Ruta 68
a la costa

Dirección General de Concesiones
Ministerio de Obras Públicas
Gobierno de Chile

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

MEJORAMIENTO RUTA 68: SANTIAGO – PEAJE LO PRADO



ANEXO 3.8 - Suelo

FECHA	30-09-2026	VERSIÓN	A
DOCUMENTO	Anexo 3.8 Suelo		
CODIFICACIÓN	677-TU-MA-AN-EIA03-015		
ELABORACIÓN	GAC		
REVISIÓN	ESPECIALISTA MEDIO AMBIENTE Noelia Barco		
	GERENTE TÉCNICO Eduardo Barrios		
APROBACIÓN	GERENTE GENERAL Jose Ricardo González		

CONTENIDO

3 LÍNEA DE BASE 7

3.13 Suelo 7

3.13.1 INTRODUCCIÓN 7

3.13.2 OBJETIVOS 7

3.13.2.1 Objetivo General 7

3.13.2.2 Objetivos Específicos 7

3.13.3 DETERMINACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 7

3.13.4 METODOLOGÍA 9

3.13.4.1 Etapa I: Estudio de información secundaria 10

3.13.4.2 Etapa II: Caracterización en Terreno y análisis fisicoquímico 12

3.13.4.3 Etapa III: Indicadores utilizados para clasificar los suelos del área de influencia 14

3.13.5 RESULTADOS 27

3.13.5.1 Análisis de información bibliográfica y digital 27

3.13.5.2 Unidades homogéneas de suelo y puntos de muestreo 34

3.13.5.3 Descripción de Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) y Unidades Cartográficas de Suelo (UCS). 37

3.13.5.4 Caracterización fisicoquímica del suelo 48

3.13.5.5 Capacidad de uso de suelos (CUS) 60

3.13.5.6 Capacidad de sustentar biodiversidad (CSB) 62

3.13.5.7 Erosión actual y Susceptibilidad a procesos erosivos 65

3.13.5.8 Caracterización y delimitación del Suelo Hídrico 70

3.13.5.9 Análisis de los efectos del Cambio Climático sobre el componente Suelo 73

3.13.6 CONCLUSIONES 76

3.13.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.13-1. Ficha complementaria para definir escalas y número de observaciones en estudios de suelos.....11
Tabla 3.13-2. Características por subclase de capacidad de uso 16
Tabla 3.13-3. Determinación de categoría de Capacidad de sustentar biodiversidad.....18
Tabla 3.13-4. Determinación de la erodabilidad del suelo 20
Tabla 3.13-5. Riesgo de erosión según pendiente.....20
Tabla 3.13-6. Riesgo edafotopográfico a la erosión 21
Tabla 3.13-7. Desprotección a la erosión por cobertura vegetacional 21
Tabla 3.13-8. Clases de vulnerabilidad del suelo a la erosión.....22
Tabla 3.13-9. Agresividad de la lluvia de acuerdo con el Índice de Fournier 23
Tabla 3.13-10. Agresividad del viento 23
Tabla 3.13-11. Susceptibilidad a procesos erosivos.....24
Tabla 3.13-12. Pendientes topográficas del Área de Influencia.....29
Tabla 3.13-13. Distribución de las Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) en el Área de Estudio 35
Tabla 3.13-14. Coordenadas de los puntos de muestreo 36
Tabla 3.13-15. Distribución de Unidades Cartográficas de Suelo (UCS) en el Área de Estudio.....37
Tabla 3.13-16. Criterios de Clasificación en la Unidad cartográfica de suelo TAS-1 40
Tabla 3.13-17. Criterios de Clasificación en la Unidad cartográfica de suelo TAS-2 41
Tabla 3.13-18. Criterios de Clasificación en la Unidad cartográfica de suelo TAS-3 42
Tabla 3.13-19. Criterios de Clasificación en la Unidad cartográfica de suelo TAS-4 43
Tabla 3.13-20. Criterios de Clasificación en la Unidad cartográfica de suelo CRR-1 45
Tabla 3.13-21. Criterios de Clasificación en la Unidad cartográfica de suelo HCA-1.....47
Tabla 3.13-22. Valores promedio e interpretación de pH en las UCS.....50
Tabla 3.13-23. Clasificación de pH y posibles efectos en el suelo 50
Tabla 3.13-24. Valores promedio e interpretación de la Conductividad eléctrica en las UCS 53
Tabla 3.13-25. Valores promedio e interpretación de la Materia orgánica en las UCS 54
Tabla 3.13-26. Valores promedio e interpretación de la Relación de Adsorción de sodio (RAS) en las UCS 55
Tabla 3.13-27. Textura y Clase textural en las calicatas.....57
Tabla 3.13-28. Valores promedio e interpretación del Agua Aprovechable en las UCS 58

Tabla 3.13-29. Parámetros para el cálculo de Agua Aprovechable por horizonte 59

Tabla 3.13-30. Capacidad de Uso de Suelos en el Área de Estudio 61

Tabla 3.13-31. Criterios para estimar la Capacidad de sustentar biodiversidad por calicata 63

Tabla 3.13-32. Número de limitantes que definen la Capacidad de sustentar biodiversidad por calicata 64

Tabla 3.13-33. Distribución de la Susceptibilidad a procesos erosivos en el AI 69

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.13-1. Área de Influencia Componente Suelo 9
Figura 3.13-2. Representación visual de la determinación de la Capacidad de uso de suelos 15
Figura 3.13-3. Diagrama para la determinación de la Susceptibilidad a procesos erosivos 19
Figura 3.13-4. Esquema de la determinación del Riesgo Climático 26
Figura 3.13-5. Mapa de pendientes en el Área de Influencia 29
Figura 3.13-6. Unidades Homogéneas de Suelo y Puntos de Muestreo en el Área de Estudio 37
Figura 3.13-7. Unidades Cartográficas de Suelo en el Área de Estudio 38
Figura 3.13-8. pH promedio de cada UCS 49
Figura 3.13-9. Conductividad eléctrica de UCS 52
Figura 3.13-10. Materia orgánica por horizonte de cada UCS 54
Figura 3.13-11. Relación de Adsorción de sodio (RAS) por horizonte de cada UCS 55
Figura 3.13-12. Clase textural por punto de muestreo 56
Figura 3.13-13. Agua aprovechable promedio de cada UCS 58
Figura 3.13-14. Capacidad de uso de suelos (CUS) en el Área de Estudio 62
Figura 3.13-15. Capacidad de sustentar biodiversidad (CSB) en el Área de Estudio 65
Figura 3.13-16. Erosión actual determinada en terreno en el Área de Estudio 68
Figura 3.13-17. Susceptibilidad a procesos erosivos en el Área de Influencia 70
Figura 3.13-18. Área de Influencia Suelo hídrico 71
Figura 3.13-19. Variación de los valores medios entre los escenarios Presente y Futuros 74

ÍNDICE DE IMÁGENES

Registro fotográfico 3-1. Paisaje y perfil representativo de la Unidad homogénea de suelo Terraza Aluvial - Sedimentario 39

Registro fotográfico 3-2. Paisaje y perfil representativo de la Unidad homogénea de suelo Cerros 44

Registro fotográfico 3-3. Paisaje y perfil representativo de la Unidad homogénea de suelo Humedal – Cuerpo de Agua 47

Registro fotográfico 3-4. Indicadores de erosión en el AI 67

Registro fotográfico 3-5. Paisaje y perfil caracterizado en C-05 72

Registro fotográfico 3-6. Paisaje y perfil caracterizado en C-07 73

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 3.13-1. Descripción de suelos y resultados de laboratorio.

Apéndice 3.13-2. Archivos digitales.

3 LÍNEA DE BASE

3.13 Suelo

3.13.1 INTRODUCCIÓN

El presente informe forma parte del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto “EIA Mejoramiento Ruta 68 Santiago – Lo Prado” (en adelante, “el Proyecto”) y corresponde a la línea de base del componente Suelo. La caracterización del componente Suelo del Área de Influencia del Proyecto, se realiza en función de lo establecido en la Ley N°19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y el RSEIA, modificado a través del D.S. N°40/2012 del MMA (2012), Párrafo 2° Artículo 18 literal e.2, así como lo señalado en la Guía Áreas de influencia en Ecosistemas Terrestres (SEA, 2024a), en la Guía Evaluación ambiental: Recursos natural suelo (SAG, 2019), en la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025), y en la Guía Áreas de Influencia en el SEA (SEA, 2026).

