>
Basural El Pajonal	Maipú	Disposición de residuos sólidos	Activo /Privada	Alta prioridad (población a < 2 km) / Alta jerarquía (65%)	<p>Continuar con implementación de la Guía metodológica con una fase II para confirmar contaminación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Área afectada: 1,4 Ha • Matrices ambientales: suelo • Número de puntos de muestreo recomendado: 7 puntos • Tipo de muestreo: posiblemente solo superficial

Nombre SPPC	Comuna	Actividad potencialmente contaminante	Estado/Tenencia	Prioridad/Jerarquía	Propuesta de gestión
					<ul style="list-style-type: none"> Contaminantes de interés: metales totales (antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, talio, zinc), especiación de cromo VI, cianuro, dioxinas, fenoles e hidrocarburos. Áreas de interés: basural
Planta Lo Águila I	Curacaví	Extracción y procesamiento de mineral cobre, plata, molibdeno y oro / Disposición de residuos mineros masivos	Abandonado /Privada	Alta prioridad (población a < 2 km) / Alta jerarquía (68%)	<p>Continuar con implementación de la Guía metodológica con una fase II para confirmar contaminación.</p> <ul style="list-style-type: none"> Área afectada: 0,7 Ha Matrices ambientales: suelo (relave). Número de puntos de muestreo recomendado: 6 puntos Tipo de muestreo: posiblemente solo superficial Contaminantes de interés: metales totales (antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, talio, zinc), especiación de cromo VI, cianuro Áreas de interés: depósito de relaves y algunas instalaciones antiguas
Basural Curacaví	Curacaví	Disposición de residuos sólidos	Activo /Fiscal	Alta prioridad (población a < 2 km) / Mediana jerarquía (56%)	<p>Continuar con implementación de la Guía metodológica con una fase II para confirmar contaminación.</p> <ul style="list-style-type: none"> Área afectada: 0,1 Ha Matrices ambientales: suelo Número de puntos de muestreo recomendado: 6 puntos Tipo de muestreo: posiblemente solo superficial Contaminantes de interés: metales totales (antimonio, arsénico, berilio, cadmio, cromo, cobre, plomo, mercurio, níquel, selenio, plata, talio, zinc), especiación de cromo VI, cianuro, dioxinas, fenoles e hidrocarburos. Áreas de interés: basural

Por otro lado, a continuación, se presenta el análisis respecto de los SPPC jerarquizados que han cesado su actividad potencialmente contaminante y donde se están construyendo proyectos residenciales. Ambos han ingresado al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y se les ha encomendado realizar estudios de contaminación de suelos. El detalle de esto se presenta en la Tabla 43, y además se puede encontrar en las respectivas fichas de inspección de los SPPC en el Anexo 8.

Tabla 43 – Observaciones sobre SPPC actualmente gestionados

Código	Comuna	Nombre SPPC	Observación
13-0116	San Joaquín	Ex Curtiembre Bas	<p>Ex curtiembre en San Joaquín de cerca de 100 años, que el año 2017 fue trasladada a Maipú. Actualmente está en construcción un edificio residencial en el terreno. La curtiembre tenía una RCA asociada (Res. Ex. N°111/2000). El proyecto inmobiliario "Edificios Carlos Valdovinos 129" tiene una RCA asociada (Res. Ex. N°564/2019).</p> <p>Como parte del proceso de evaluación de impacto ambiental para la construcción de proyecto habitacional, se solicitó al titular realizar una caracterización del suelo y una evaluación de riesgo ambiental. Los estudios indican que no existiría riesgo por lo que no se implementan medidas de saneamiento del sitio, ni se considera que los excedentes del movimiento de tierras corresponden a suelos contaminados (Adenda, Anexo 18).</p> <p>Sin embargo, no se analiza cromo hexavalente, por lo que no es considerado como contaminante de interés en la evaluación de riesgo. Por otro lado, los puntos de muestreo consideraron solo el área a excavar para el proyecto, dejando sin caracterizar cerca de la mitad del sitio, entre ellos sectores donde anteriormente se encontraban las piscinas de Riles, fosa, bodega de residuos peligrosos, etc.</p> <p>Se recomienda la evaluación de suelos por cromo VI, además de aguas subterráneas, para poder descartar afectación en el sitio.</p>
13-0734	Cerrillos	Ex Aeródromo Cerrillos	<p>Ex Aeródromo Cerrillos, en que se están realizando obras de construcción de proyectos habitacionales. Se han realizado estudios ambientales encargados por SERVIU para caracterizar ambientalmente el sitio y descartar contaminación y riesgo a la salud:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Condiciones Ambientales y Análisis de riesgo del terreno correspondiente al aeropuerto Los Cerrillos. Andalué, 2002. • Capítulo 8. Análisis de riesgo de contaminación de suelos, Plan Maestro Portal Bicentenario. Asociación Portal Bicentenario, 2005 • Plan de descarte de contaminación ambiental terreno aeropuerto Los Cerrillos, etapa 1. Proyecto Portal Bicentenario. P.U.C.V., 2006 • Plan de descarte de contaminación ambiental terreno aeropuerto Los Cerrillos, etapa 2. Proyecto Portal Bicentenario. P.U.C.V., 2007

Código	Comuna	Nombre SPPC	Observación
			<ul style="list-style-type: none"> Estudio de calidad ambiental del suelo en macrolote ML-E17, Ex aeródromo Cerrillos. Arcadis, 2018 Investigación de Suelo en Ex Aeródromo Cerrillos. Arcadis, 2019 Caracterización de Suelos – Fase II, Ciudad Parque Bicentenario. GB5, 2020 <p>La investigación de Arcadis (2019) compiló todos los trabajos anteriores y ejecutó un plan de muestreo declarando posteriormente la mayor parte del sitio como sin riesgo para la salud, pero identificando algunos vacíos de datos. Posteriormente, la investigación de GB5 (2020) realizó un muestreo complementario de lo que serían estas áreas sin caracterizar. De acuerdo a GB5, el muestreo realizado indicó ausencia de contaminantes de interés (hidrocarburos, compuestos volátiles VOC, PCBs o metales). Se recomienda verificar que no existan estanques remanentes en los sectores que se vayan a intervenir a futuro (por ejemplo, en sector de hangares). Se recomienda la obtención de planos de ubicación de estructuras pasadas.</p>

Fuente: Elaboración propia

Por último, se presenta el análisis de los ecosistemas sensibles y/o de alto valor ambiental que se encuentran en las cercanías de cada uno de los SPPC jerarquizados de la RM, es decir, los que debiesen ser considerados también al continuar con el proceso de evaluación y gestión de los suelos.

Tabla 44 – Ecosistemas sensibles presentes en los SPPC jerarquizados

Código	Comuna	Nombre SPPC	Ecosistema sensible y/o de alto valor ambiental
13-0015	Melipilla	Vertedero Popeta	Cordón de Cantillana (Sitio prioritario Ley 19.300) Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0030	Curacaví	Basural Curacaví	El Roble (Sitio prioritario Ley 19.300) Cerro Águilas (Sitio ERB ²⁵) Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0106	Tiltil	Planta San Francisco	La Campana – Peñuelas (Reserva de la Biósfera) El Roble (Sitio prioritario Ley 19.300) Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0112	Maipú	Quebrada de la Plata	El Roble (Sitio prioritario Ley 19.300) Quebrada de La Plata (Santuario de la Naturaleza)
13-0116	San Joaquín	Ex Curtiembre Bas	No presenta
13-0125	San Bernardo	Relleno Lepanto	Cerros Alto Jahuel-Huelquén (Sitio ERB) San Bernardo 6 (Humedal periurbano) San Bernardo 5 (Humedal urbano)

²⁵ Sitio prioritario definido por la Estrategia Regional de Biodiversidad

Código	Comuna	Nombre SPPC	Ecosistema sensible y/o de alto valor ambiental
			Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0126	San Bernardo	Maestranza San Bernardo	No presenta
13-0690	Pudahuel	Relave Ex Mina La Africana	Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0734	Cerrillos	Ex Aeródromo Cerrillos	Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0738	Maipú	Basural El Pajonal	Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0820	Curacaví	Planta Lo Águila I	El Roble (Sitio prioritario Ley 19.300) Cerro Águilas (Sitio ERB) Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0836	Tiltil	El Sauce	La Campana – Peñuelas (Reserva de la Biósfera) El Roble (Sitio prioritario Ley 19.300) Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0837	Tiltil	Planta Anita	La Campana – Peñuelas (Reserva de la Biósfera) El Roble (Sitio prioritario Ley 19.300) Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0838	Tiltil	Santa Rosa	La Campana – Peñuelas (Reserva de la Biósfera) El Roble (Sitio prioritario Ley 19.300) Embalse Rungue (Humedal urbano) Estero Rungue (Humedal urbano) Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0859	Isla de Maipo	Ex Fundación Naltagua	Cordón de Cantillana (Sitio prioritario Ley 19.300) Río Mapocho, en comunas de Talagante y El Monte (Humedal urbano) Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0867	Peñalolén	Pétreos Planta Peñalolén	Contrafuerte Cordillerano (Sitio ERB)
13-0909	Maipú	Almacenamiento de buses	Maipú 1 (Humedal periurbano) Tranque El Rodeo de Maipú Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0967	Tiltil	Ex Servicentro Ruta 5 Norte Km 41	Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano) Esteros Santa Margarita- Chacabuco- El Cobre (Humedal urbano)
13-0975	Independencia	Ex Servicentro Independencia 1701	Parque Río Mapocho (Humedal urbano) Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0976	Santiago	Ex Servicentro Curicó 405	Parque O'Higgins (Humedal urbano) Parque Río Mapocho (Humedal urbano) Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0977	Independencia		Parque Río Mapocho (Humedal urbano)