Los apartados que se presentan a continuación permiten caracterizar el recurso natural no renovable suelo.

3.13.2 OBJETIVOS

3.13.2.1 Objetivo General

Caracterizar el componente ambiental suelo del Área de Influencia del proyecto, desde su definición morfológica y fisicoquímica hasta su participación en el contexto ecosistémico.

3.13.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar una condición aproximada de los suelos del área de influencia a partir de información secundaria.
- Determinar la Capacidad de Uso de Suelos de acuerdo con la caracterización morfológica y fisicoquímica.
- Determinar la Capacidad de Sustentar Biodiversidad.
- Determinar la condición actual de Erosión y la Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos
- Analizar efectos del cambio climático en el suelo

3.13.3 DETERMINACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El artículo 2, letra a) del Decreto Supremo N° 40/2012 define el área de influencia (AI) como “El área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias”. Además, el artículo 6, letra a) del decreto mencionado, indica que los impactos ambientales deben ser evaluados como objeto de estudio considerando: “La pérdida de suelo o de su capacidad para sustentar biodiversidad por degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes.”

De acuerdo con los contenidos mínimos establecidos para una EIA, el Reglamento del SEIA señala que el AI debe ser definido y justificado para cada componente del medio ambiente afectado. De acuerdo con la Guía Áreas de Influencia en el SEIA (SEA, 2026), para poder delimitar el AI de un objeto de protección es necesario identificar los factores generadores de impacto (FGI), determinar las características del componente ambiental receptor de impactos y sus interacciones.

La Guía Áreas de influencia en Ecosistemas Terrestres (SEA, 2024a) define dos (2) tipos de impactos: fijos y de transporte. Los impactos fijos ocurren en el mismo sitio de la obra, parte o acción del proyecto, y la delimitación del AI se circunscribe al lugar de la acción. Por otra parte, los impactos con transporte requieren de predecir el alcance espacial de los efectos del proyecto y con ello poder delimitar el AI.

Los impactos fijos, identificados a partir de los FGI identificados, se asocian a la preparación del suelo en los sitios donde se planifica realizar obras o acciones. Esto puede implicar la remoción de los primeros horizontes de suelo, su nivelación, compactación e impermeabilización. Los impactos identificados para este tipo de factores son la pérdida de superficie de suelo y la pérdida de la capacidad de sustentar biodiversidad.

De acuerdo con la Guía de evaluación ambiental: Recurso natural suelo (SAG, 2019), la pérdida del recurso natural suelo es “…aquella pérdida irreversible de una superficie de suelo generada por el emplazamiento u ocupación permanente del suelo rural por construcción de obras y/o de actividades relacionadas con: construcciones, equipamiento, instalaciones, infraestructuras, otros”. En el contexto del Proyecto, esta pérdida está asociada con el emplazamiento de obras permanentes

Mientras que la pérdida de suelo se relaciona con la manera en que se utiliza la superficie o un volumen de suelo, la pérdida de la capacidad de sustentar biodiversidad está relacionada con la pérdida de atributos del suelo que permiten entregar funciones a los organismos. A diferencia de la pérdida de superficie suelo, este impacto está relacionado tanto a obras permanentes como temporales. Corresponde al menoscabo de la capacidad del suelo de producir y arraigar especies vegetales y sustentar especies animales. En el contexto del proyecto se reconocen como FGI:

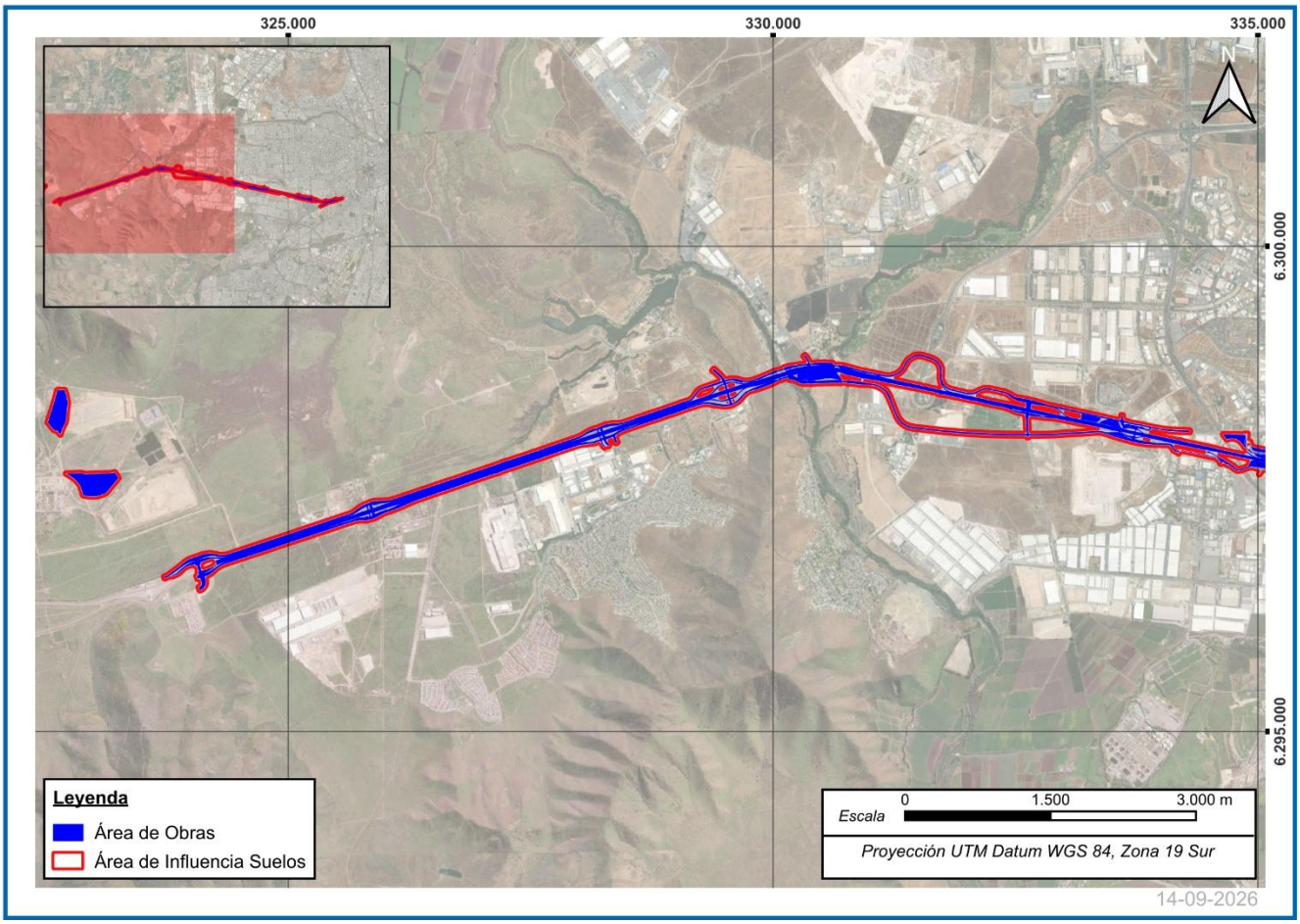
- Remoción del horizonte orgánico, superficial y/o capa arable de suelo por escarpe de éste.
- Alteración del perfil de suelo por actividades de excavación, que generan una disminución del volumen y profundidad del suelo, reducción de la capacidad de retención de agua aprovechable, pérdida de materia orgánica, alteración de la características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Compactación del suelo por instalaciones de faena u ocupación provisoria, entre otros.
- Impermeabilización a la radiación solar y precipitaciones

Los impactos asociados al transporte de sedimentos o a la alteración del régimen hídrico pueden extenderse más allá de las superficies intervenidas directamente. Por ello, la delimitación del Área de Influencia (AI) debe considerar el alcance espacial potencial de estos efectos sobre los suelos adyacentes.