Código	Comuna	Nombre SPPC	Ecosistema sensible y/o de alto valor ambiental
		Ex Servicentro Independencia 684	Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)
13-0983	Santiago	Ex Servicentro Brasil 1290	Parque Quinta Normal (Humedal urbano) Parque Río Mapocho (Humedal urbano) Sistema de ríos Maipo- Mapocho, esteros Colina- Angostura- Puangue y tributarios (Humedal urbano)

Nota: entre paréntesis se indica el tipo de ecosistema sensible o de alta relevancia al que corresponde.

Fuente: Elaboración propia en base a SIMBIO²⁶

8.3 Consideraciones generales para la gestión de SPPC

En esta sección se analizará las interacciones entre los SPPC y otros instrumentos sectoriales con los que se puede relacionar, además de diferentes alternativas de financiamiento de las propuestas de gestión.

En cuanto a la planificación territorial, como indicado en EnSoil (2022), existe una dificultad en incorporar la información los catastros de suelos a los instrumentos de planificación territorial (IPT), principalmente por los tiempos de actualización de cada uno. La mayoría de las modificaciones a planes reguladores y otros IPT deben pasar por un proceso de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), lo que depende también de recursos, capacidades y motivaciones de los municipios. Por otro lado, se ve complejo incorporar sitios específicos como zonas de riesgo a los IPT, debido a que su superficie es muy pequeña comparada a las áreas o zonas definidas en estos.

Se podrían utilizar las circulares de la Ley General de Urbanismo y Construcción (LGUC) y considerar los riesgos antrópicos para definir zonas de riesgo, como lo realizado, por ejemplo, con las áreas de riesgo por amenaza de incendio en la Circular Ord. N° 0350/2014 (DDU 269)²⁷. Lo anterior, sin perjuicio de las dificultades comentadas en el punto anterior.

Sin perjuicio de lo anterior, se podría comunicar a las Municipalidades y encargados de EAE la información contenida en el catastro de SPPC, con el fin de que, de manera voluntaria, pueda ser revisado y considerado en los procesos de evaluación ambiental estratégica, planificación territorial, etc.

Por otra parte, una de las debilidades mayores en el ámbito de la gestión de los SPPC es la falta de recursos para su gestión. EnSoil (2022) hizo una revisión de potenciales vías de financiamiento se estimaban las siguientes:

- Ley de Presupuestos: incorporar en la partida correspondiente al Ministerio del Medio Ambiente una glosa presupuestaria (o las que sean necesarias a su juicio), considerando en ello, además, a los servicios públicos con competencias asociadas tanto a nivel central como regional.
- Celebración de convenios de colaboración entre diversos actores, públicos y privados (gobierno, universidades, empresas o asociaciones, ONGs, etc.), en el marco de sus competencias y

²⁶ <https://simbio.mma.gob.cl/>

²⁷ <https://www.ciperchile.cl/wp-content/uploads/DDU-269.-Definición-de-áreas-de-riesgo-por-amenaza-de-incendio.pdf>

especificidad técnica, que permitan concretar la implementación de uno o varios aspectos determinados de la gestión de SPPC.

- Analizar los demás mecanismos de financiamiento que sean compatibles con las competencias y facultades del Ministerio, que puedan desarrollarse en coordinación con otros poderes del Estado, entre ellos el Congreso.

Por otra parte, donde haya un proyecto de inversión ya sea público o privado en un SPPC que ingrese al SEIA, existe la oportunidad de que las medidas de gestión necesarias sean implementadas como parte de los requerimientos del SEA para la aprobación del proyecto. En este sentido, los proyectos que se planificasen dentro de un sitio catastrado como SPPC, serían sujetos a una evaluación y remediación dentro del marco de la Guía Metodológica (lo que ya está ocurriendo en cierta medida).

Adicional a lo anterior, también sería importante que los proyectos que contemplen alguna actividad potencialmente contaminante (APC) incluyeran siempre consideraciones de evaluación del suelo y/o remediación para su fase de cierre. Esto también debiese ser exigido en el marco de las evaluaciones que realiza el SEA (de lo que no se tiene información esté ocurriendo actualmente), de manera de “asegurar” los costos de estos procesos hacia el futuro. Otra opción sería el establecer algún tipo de “garantía financiera” de remediación/evaluación que pudiese ser exigido por el SEA si se implementa una APC en un sitio en particular. Esto ya ocurre internacionalmente en algunos países (ej. Australia) para asegurar el cierre de proyectos mineros²⁸. De esta manera se establecería una vía de financiación que iría por parte del titular del proyecto.