Considerando lo anterior, el AI del componente Suelo se delimitó a partir de la totalidad de las obras permanentes y temporales del Proyecto, incluidas las instalaciones de faena y los frentes móviles de trabajo.

Adicionalmente, se incorporó un buffer de 20 m en torno al límite de estas obras, con el propósito de incluir los sectores adyacentes susceptibles de alteración por el tránsito de maquinaria o la activación de procesos erosivos. Así, el AI comprende una superficie de 342,16 ha, de las cuales 180,32 ha corresponden al emplazamiento de las obras y las restantes 161,84 ha al buffer adicional.

Figura 3.13-1. Área de Influencia Componente Suelo



Fuente: GAC

3.13.4 METODOLOGÍA

La descripción de suelo permite conocer sus características morfológicas y fisicoquímicas para determinar la Capacidad de uso de suelos (CUS), la Capacidad para sustentar biodiversidad (CSB) y la Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos.

La metodología empleada en este estudio combina la revisión bibliográfica con el trabajo de terreno utilizando diversas técnicas de análisis para caracterizar el suelo siguiendo las directrices de la Guía Áreas de influencia en Ecosistemas Terrestres (SEA, 2024a), Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025) y de la Guía de Evaluación Ambiental: Recurso natural suelo (SAG, 2019). Con el propósito de determinar

la CUS, la CSB y la Susceptibilidad a procesos erosivos, se determinaron en terreno y en laboratorio los criterios de clasificación indicados en la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011, rectificada 2016).

La Capacidad de uso de suelos (CUS) permitió ordenar los suelos existentes, según su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos o predecir su potencial productivo, de acuerdo con los atributos críticos o limitantes que presentaron. El SAG (2011, rectificada 2016) establece categorías de suelos arables y no arables. Los arables corresponden desde la clase I a la IV y los no arables desde la clase V a la VIII. De esta forma, es posible predecir el potencial productivo aproximado en concordancia con los atributos críticos o limitantes que presente.

La Capacidad para sustentar biodiversidad (CSB) permitió ordenar a los suelos existentes según su potencial para mantener y promover la biodiversidad en función de sus atributos críticos o limitantes. La Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025) establece categorías que permiten evaluar el potencial de los suelos para sustentar una diversidad de organismos.

Asimismo, dentro de los criterios de clasificación incluidos en la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011, rectificada 2016), se incluye la descripción de la clase de erosión actual, la cual se relaciona directamente con la CUS y la CSB. Complementariamente, la Susceptibilidad a procesos erosivos permitió evaluar y clasificar la probabilidad de que un suelo sea erosionado en función de sus características intrínsecas, como la textura, profundidad, pendiente, así como por factores externos, como la cobertura vegetacional y la agresividad climática, que incluye la intensidad de las lluvias y la fuerza del viento. Esta metodología permitió categorizar a los suelos en distintas clases de riesgo. Su aplicación permitió predecir y entregar un panorama adecuado para la gestión del Susceptibilidad a proceso erosivos, protegiendo la integridad del suelo y minimizando la pérdida de su capacidad productiva y ecológica. Cabe precisar que la caracterización detallada de la Capacidad de Uso de Suelos (CUS), la Capacidad para Sustentar Biodiversidad (CSB), la erosión actual y la Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos se circunscribe a las superficies del AI que conservan atributos edáficos naturales. La unidad Modificado, correspondiente a sectores urbanizados, con infraestructura vial o sometidos a intervención antrópica significativa, y que representa 247,24 ha (72,26% del AI), no fue objeto de esta clasificación, dado que sus propiedades originales han sido removidas o alteradas y no resultan representativas de condiciones de suelo funcionales para los fines de este análisis. En consecuencia, tanto la ubicación de los puntos de muestreo como los resultados de CUS, CSB, erosión actual y Susceptibilidad presentados en el capítulo de Resultados se refieren exclusivamente al suelo no urbanizado.

El desarrollo de este estudio se dividió en diferentes etapas, las cuales se presentan a continuación.

3.13.4.1 Etapa I: Estudio de información secundaria

Esta etapa correspondió a la identificación de las diferentes características del suelo asociado al AI del Proyecto mediante la recopilación de antecedentes bibliográficos y digitales. Para esto se analizaron datos geográficos, geomorfológicos y fisicoquímicos relevantes para el análisis del AI. A partir del análisis de las fuentes estudiadas se delimitaron unidades homogéneas, en donde se ubicaron los puntos de muestro que fueron prospectados en terreno para caracterizar el recurso.

Revisión de antecedentes bibliográficos y digitales

Se consideraron las clasificaciones de mayor alcance, incluyendo la delimitación de zonas edáficas de Chile (Luzio, 2011), la diferenciación de órdenes de suelo adaptada al contexto local por Luzio y Casanova (2006), y la clasificación de distritos agroclimáticos del Centro de Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED, 2017).

Para un análisis más específico, se revisó el estudio de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile (CIREN, 2010), que permitió obtener información aproximada de la condición de erosión. Finalmente, se elaboró un mapa de pendientes en el AI utilizando el modelo digital de elevación DEM Alos Palsar (12,5 m) (Geoportal, 2022).

Determinación de Unidades homogéneas de Suelo (UHS)

En consideración de los resultados del análisis de antecedentes, y con el apoyo de la fotointerpretación geomorfológica y otros indicadores sobre la plataforma Google Earth® (geoformas, hidrografía, exposición, vegetación, usos, entre otras), se definieron unidades homogéneas de suelo (UHS). Estas unidades son fundamentales para identificar suelos que comparten características similares y así planificar el estudio de caracterización en terreno.

Cabe señalar que, se ajustó el número de observaciones a una intensidad de muestreo adecuada según lo que muestra la tabla 3 de la guía metodológica del SEA (2025, p. 35). Esta información se muestra en la Tabla 3.13-1, indicando los niveles de detalle que deben ser utilizados de acuerdo con el tipo de levantamiento de información. En este caso, el objetivo fue la descripción de suelo del AI, mientras que el nivel de detalle estuvo sujeto a los resultados del análisis de antecedentes; debido a que, si se prevén posibles impactos significativos sobre el componente, es necesario tener un mayor nivel de detalle e intensidad de muestreo.

Posteriormente, las UHS fueron divididas en Unidades Cartográficas de Suelo (UCS) definidas de acuerdo con los criterios de clasificación que presentan. De esta manera, fue posible delimitar cartográficamente a los indicadores mencionados al inicio de esta sección.

Tabla 3.13-1. Ficha complementaria para definir escalas y número de observaciones en estudios de suelos

Nivel de Detalle	Objetivo	Número de Observaciones	Escala Cartográfica
Muy alto (Muy intensivo)	Para levantamiento de mayor detalle pertinente para un EIA.	4 o más por ha	1:2.500
Alto (intensivo)		1 por cada 0,8 a 4 ha	1:10.000
Moderadamente alto (detallado)		1 cada 5 a 25 ha	1:25.000
Moderado (semi-detallado)		1 cada 20 a 100 ha	1:50.000
Moderado (semi-detallado)	Para levantamiento de menor detalle pertinente para una DIA.	1 cada 20 a 100 ha	1:50.000
Bajo (bajo detalle)		1 cada 100 a 400 ha	1: 100.000

Nivel de Detalle	Objetivo	Número de Observaciones	Escala Cartográfica
Muy bajo (reconocimiento)		Menos de 1 por cada 400 ha	1: 250.000

Fuente: SEA, 2025, p. 35, Tabla 3

3.13.4.2 Etapa II: Caracterización en Terreno y análisis fisicoquímico

Una vez fueron definidas las UHS y con ello distribuidos los puntos de muestreo, se ejecutó el levantamiento de información. El levantamiento en terreno se llevó a cabo en una campaña realizada entre los días 13 al 16 de abril de 2026. Esta se realizó con el objetivo de obtener los insumos bases para realizar la caracterización del recurso mediante la descripción morfológica de pedones representativos y toma de muestras de suelo para, posteriormente, determinar sus propiedades fisicoquímicas en laboratorio.

Calicatas

En las calicatas se realizó una descripción del perfil de suelo que incluyó un muestreo por horizonte y la toma de una muestra compuesta por calicata. Las actividades incluidas se detallan a continuación:

- Se identificaron y georreferenciaron las calicatas.
- Estas fueron excavadas manualmente, hasta una profundidad máxima de 1 m de no encontrarse limitantes para este atributo.
- Se realizó un registro de: paisaje mediante fotografías, pendiente topográfica con clinómetro, porcentaje de fragmentos gruesos sobre el suelo y rasgos de erosión.
- Se registraron criterios de aproximación y de definición para CUS, CSB y activación de procesos erosivos siguiendo las directrices de la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011, rectificada 2016).
- Se registraron Color mediante una Tabla Munsell, clase textural, consistencia, plasticidad, adhesividad y prueba de alcalinidad de acuerdo con el *Field Book for Describing and Sampling Soils* (Schoeneberger *et al*., 2012/2021) y la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011, rectificada 2016).
- Se realizó un muestreo de suelo por horizonte y un muestreo compuesto (el detalle del muestreo se presenta en la sección de análisis fisicoquímico)
- Durante la excavación, el material fue depositado en la superficie de manera ordenada, diferenciando los horizontes encontrados y luego se rellenó procurando reponer la condición más similar a la inicial.

Análisis fisicoquímico

La toma de muestras de suelo permitió caracterizar la condición base del suelo en relación con sus atributos físicos y químicos. Es importante destacar que se realizaron dos tipos de muestreos a) muestreo por horizonte, enfocado principalmente en las propiedades físicas, y b) muestreo de fertilidad, que corresponde a muestras compuestas tomadas de los primeros 25 cm del suelo. Las muestras compuestas son tomadas alrededor de cada punto y siempre dentro de la misma unidad homogénea. Las muestras fueron enviadas al laboratorio Agrolab.

3.13.4.2.1.1 MUESTREO POR HORIZONTE

Para este tipo de muestra, los parámetros analizados fueron los siguientes:

- Textura
- Densidad aparente (Da.)
- Capacidad de Campo (CC)
- Punto de Marchitez Permanente (PMP)

Obtenidos los resultados de laboratorio y levantada la información de suelo en terreno, la determinación de columna de agua aprovechable se realizó utilizando la guía “Métodos de análisis físicos de suelos” (Sandoval *et al*., 2011), mediante la siguiente ecuación:

$$HA = \frac{(CC - PMP)}{100} * Da * Z * (1 - P)$$

Dónde:

HA: Altura de agua (cm c.a.)

CC: Capacidad de campo (%)

PMP: Punto de marchitez permanente (%)

Da: Densidad aparente (g cm-3)

Z: Profundidad (cm)

P: fracción relativa de pedregosidad

3.13.4.2.1.2 MUESTREO DE FERTILIDAD

Las muestras de fertilidad se recolectaron a partir de un submuestreo compuesto aleatorio, en donde a partir de al menos 20 submuestras se conforma una muestra final donde se analizaron:

- pH
- Salinidad (Conductividad eléctrica)
- Contenido de Materia orgánica
- RAS

La toma de muestras de suelo permitió caracterizar la condición base del suelo en relación con sus atributos físicos y químicos. Para la toma de muestras se aplicó el siguiente procedimiento: 1) extracción de una muestra de suelo 2) envasado y rotulado; 3) disposición en bolsas herméticas y 4) transporte al laboratorio. Los análisis se realizaron en el laboratorio Agrolab.

Los resultados obtenidos fueron interpretados de acuerdo con la Pauta para Estudios de Suelos (SAG, 2011, rectificada 2016), con excepción de las categorías de materia orgánica que son clasificadas de acuerdo con lo indicado por Sierra (2003), y las categorías de pH que son clasificadas de acuerdo con lo indicado por Luzio y Casanova (2006).

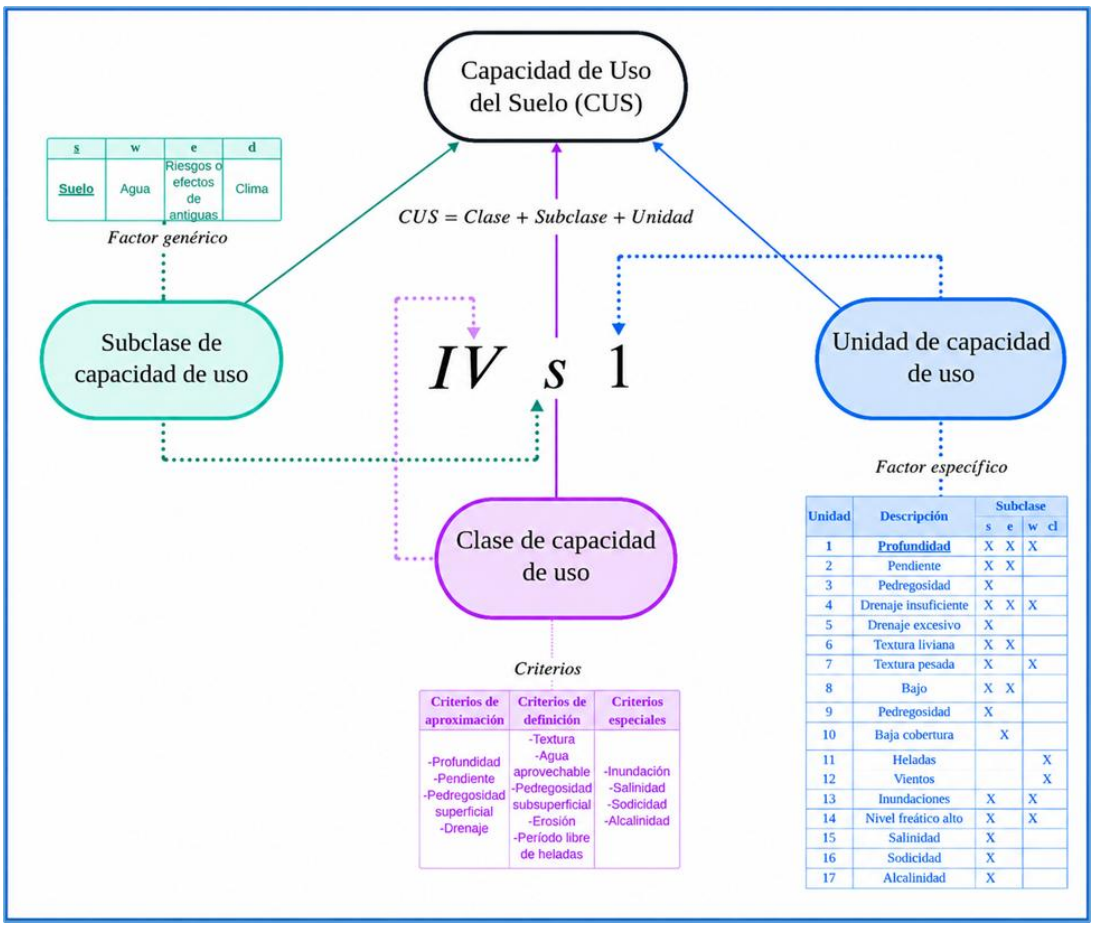
3.13.4.3 Etapa III: Indicadores utilizados para clasificar los suelos del área de influencia

En esta etapa se organizaron los datos obtenidos como resultado del levantamiento de información. Esto es, tanto la información descrita in situ en los puntos de muestreo, como los resultados de los análisis de laboratorio. El orden de datos permitió agrupar a los puntos con características similares dentro de cada UHS. Posteriormente, subdividiendo en UCS de acuerdo con los criterios de clasificación. Para el Área de Influencia del componente se determinó la CUS, la CSB, la clase de erosión actual y la Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos. A continuación, se detalla cómo se obtuvo cada uno de estos parámetros.

Capacidad de Uso de Suelos (CUS)

La CUS es una clasificación que agrupa a los suelos según su capacidad productiva y las limitaciones para el uso agrícola, siendo fundamental para determinar el uso adecuado del suelo y prevenir su degradación. Los criterios para evaluar la capacidad de uso de suelos pueden dividirse en tres (3): criterios de aproximación, criterios de definición y criterios especiales (SEA, 2025). En la Figura 3.13-2 se muestra una representación visual del proceso de determinación para un caso hipotético, donde un punto de muestreo presenta como limitante la profundidad. En los acápites siguientes se desglose la composición de este indicador.