Para esto, es esencial establecer mecanismos estandarizados para que las Seremis de Medio Ambiente mantengan actualizado el catastro de SPPC en sus respectivas regiones, y tengan conocimiento de las metodologías nacionales (Guía Metodológica) e internacionales (donde la Guía no entregue suficiente información, como indicado por EnSoil (2020)) para la evaluación y remediación de suelo.

8.4 Análisis FODA de la propuesta de avance para la gestión

Como una forma de sistematizar la propuesta de avance para la gestión de SPPC, se ha realizado una matriz FODA, identificando fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. Las fortalezas corresponden a las situaciones que afectan positivamente el cumplimiento del objetivo definido y que se pueden controlar directamente. Las debilidades son aquellas situaciones que afectan negativamente el cumplimiento del objetivo y que también pueden ser controladas directamente. Por su parte, las oportunidades se entienden como situaciones positivas que afectan el cumplimiento del objetivo pero que no son controlables, es decir son externas a la capacidad directa de gestión. Por último, las amenazas, son factores también externos que afectan negativamente el cumplimiento del objetivo.

El análisis FODA se realizará para los lineamientos propuestos para la gestión de estaciones de servicio, de basurales y de faenas y relaves mineros independientemente, según lo detallado en la sección 8.1. En la Tabla 45 se presenta la matriz FODA para estaciones de servicio, en la Tabla 46, para basurales, y en la Tabla 47, para faenas y relaves mineros.

²⁸ <https://stories.uq.edu.au/smi/2022/csrm-mine-closure-hub/mine-closure-processes-responsibilities/index.html>

Tabla 45 – Análisis FODA para propuesta de gestión en estaciones de servicio

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Se contempla el registro, evaluación y gestión de suelos que no han sido considerados hasta el momento (estaciones de servicio). • La propuesta se hace cargo de estaciones de servicio actualmente activas (notificación y evaluación de incidentes y actualización de registro) y las que cierren en adelante (cierre adecuado y validación); además de las que en adelante inicien operación (registro como SPPC). • Se establecen los factores y criterios para determinar la priorización de la gestión (fase II y/o fase III) en estaciones de servicio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe un marco en la normativa sectorial que incluye ciertas disposiciones que le podrían otorgar competencia a la autoridad ambiental en el tema. • Interés y avance por parte del Ministerio del Medio Ambiente y de otros servicios públicos en avanzar en un sistema de gestión de suelos. • La propuesta va en línea con lo que se está trabajando paralelamente en el Ministerio en cuanto a normativa específica para los suelos contaminados, pero podría ser implementado de manera preliminar rápidamente dentro del marco normativo actual.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de más recursos (financieros y humanos) para las Seremis de Medio Ambiente para hacerse cargo del tema. • La propuesta no se hace cargo de estaciones de servicio abandonadas o que ya cesaron su funcionamiento y donde se esté proyectando otro uso en el terreno. están en proceso de un nuevo proyecto cambiaron uso de suelo. • En la propuesta no se incluye la opción de monitoreo de aguas subterráneas a las estaciones de servicio activas, que corresponde a la situación ideal, pero se considera poco realista en el corto-mediano plazo (por los recursos que implica y por falta de normativa sectorial que lo avale). 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible falla en la comunicación entre organismos (SEC, Seremis MA y otros servicios públicos) para tomar las acciones conjuntas propuestas. • Dificultad de obtener financiamiento para la implementación de la propuesta. • Posible desincentivo a titulares de estanques de combustible a declarar derrames e incidentes.

Tabla 46 – Análisis FODA para propuesta de gestión en basurales

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Se contempla el registro, evaluación y gestión de basurales. • La propuesta se hace cargo de aumentar el nivel de caracterización de los basurales. • Se proponen mecanismos alternativos para su gestión (remitir información a Seremi de Salud para sumario sanitario donde sea pertinente). 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe un marco en la normativa actual sobre las responsabilidades de las municipalidades en cuanto a la gestión de los residuos urbanos. • Interés y avance por parte del Ministerio del Medio Ambiente y de otros servicios públicos en avanzar en un sistema de gestión de suelos. • La propuesta va en línea con lo que se está trabajando paralelamente en el Ministerio.

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de más recursos (financieros y humanos) para las Seremis de Medio Ambiente para hacerse cargo del tema. • Necesidad de más recursos de parte de las municipalidades. • La propuesta no se hace cargo por completo de qué se puede hacer para remediar estos suelos, si no que más bien de catastrarlos adecuadamente. • Existe complejidad en gestionar basurales que se encuentran fuera del radio urbano (sectores rurales). 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible falla en la comunicación entre organismos (municipalidades, Seremis MA, Seremis Salud y otros servicios públicos) para tomar las acciones conjuntas propuestas. • Dificultad de obtener financiamiento para la implementación de la propuesta.