Figura 3.13-2. Representación visual de la determinación de la Capacidad de uso de suelos



Fuente: GAC

3.13.4.3.1.1 CRITERIOS DE APROXIMACIÓN

Son aquellos que permiten clasificar los suelos, según estos puedan o no ser laboreados, agrupándolos en suelos arables y no arables, éstos son:

- Clase de profundidad (cm)
- Clase de pendiente (%)
- Clase de pedregosidad superficial (% de piedras y % de gravas)
- Clase de drenaje

3.13.4.3.1.2 CRITERIOS DE DEFINICIÓN

Son aquellos que, en combinación con la agrupación de criterios de aproximación, permiten determinar la CUS, éstos son:

- Clase textural
- Clase de agua aprovechable (cm c.a.)
- Clase de pedregosidad subsuperficial (%)

- Clase de erosión
- Clima (periodo libre de heladas y vientos)

3.13.4.3.1.3 Criterios especiales

Son aquellos que describen una condición particular existente, estos son:

- Clase de inundación
- Clase de salinidad (dS m^{-1})
- Clases de sodicidad / alcalinidad

3.13.4.3.1.4 Subclase y Unidad de Capacidad de uso

A partir de la clave presente en la Guía metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025, p. 51, tabla 4) se definió una clase, que es representada en números romanos. Además, se interpretó una Subclase de capacidad de uso, que corresponde a una división de la capacidad de uso que señala el ***factor genérico***. Este se considera como la característica más limitante para el sitio clasificado en una CUS y que es representada por las siglas: s= suelo; w= humedad; e= riesgo o efectos de antiguas erosiones y cl= clima. Finalmente, se indica la Unidad de capacidad de uso, que corresponde a una división de la Subclase de capacidad de uso en que se señala el ***factor específico*** que limita al suelo, y que es representada por números arábigos.

La CUS puede estar asociada a cualquier subclase de capacidad de uso, mientras que las posibilidades de asociación entre las subclases y unidades se presenta en la Tabla 3.13-2.

Tabla 3.13-2. Características por subclase de capacidad de uso

Unidad	Descripción	Subclase asociada			
		s	e	w	cl
1	Profundidad	x	x	x	
2	Pendiente	x	x		
3	Pedregosidad superficial	x			
4	Drenaje insuficiente	x	x	x	
5	Drenaje excesivo	x			
6	Textura liviana (arenoso)	x	x		
7	Textura pesada (arcilloso)	x		x	
8	Bajo almacenamiento de agua	x	x		

Unidad	Descripción	Subclase asociada			
		s	e	w	cl
9	Pedregosidad subsuperficial	x			
10	Baja cobertura vegetacional		x		
11	Heladas				x
12	Vientos				x
13	Inundaciones	x		x	
14	Nivel freático alto	x		x	
15	Salinidad	x			
16	Sodicidad	x			
17	Alcalinidad	x			

Fuente: Pauta de Estudios de Suelo (SAG, 2011 rectificada, p.21, Tabla 18).

Capacidad de sustentar biodiversidad (CSB)

La CSB es un indicador que organiza a los suelos según su capacidad para mantener y promover la biodiversidad considerando atributos críticos o limitantes, esta clasificación es esencial para evaluar el potencial ecológico de los suelos y orientar su manejo en función de la conservación de la biodiversidad. En el caso del AI del componente, la clasificación se aplicó sobre las calicatas y se determinó un valor único de CSB por UCS.

La clasificación de la CSB se realizó a partir de la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025). La CSB se determina a partir de la evaluación de distintos parámetros que describen las características físicas, químicas y funcionales del suelo (varios de los que son usados para definir la CUS), a los cuales se les asigna un nivel de limitante en función de su influencia sobre la capacidad del recurso para sustentar biodiversidad. Estas limitantes pueden corresponder a las categorías: a) Ninguna, cuando el criterio no representa una restricción para la CSB; b) Leve; c) Significativa; y d) Muy Significativa, cuando el atributo limita fuertemente la capacidad del suelo para sostener organismos y procesos ecológicos. Los criterios evaluados se presentan a continuación:

- Profundidad
- Pendiente
- Pedregosidad superficial
- Agua aprovechable
- Pedregosidad subsuperficial

- Erosión
- Salinidad
- Sodicidad
- Carácter calcáreo

El nivel de cada criterio fue interpretado según los datos recolectados en terreno o en base a los resultados de laboratorio. Las clases pueden ser revisadas en la Tabla 6 de la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025, p. 43).

Habiendo definido las limitantes para cada criterio, se determinó la categoría de CSB, según su número y nivel. Las categorías de CSB se muestran en la Tabla 3.13-3.

Tabla 3.13-3. Determinación de categoría de Capacidad de sustentar biodiversidad

Categorías de Capacidad de sustentar Biodiversidad (CSB)	Limitantes por cada categoría
Muy alta	Hasta 3 limitantes leves
Alta	4 a 7 limitantes leves
Media	Hasta 3 limitantes significativas Hasta 9 limitantes leves
Baja	Entre 3 y 9 limitantes significativas
Muy baja	Una o más limitantes muy significativas

Fuente: Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres (SEA, 2025, p. 46, Tabla 7).

Erosión actual y Susceptibilidad a procesos erosivos

Dentro de los criterios de clasificación incluidos en la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011, rectificada 2016), se incluye la descripción de la clase de erosión actual, que se relaciona directamente con la CUS y la CSB.

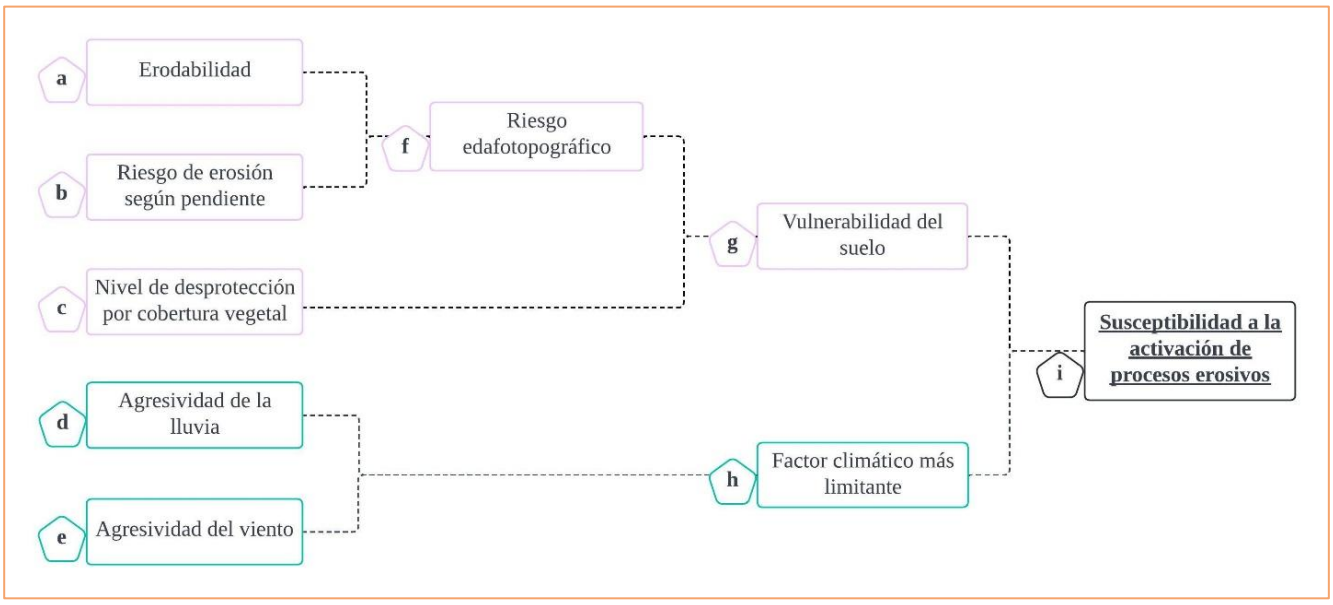
La erosión actual constituye un factor clave para determinar el valor de fragilidad del recurso. Esta variable se estima en terreno a partir de la pauta recién citada y de las indicaciones presentes en la Guía Evaluación de Impactos de Riesgos de Activación de Procesos Erosivos (SAG, 2016). Dentro de los aspectos evaluados, se consideran como indicadores de las clases de erosión la presencia de grietas, canalículos, pedestales, surcos, zanjas y cárcavas, junto con la visibilidad de los horizontes maestros B, C o R, que evidencian erosión laminar.

La Susceptibilidad a procesos erosivos clasifica el suelo según su predisposición a ser afectado por procesos erosivos, basado en parámetros que permiten estimar su vulnerabilidad y como ésta se relaciona con variables climáticas. Este indicador es esencial para identificar áreas vulnerables a la pérdida de suelo y diseñar medidas de prevención adecuadas cuando sea necesario. La clasificación fue aplicada sobre cada calicata, para, a partir

de esto, definir una condición en cada UCS. A continuación, se detalla su determinación, siguiendo la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025).

El primer paso para su estimación fue calcular: a) Erodabilidad, relacionando la profundidad del perfil de suelo y la textura del horizonte superficial, y; b) Riesgo de erosión según pendiente, obteniendo así: f) Riesgo Edafotopográfico. Por otra parte, se calculó: c) Nivel de desprotección a la erosión por cobertura vegetal (basado en el porcentaje de vegetación observado en terreno), que al ser factorizado por el riesgo edafotopográfico, se obtuvo: g) clase de Vulnerabilidad del suelo a la erosión.

Figura 3.13-3. Diagrama para la determinación de la Susceptibilidad a procesos erosivos



Fuente: GAC

Las variables climáticas que fueron consideradas son: d) Agresividad de la lluvia, que fue estimada mediante el Índice de Fournier (IF) y; e) Agresividad del viento, que fue estimada según el porcentaje de arrastre y acumulación de suelo sobre la superficie de la UCS.

Finalmente, se conjugó la vulnerabilidad del suelo con el factor climático que fue más crítico (h). Así, se determinó la Susceptibilidad a procesos erosivos (i). A partir de ello, se generó una cartografía de este parámetro, disponible en el apéndice de cartografía digital.

A continuación, se presenta una definición y explicación de cómo se obtienen cada uno de los parámetros mencionados:

- **Erodabilidad**: es una propiedad del suelo que indica su susceptibilidad a ser erosionado por factores externos. Se calcula mediante la textura del horizonte superficial y la profundidad efectiva. Texturas más gruesas (o arenosas) tienen valores de erodabilidad mayores que texturas finas (o arcillosas), en tanto entre mayor es el radio de las partículas del suelo, menor es su cohesión y capacidad de

estructuración. Suelos delgados tiene valores de erodabilidad mayores que suelos profundos, en tanto la capa superficial presenta un menor espesor y, por lo tanto, menor capacidad de proteger las capas subyacentes.

Tabla 3.13-4. Determinación de la erodabilidad del suelo

Clase de profundidad	Clase de textura			
	Baja: Textura arcillosa, arcillo limosa, arcillo arenosa,	**Media: Textura franca arcillo limosa, franca arcillosa, franca arcillo arenosa, arenosa franca y arenosa.**	**Alta: Textura franca arenosa, franca, franca limosa, limosa. Arcillas dispersivas (montmorillonita, illita).**	**Muy alta: Textura franca arenosa, franca.**
Baja: Suelos profundos >90cm	1	1	2	3
Media: Profundidad entre 70 y <90 cm	1	2	3	3
Alta: Profundidad entre 40 y <70 cm	2	3	3	4
Muy alta: Profundidad <40cm	3	3	4	4

Fuente: Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. SEA (2025)

- **Riesgo de erosión según pendiente**: Se calcula según la pendiente topográfica. Sectores con mayor pendiente presentan un mayor riesgo de erosión, en tanto por efecto de la gravedad las aguas de escorrentías alcanzan una mayor velocidad, disminuye la infiltración de agua en el suelo, y, además, se favorece la movilización de partículas de suelo y fragmentos gruesos a favor de la pendiente.

Tabla 3.13-5. Riesgo de erosión según pendiente

Nivel de riesgo	Porcentaje de pendiente
Riesgo bajo o nulo 0 a 15%	0 a 15%
Riesgo medio 15 a 45%	15 a 45%
Riesgo alto 45 a 75%	45 a 75%
Riesgo muy alto 75% a más	75% a más

Fuente: Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. SEA, 2025

- **Riesgo edafotopográfico**: Es el riesgo de erosión en función de las características del suelo (erodabilidad) y la topografía (riesgo de erosión según pendiente). Se obtiene a partir de los dos parámetros mencionados.

Tabla 3.13-6. Riesgo edafotopográfico a la erosión

Clase de erodabilidad	Clase de pendiente			
	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Baja	1	1	2	3
Media	1	2	3	3
Alta	2	3	3	4
Muy alta	3	3	4	4

Fuente: Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. SEA, 2025

- **Nivel de desprotección a la erosión por cobertura vegetal**: corresponde a un índice que refleja el porcentaje del suelo que se encuentra sin cobertura vegetal, quedando desprotegido ante la lluvia y el viento. A un mayor nivel de desprotección, mayor es el riesgo de erosión.

Tabla 3.13-7. Desprotección a la erosión por cobertura vegetacional

Nivel de desprotección	Clase vegetacional
Desprotección Baja (1)	Denso, con cobertura entre 75 a 100%. Propio de vegas, praderas perennes, renoval denso matorral arborescente denso, bosque nativo adulto denso,

Nivel de desprotección	Clase vegetacional
	entre otros.
Desprotección Media (2)	Semidenso, con cobertura entre 50 y 75%. Propio de cultivos agrícolas, plantación frutal adulta, plantaciones forestales, matorral pradera semidenso, matorral-suculentas denso, bosque nativo adulto abierto, entre otros.
Desprotección Alta (3)	Abierto, con cobertura entre 25 y 50%. Propio de renoval abierto, plantación frutal joven, matorral-pradera abierto, matorral arborescente abierto, matorral-suculentas abierto, bosque nativo achaparrado abierto, entre otros.
Desprotección Muy alta (4)	Muy abierto, con cobertura entre 0 y 25%. Propio de estepa andina central, matorral o bosque muy abierto, suculentas, renoval muy abierto, praderas anuales, rotación cultivo-pradera, entre otros.

Fuente: Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. SEA, 2025

- **Vulnerabilidad del suelo a la erosión**: Es un factor que engloba el riesgo edafotopográfico y la desprotección de la cobertura vegetacional.

Tabla 3.13-8. Clases de vulnerabilidad del suelo a la erosión

Riesgo edafotopográfico	Clase de desprotección			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
Bajo	1	2	2	3
Medio	2	2	2	3
Alto	2	3	3	4
Muy alto	3	4	4	4
Bajo	1	2	2	3

Fuente: Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. SEA, 2025

- **Agresividad de la lluvia**: Este parámetro se obtiene a través del Índice de Fournier (IF). Este índice se utiliza para reflejar el potencial erosivo de las precipitaciones en un sector. El IF fue calculado para los últimos 10 años con datos de precipitación acumulada mensual completos, seleccionando el escenario más crítico, es decir, aquel que presenta un mayor IF. El cálculo se realizó según la siguiente ecuación:

$$IF_j = \frac{Pmax_j^2}{\mathrm{Pm}}$$

Dónde:

IFj: Índice Fournier para el año j

Pmaxj: Precipitación al mes más lluvioso del año j

Pm: Precipitación media anual

Tabla 3.13-9. Agresividad de la lluvia de acuerdo con el Índice de Fournier

Agresividad de la lluvia	Índice de Fournier (IF)
Agresividad baja	< 50
Agresividad media	Entre 50 y 100
Agresividad alta	Entre 150 y 200
Agresividad muy alta	> 200

Fuente: Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. SEA, 2025

- **Agresividad del viento**: este parámetro refleja indirectamente el potencial del viento como agente erosivo. El viento determina el arrastre y/o rodamiento de las partículas del suelo, que tiene como consecuencia la exposición de los horizontes subsuperficiales en ciertos sectores y acumulación de estos materiales en otros. La agresividad del viento es evaluada sobre las UCS de suelo, observando que porcentaje de la superficie ha sufrido arrastre o acumulación.