Tabla 47 – Análisis FODA para propuesta de gestión en faenas y relaves mineros

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Se contempla el registro, evaluación y gestión de faenas y relaves mineros. • La propuesta se hace cargo de aumentar el nivel de caracterización de los pasivos mineros en conjunto con Sernageomin. • Se proponen mecanismos inmediatos para su gestión (impedir acceso a personas a instalaciones mineras históricas). 	<ul style="list-style-type: none"> • Existe un marco en la normativa actual, de manera sectorial, en cuanto a la gestión de las faenas y relaves mineros (planes de cierre). • Interés y avance por parte del Ministerio del Medio Ambiente y de otros servicios públicos en avanzar en un sistema de gestión de suelos. • La propuesta va en línea con lo que se está trabajando paralelamente por el Ministerio y Sernageomin.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Necesidad de más recursos (financieros y humanos) para las Seremis de Medio Ambiente para hacerse cargo del tema. • Necesidad de más recursos y personal de parte de Sernageomin. • La propuesta no se hace cargo de faenas activas que pudiesen estar contaminando suelos aledaños por material particulado sedimentable originado de alguno sus procesos (ej. chancado). 	<ul style="list-style-type: none"> • Posible falla en la comunicación entre organismos (Sernageomin, Seremis MA y otros servicios públicos) para tomar las acciones conjuntas propuestas. • Dificultad de obtener financiamiento para la implementación de la propuesta.

9 Conclusiones y recomendaciones

El estudio consistió en actualizar el catastro de suelos con potencial presencia de contaminantes de la región Metropolitana, mediante la identificación, priorización y jerarquización de SPPC, utilizando para esto la metodología de la *Guía metodológica para la gestión de suelos con potencial presencia de contaminantes* del Ministerio del Medio Ambiente. Además, como objetivo adicional, se plantearon propuestas de avance en la gestión de SPPC en la región.

Esta actualización contempló la identificación de nuevos SPPC asociados a actividades no consideradas en catastros anteriores: estaciones de servicio, aeródromos, maestranzas, entre otras. En total, se identificaron 997 SPPC en la región, de los cuales 948 fueron clasificados con alta prioridad, 35 con mediana, 5 con moderada y 4 con baja prioridad (5 no fueron priorizados por no poderse verificar su ubicación). Las principales actividades potencialmente contaminantes de los SPPC en la región correspondieron a estaciones de servicio (54,1%), disposición de residuos sólidos (24,9%) y faenas y relaves mineros (8,2%). De todos los sitios identificados y priorizados, se visitaron 20, a los cuales se les aplicó la ficha de inspección para su jerarquización. De ellos, 13 sitios obtuvieron una alta jerarquía, 6 mediana jerarquía y 1 baja jerarquía.

Con respecto a las propuestas de avance, se han establecido lineamientos para la gestión de tres categorías de actividades relevantes: relaves mineros, basurales y estaciones de servicio; además de propuestas específicas para ciertos SPPC. Las propuestas de gestión toman de base la normativa sectorial actualmente existente, con la finalidad de facilitar su implementación. Estas propuestas son únicamente un punto de partida para establecer líneas de acción, pues al ser este un tema con múltiples aristas normativas y de competencias, debiesen ser además parte de la discusión otros servicios, tales como el Ministerio de Salud, SMA, SEA, entre otros; no obstante siendo el Ministerio del Medio Ambiente el encargado finalmente de coordinar y desarrollar políticas bajo sus competencias en materia de suelos contaminados.

Por otro lado, la evaluación de los SPPC ha indicado adicionalmente que la mayoría de los suelos identificados están cercanos a sitios prioritarios en términos ecológicos, no existiendo claridad si estos sitios están siendo afectados de alguna manera. Esto, por los pocos avances que han ocurrido en materia de evaluación de riesgos ecológicos en un contexto de suelos contaminados, al ser priorizados por temas de disponibilidad de recursos aspectos de riesgos a la salud.

Se recomienda de manera general el continuar con la gestión de los sitios jerarquizados (al menos con alta jerarquía), realizando un muestreo de fase II para confirmar o descartar contaminación, y luego una evaluación de riesgos, de ser necesario, dentro del marco de las acciones establecidas en la Guía Metodológica. De todas formas, es recomendable en algunos sitios (principalmente basurales y relaves) limpiar y disponer adecuadamente los residuos, a pesar de que la evaluación descartase contaminación y/o riesgo a la salud, ya que mientras permanezcan así, serán focos de vectores, atraerán mayor contaminación, tendrán un impacto social y podrían tener impactos en los ecosistemas.

Además, se recomienda la comunicación y trabajo en conjunto entre distintos organismos, como la SEC, municipalidades, etc., para evitar el aumento de suelos contaminados, gestionar los que ya existen y prevenir riesgos a la salud y al medio ambiente a raíz de estos.