Tabla 3.13-10. Agresividad del viento

Clase de agresividad del viento	Porcentaje de arrastre y acumulación de suelo sobre la superficie de la UHS
Bajo	Arrastre 0 a 25% o acumulación entre 0 a 15%
Medio	Arrastre 25 a 50% o acumulación entre 15 a 33%
Alto	Arrastre 50 a 75% o acumulación entre 33 a 66%

Clase de agresividad del viento	Porcentaje de arrastre y acumulación de suelo sobre la superficie de la UHS
Muy alto	Arrastre 75 a100% o acumulación mayor a 66%

Fuente: Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. GAC

- **Susceptibilidad a procesos erosivos**: es el indicador resultante de esta metodología, que integra las variables relacionadas con el suelo, topografía, vegetación y el clima.

Tabla 3.13-11. Susceptibilidad a procesos erosivos

Vulnerabilidad	Agresividad climática			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1	1	1	2	2
2	1	2	3	3
3	2	3	3	4
4	3	4	4	4

Fuente: Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. SEA, 2025

Caracterización y delimitación del Suelo Hídrico

La caracterización del componente suelo hídrico se desarrolló conforme a lo establecido en la “Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA” (SEA, 2023a), la Guía para la predicción y evaluación de impacto ambiental de humedales en el SEIA (SEA, 2023b) y la “Guía de Campo, Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos en Chile” (MMA y ONU Medio Ambiente, 2022).

De acuerdo con el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), los suelos hídricos corresponden a aquellos que se han formado bajo condiciones de saturación, inundación o anegamiento suficientemente prolongadas como para generar condiciones anaeróbicas en la parte superior del perfil de suelo. Estas condiciones inducen procesos de oxidación-reducción que modifican las propiedades físicas, químicas y morfológicas del suelo, generando indicadores diagnósticos que permiten identificar la influencia permanente o periódica del agua sobre el desarrollo edáfico. En este contexto, la caracterización se orientó a identificar aquellos rasgos que evidencian la ocurrencia histórica o actual de condiciones de saturación, tales como colores gley, moteados redoximórficos, horizontes reducidos, olores sulfhídricos, acumulaciones de materia orgánica y otros indicadores morfológicos asociados a ambientes hidromórficos.

La delimitación del Área de Influencia de suelo hídrico se realizó a partir de los polígonos de humedales asociados al río Mapocho y al estero Colina disponibles en el Inventario Nacional de Humedales (SIMBIO,

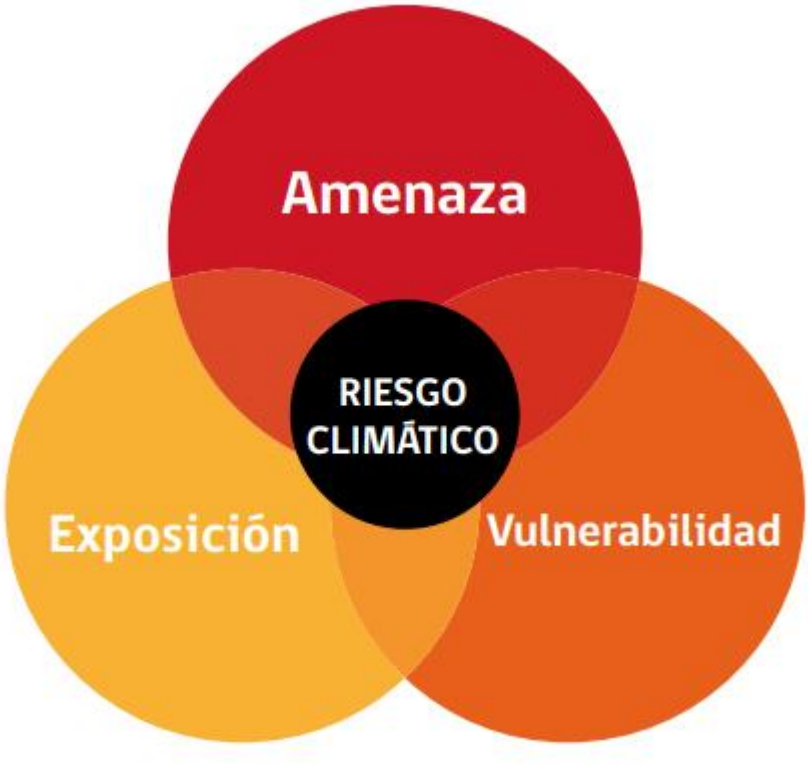
2026). Estos antecedentes fueron complementados mediante verificación en terreno, con el objetivo de identificar sectores potencialmente influenciados por la presencia permanente o temporal de agua. La delimitación consideró aquellos espacios donde la dinámica hídrica pudiera generar condiciones favorables para la formación de suelos hídricos, incluyendo zonas con influencia directa del nivel freático, áreas inundables y sectores de drenaje restringido.

La caracterización de los suelos se efectuó mediante la excavación y descripción de calicatas, siguiendo los procedimientos establecidos en la “Guía de Campo, Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos en Chile” (MMA y ONU Medio Ambiente, 2022) y la “Pauta para Estudio de Suelos” (SAG, 2011, rectificada). Para cada perfil se registraron las propiedades morfológicas relevantes, incluyendo profundidad, color, textura, estructura, consistencia, presencia de rasgos redoximórficos, acumulaciones orgánicas, profundidad del nivel freático cuando fue observable y demás características diagnósticas utilizadas para la identificación de suelos hídricos. Complementariamente, se evaluaron propiedades físicas y químicas del suelo que permiten comprender el comportamiento hídrico del perfil, tales como drenaje, densidad aparente, porosidad, capacidad de almacenamiento de agua y condiciones de salinidad o sodicidad cuando correspondía.

Análisis de los efectos del Cambio Climático sobre el componente Suelo

La determinación del riesgo climático para el componente suelo se realizó siguiendo el enfoque establecido en la Guía Metodológica para la Consideración del Cambio Climático en el SEIA (SEA, 2024b), la cual define el riesgo climático como la interacción entre tres factores principales: amenaza climática, exposición y vulnerabilidad (Figura 3.13-4). Este enfoque permite evaluar de manera integrada la probabilidad de ocurrencia de condiciones climáticas adversas, la presencia del recurso susceptible de ser afectado y su capacidad de respuesta frente a dichas perturbaciones.

Figura 3.13-4. Esquema de la determinación del Riesgo Climático



Fuente: Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA, 2024.

La amenaza climática fue caracterizada a partir de la información disponible en la plataforma Explorador de Amenazas Climáticas (ARClim), considerando el escenario de emisiones SSP5-8.5, correspondiente a un escenario de altas emisiones de gases de efecto invernadero. Este análisis se basa en la comparación entre el clima histórico (1980–2010) y las proyecciones de mediano plazo (2035–2065), permitiendo estimar la variación esperada de variables climáticas relevantes para el componente suelo. En particular, se priorizó el análisis de aquellas variables que actúan como agentes erosivos, tales como la precipitación (en términos de volumen e intensidad) y el viento, por su incidencia directa en la activación de procesos de erosión hídrica y eólica.

La exposición del componente suelo se evaluó en función de su presencia, extensión y relevancia dentro del Área de Influencia del proyecto, considerando la distribución de las unidades de suelo y su interacción con otros componentes del medio. En este sentido, se entiende que, a mayor superficie o dependencia de otros componentes ambientales, mayor es la exposición frente a las amenazas climáticas.

Por su parte, la vulnerabilidad del suelo se determinó a partir de sus características intrínsecas, en línea con lo señalado en la guía metodológica, integrando aspectos de sensibilidad y capacidad adaptativa. Para ello, se consideraron atributos físicos y funcionales del suelo, tales como la profundidad efectiva, textura, contenido de materia orgánica, cobertura vegetal, pendiente y estado de erosión, los cuales condicionan su susceptibilidad frente a perturbaciones y su capacidad de recuperación frente a cambios en las condiciones climáticas.