Por otro lado, se recomienda considerar en el catastro a todos los sitios activos con actividades potencialmente contaminantes (donde los suelos podrían estar siendo impactados). Una forma más eficiente de realizar esto es trasladando la responsabilidad a los titulares de estas actividades, declarando

en un sistema similar al RETC sus procesos, tipos de residuos, sustancias almacenadas, etc. De esta manera el catastro podría actualizarse de manera más rápida, sin tener que destinar tantos recursos por parte del Ministerio del Medio Ambiente, salvo para establecer vigilancia sobre estas declaraciones. Lo anterior se puede ver en mayor detalle en la sección 2.3.5.2.1 del estudio desarrollado por el Ministerio del Medio Ambiente y EnSoil “Elaboración de propuesta de instrumento(s) normativo de gestión y descontaminación de suelos contaminados” (2022).

Cabe destacar también, como conclusión, que el catastro realizado para esta consultoría considera todas las fuentes de información indicadas en las secciones anteriores, incluyendo catastros realizados previamente por el Ministerio del Medio Ambiente (y sus actualizaciones). Es decir, para una próxima instancia de actualización (si es que aún no estuviera la opción de declaración por parte de titulares), no se debiese volver a revisar las bases de datos anteriores, ya que este las contiene.

Por último, cabe notar algunos problemas encontrados durante la realización del estudio, relacionados con la priorización (muchos SPPC obtuvieron prioridad alta, por lo que no resulta una manera eficiente de priorizar), jerarquización (se hace complejo en algunos casos aplicar la ficha de inspección debido a lugares cerrados o donde no hay personas a quienes consultar) y carga en la Plataforma Web (no tiene una opción de carga masiva de SPPC), como se discutió a lo largo del informe.

10 Reuniones y presentaciones

A continuación, se presentan las reuniones y presentaciones que se realizaron (de manera virtual) a lo largo del estudio con la contraparte técnica y con otros actores relevantes para el desarrollo de este.

Tabla 48 – Detalle de reuniones y presentaciones

Instancia	Participantes	Fecha	Objetivo reunión
Reunión de inicio con contraparte técnica	Janett Salinas (contraparte) Carla Riveros (contraparte) Claudia Cortés (contraparte) Jorge Alcaíno (EnSoil) Francisca Mihovilovic (EnSoil) Camila Villablanca (EnSoil)	Martes 5 de julio 2022, 9:00	Presentación del equipo consultor, contraparte y revisar metodología y plan de trabajo. Ver Anexos 10 y 11.
Reunión Consultorías Catastros SPPC	Carla Riveros Janett Salinas Lilian Veas (IdeAmbiente) Mariano Galdames (IdeAmbiente) Jorge Alcaíno Francisca Mihovilovic	Miércoles 20 de julio 2022, 15:00	Coordinar ambas consultorías para vincular catastro nacional de SPPC con el de la RM
Reunión con profesionales de Evaluación Ambiental Estratégica	Daniel Sánchez (EAE) Elvira Figueroa (EAE) Carla Riveros Janett Salinas Claudia Cortés Jorge Alcaíno	Miércoles 27 de julio 2022, 11:00	Solicitud de información con respecto a SPPC de los que tengan conocimiento

Instancia	Participantes	Fecha	Objetivo reunión
	Francisca Mihovilovic		
Reunión con contraparte técnica	Janett Salinas Carla Riveros Claudia Cortés Jorge Alcaíno Francisca Mihovilovic Pablo Moya (EnSoil)	Viernes 19 de agosto 2022, 10:00	Presentar los resultados preliminares del estudio
Reunión con IdeAmbiente	Mariano Galdames (IdeAmbiente) Natalia Farfán (IdeAmbiente) Jorge Alcaíno Francisca Mihovilovic Camila Villablanca	Viernes 2 de septiembre 2022, 10:00	Revisión de propuesta de actividades potencialmente contaminantes
Reunión con contraparte técnica	Janett Salinas Carla Riveros Claudia Cortés Jorge Alcaíno Francisca Mihovilovic Pablo Moya	Viernes 9 de septiembre 2022, 9:30	Presentación de avance y coordinación de visitas
Reunión con contraparte técnica	Janett Salinas Carla Riveros Claudia Cortés Jorge Alcaíno Francisca Mihovilovic	Miércoles 26 de octubre 2022, 12:00	Detalles de observaciones a informe de avance y próximas entregas
Reunión con contraparte técnica	Janett Salinas Carla Riveros Jorge Alcaíno Francisca Mihovilovic	Viernes 11 de noviembre 2022, 12:00	Discusión de cómo abordar objetivo c) del estudio
Reunión con contraparte técnica	Janett Salinas Carla Riveros Claudia Cortés Jorge Alcaíno Francisca Mihovilovic	Jueves 17 de noviembre 2022, 10:00	Comentarios a informe de avance y discusión de cómo abordar algunos SPPC
Seminario web	Equipo consultor Contraparte técnica Servicios públicos invitados	Martes 6 de noviembre 2022, 10:30	Presentación de resultados a servicios públicos. Ver Anexos 12 y 13.

Fuente: Elaboración propia

11 Bibliografía

- Banco Central de Chile. 2020. Cuentas Nacionales de Chile 2013-2020. Obtenido de: https://si3.bcentral.cl/estadisticas/Principal1/enlaces/Informes/AnuariosCCNN/anuario_CCNN_2020.html
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). 2022. Región Metropolitana de Santiago. Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/region13>
- Naciones Unidas (UN). 1992. Convenio sobre la diversidad biológica (CBD). Disponible en: www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf
- Gobierno Regional Metropolitano. 2014. Estrategia Regional para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago 2015 – 2025. Disponible en: https://www.gobiernosantiago.cl/wp-content/uploads/2014/doc/estrategia/Estrategia_Regional_para_la_Conservacion_de_la_Biodiversidad_RMS_2015-2024,_2014.pdf
- Gobierno Regional Metropolitano. 2022. Obtenido de: <https://www.gobiernosantiago.cl/>
- Herrera. 2017. Estudio del relave “Los Maquis”, comuna de Paine, y su posible potencial para generar contaminación. Universidad Andrés Bello.
- Ilustre Municipalidad de Puente Alto – CENMA. 2013. Estudio ambiental del Ex Vertedero La Cañamera como fuente de contaminación.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2012. Informe Económico Regional Enero – Marzo 2012.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2013. Informe Económico Regional 2013 (octubre-diciembre). Obtenido de: https://www.ine.cl/docs/default-source/informe-economico-regional/boletines/2013/ier-octubre---diciembre-2013.pdf?sfvrsn=82a6689_4
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 2018. Estadísticas de la Región Metropolitana en base a Censo 2017. Obtenido de: <https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/censos-de-poblacion-y-vivienda>
- Ministerio del Medio Ambiente. 2019. Diagnóstico regional de suelos abandonados con potencial presencia de contaminantes 2013 y 2019.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2019. Listado de vertederos ilegales región Metropolitana.
- Ministerio del Medio Ambiente. 2020. Reporte del Estado del Medio Ambiente.
- Ministerio del Medio Ambiente – CENMA. 2017. Evaluación confirmatoria sitio-específico del riesgo ambiental en sitios con potencial presencia de contaminantes.
- Ministerio del Medio Ambiente – EnSoil. 2021. Análisis de metodologías internacionales y determinación de contaminantes a normar en suelo. Disponible en: http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uid=706a012f-e8d2-4d64-b46b-1e71d21d4132&fname=P2003%20An%C3%A1lisis%20de%20Metodog%C3%ADas_Cap1_IF_Rev2.pdf&access=public
- Ministerio del Medio Ambiente – EnSoil. 2022. Elaboración de propuesta de instrumento(s) normativo de gestión y descontaminación de suelos contaminados. Disponible en:

<http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=9d857b2b-4299-48af-a5d4-9c8e61e48ecd&fname=Anexo%20%20-%20Minuta%20reuni%C3%B3n%20de%20avance.pdf&access=public>

Ministerio del Medio Ambiente – Fundación Chile. 2014. Guía Metodológica para la Gestión de Suelos con Potencial Presencia de Contaminantes. Aprobada por Res. Ex. N° 406/2013 del Ministerio del Medio Ambiente

Ministerio del Medio Ambiente – IdeAmbiente. 2017. Inventario nacional de sitios con potencial presencia de contaminantes orgánicos persistentes.

Ministerio del Medio Ambiente – IdeAmbiente. 2022. Actualización catastro nacional de suelos con potencial presencia de contaminantes.

Muñoz. 2017. Estudio del relave abandonado Anita, comuna de Tiltil y sus posibles implicancias a la comunidad. Universidad Andrés Bello.

Organización Latinoamericana y del Caribe de Entidades Fiscalizadoras Superiores (OLACEFS). 2021. Auditoría coordinada sobre estructuras de gobernanza para el manejo integral de los pasivos ambientales mineros.

Sernageomin. 2008. Manual de evaluación de riesgos de faenas mineras abandonadas o paralizadas.

Sernageomin. 2019. Catastro de faenas mineras abandonadas. Disponible en: <https://www.sernageomin.cl/investigacion-de-faenas-abandonadas/>

Sernageomin. 2020. Catastro de depósitos de relaves. Disponible en: <https://www.sernageomin.cl/datos-publicos-deposito-de-relaves/>

USEPA. 2022. Petroleum Brownfields (Sitios contaminados con hidrocarburos). Obtenido de: <https://www.epa.gov/ust/petroleum-brownfields>

Valenzuela. 2020. Aproximación a un estudio de estabilidad química de residuos mineros generados por labores mineras en el Santuario de la Naturaleza Quebrada de la Plata, región Metropolitana. Universidad Andrés Bello.

12 Equipo profesional

El equipo de profesionales que participó en este estudio se presenta a continuación.

Jorge Alcaíno – Jefe/profesional de proyecto

Ingeniero Ambiental y MSc en Ciencias del Medio Ambiente (Universidad de Sydney, Australia), chileno-australiano, bilingüe, con más de 13 años de experiencia (7 de estos en Australia) como jefe de proyectos de evaluación y remediación de sitios contaminados además de evaluaciones de riesgo a la salud. Vasta experiencia en la gestión de sitios impactados tanto en el comportamiento de los contaminantes en agua y suelo, como en técnicas de muestreo y remediación in-situ y ex-situ. Ha trabajado con clientes privados (minerías, generadores de energía, inmobiliarias) y públicos (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, Estado de Queensland de Australia). Habilidades comprobadas en liderazgo de proyectos, legislación ambiental internacional con respecto a gestión de sitios contaminados, hidrogeoquímica, diseño y evaluación de investigaciones ambientales, evaluación de riesgos, calidad de agua y suelos, remediación ambiental y Sistemas de Información Geográficos. Acreditado como Científico del Suelo Profesional Certificado (Certified Professional Soil Scientist) por Soil Science Australia durante los años 2010-2015 (actividad en Australia). Además, ha liderado estudios orientados a generar lineamientos para una futura norma de suelos en Chile y dado charlas en este respecto.

Francisca Mihovilovic – Coordinadora/profesional de proyecto

Ingeniera Civil Ambiental de la Pontificia Universidad Católica de Chile con más de 4 años de experiencia en investigaciones de sitios contaminados por metales e hidrocarburos, en particular aplicando la Guía para la gestión de suelos con presencia de contaminantes (MMA, 2013). En particular, ha realizado inspecciones de sitios, muestreos de suelos y aguas, análisis de resultados y comparación con normativas internacionales, evaluaciones de riesgo a la salud, desarrollo de valores objetivo y evaluación de alternativas de remediación. Además, ha realizado estudios orientados a generar lineamientos para una futura norma de suelos en Chile. Ha participado como consultora y coordinadora en diversos proyectos para el sector público (Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno Regional, SERVIU) y privado (constructoras, minerías).

Pablo Moya – Especialista ambiental/SIG

Ingeniero Civil Ambiental con Máster en Ciencias de la Ingeniería (área ambiental, enfocado en contaminación urbana de origen minero en Copiapó) de la Pontificia Universidad Católica de Chile con 5 años de experiencia profesional en distintas áreas. Ha desarrollado investigación en contaminación urbana en suelos y polvos de calles para diversas ciudades del país como Chañaral, Copiapó, La Serena-Coquimbo, Andacollo y Santiago, además de formar parte de otros estudios en contingencias ambientales, como los aluviones del 2015 en la región de Atacama. Ha realizado muestreos, análisis de concentraciones y cumplimiento de normativas para sedimentos y aguas. Además, como parte de Demos Lab SpA ha desarrollado estudios de intrusión salina en humedales costeros, consultorías, muestreos y análisis ambientales para el sector público (Ministerio de Obras Públicas). Posee certificaciones en SIG: “Análisis Multicriterio en SIG usando el software QGIS” y “Guía para la elaboración de planos para la tramitación ambiental”.

Camila Villablanca – Especialista ambiental

Ingeniera Civil Química de la Universidad Técnica Federico Santa María con más de 3 años de experiencia en investigación de sitios contaminados por metales e hidrocarburos, en particular aplicando la Guía para la Gestión de Suelos con Presencia de Contaminantes (MMA, 2013). Ha realizado inspecciones de sitios, muestreos de suelo y agua, análisis de resultados y comparación con normativas internacionales, evaluación de riesgo a la salud, desarrollo de valores objetivos y evaluación de alternativas de remediación. Además, ha realizado asistencia técnica a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental de España en temas derivados del cumplimiento de las obligaciones que tanto la Ley 22/2011 como la normativa europea imponen. Ha participado como consultora y coordinadora en diversos proyectos para el sector público (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, Gobierno Regional, SERVIU, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España) y privado (constructoras, empresas químicas).

Paul Lorca – Especialista SIG

Geógrafo con Magister en Estudios Socioambientales con 15 años de experiencia en plataformas públicas, privadas y de cooperación internacional para el desarrollo en Chile, Ecuador, Colombia y El Salvador.

Su experiencia se ha centrado en la formulación y coordinación de proyectos multidisciplinarios en áreas de medio ambiente, medio humano, gestión del riesgo, a través de análisis territoriales, estudio de matrices agua, suelo y aire, y evaluación de impactos ambientales.