Finalmente, la clasificación del riesgo climático se obtuvo mediante la integración cualitativa de los tres factores analizados, de acuerdo con los lineamientos del SEA, permitiendo definir el nivel de riesgo del componente suelo en función de la combinación entre la magnitud de las amenazas proyectadas, el grado de exposición del recurso y su nivel de vulnerabilidad.

3.13.5 RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de la caracterización ambiental.

3.13.5.1 Análisis de información bibliográfica y digital

A continuación, se presentan y analizan los antecedentes bibliográficos y digitales existentes para el área de influencia.

Distrito Agroclimático

Según el Atlas Agroclimático de Chile (Tomo III, 2017) el área de influencia del Proyecto se ubica dentro del Distrito Agroclimático Santiago:

Distrito Santiago: Es caracterizado como un clima templado cálido supratermal con régimen de humedad semiárido (Csb2Sa). Este distrito presenta una altitud media aproximada de 559 msnm y una superficie territorial cercana a 2.500 km Las condiciones climáticas del sector se caracterizan por veranos cálidos y secos e inviernos templados con precipitaciones concentradas en los meses fríos, configurando un ambiente con marcada estacionalidad hídrica. La temperatura presenta un máximo promedio de 30,4 °C en enero, mientras que en julio se registra un mínimo promedio de 3,8 °C. Dentro del distrito, las temperaturas máximas oscilan entre 28,8 °C y 31,6 °C, y las mínimas entre 2,6 °C y 4,8 °C.

El distrito presenta un período promedio de 241 días consecutivos libres de heladas, mientras que para el sector de Santiago este período alcanza aproximadamente 230 días. En promedio, se registran 16 heladas anuales, condición significativamente menos restrictiva para el desarrollo vegetal en comparación con sectores de mayor altitud y aridez. En este contexto, el período con temperaturas favorables para la actividad vegetativa se extiende por aproximadamente 11 meses del año. Asimismo, se registran 1.919 días grado anuales y una acumulación de 673 horas de frío al 31 de julio.

En términos hídricos, la precipitación media anual alcanza los 371 mm, concentrándose principalmente durante el período invernal. El distrito presenta un período seco de aproximadamente 8 meses y un déficit hídrico anual de 1.150 mm/año, mientras que el período húmedo se restringe a cerca de 2 meses, durante los cuales se genera un excedente hídrico aproximado de 48 mm. Estas condiciones determinan una limitada disponibilidad hídrica estacional, la cual influye directamente en los procesos de formación y desarrollo de los suelos, así como en la dinámica de la cobertura vegetal.

Mapa de pendientes

Se elaboró un mapa de pendientes a partir del modelo de elevación DEM Alos Palsar (Geoportal, 2022). Dicho DEM cuenta con una resolución de 12,5 m. La información obtenida permitió clasificar la pendiente del terreno del AI según las categorías establecidas por la Pauta para Estudios de Suelo del SAG (2011, rectificada 2016).

Como muestra la Tabla 3.13-12 en el Área de Influencia (AI), la la clase de pendiente predominante en el Área de Influencia corresponde al rango de 3–5%, el cual representa un 28,69% de la superficie total y se asocia a la clase "Ligeramente Ondulado" según la clasificación del SAG (2011, rectificada 2016). Le sigue muy de cerca el rango de 5–8%, equivalente a la clase "Suavemente Ondulado", con un 28,19% de la superficie, seguido por el rango de 8–15%, correspondiente a la clase "Moderadamente Ondulado", con un 24,40% del área.

En menor proporción se identifican pendientes bajas correspondientes a los rangos 1–3% y 0–1%, las cuales representan un 8,74% y 6,97% de la superficie, respectivamente. Asimismo, se reconocen sectores con pendientes más pronunciadas asociadas a los rangos de 15–30% y 30–45%, que en conjunto representan aproximadamente un 3,02% del Área de Influencia.

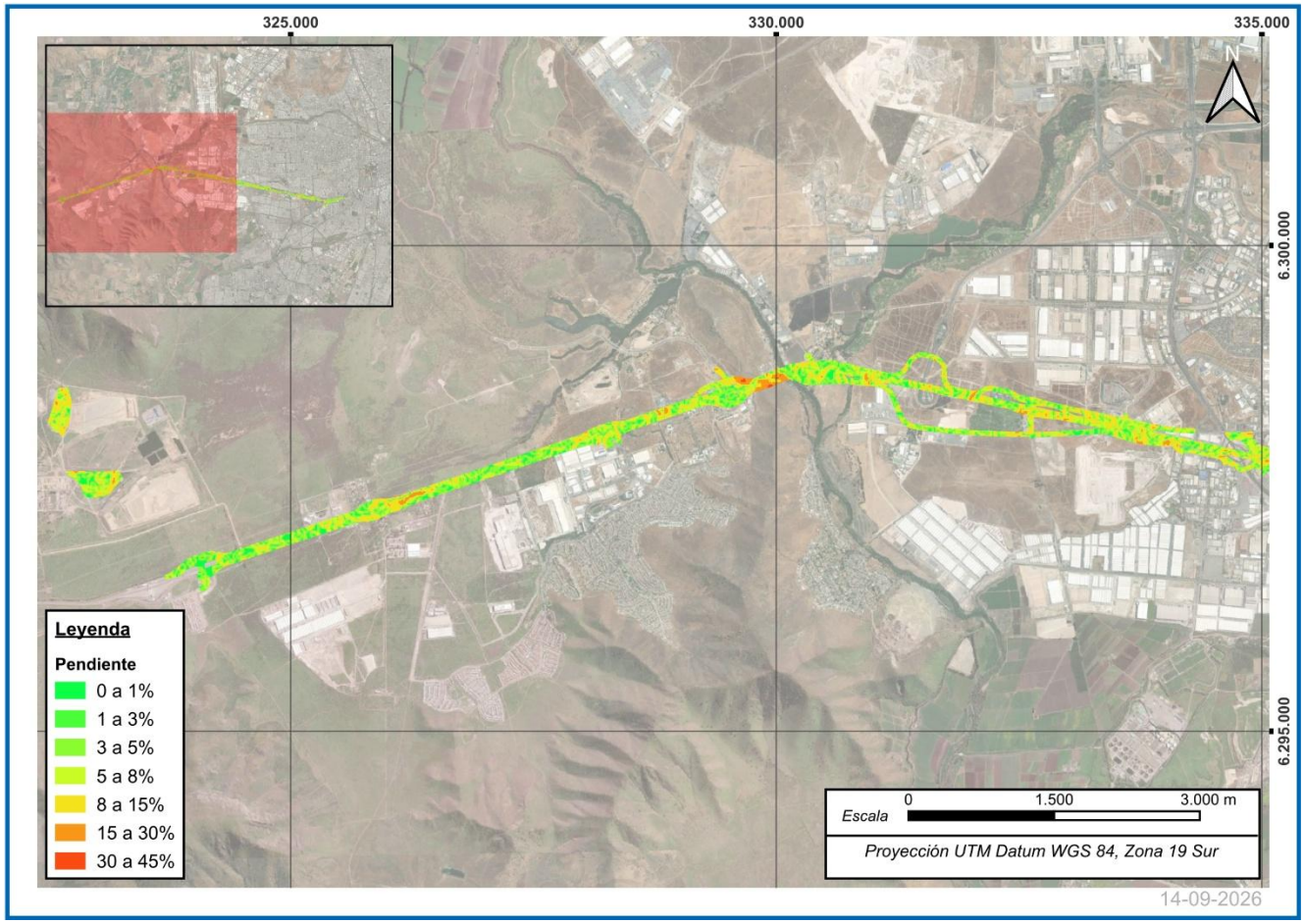
En términos generales, el Área de Influencia se caracteriza por un predominio de pendientes suaves a moderadas, concentradas principalmente entre los rangos de 3% y 15%, lo que define un relieve ligeramente a moderadamente ondulado. Los sectores con pendientes más elevadas se distribuyen de manera puntual y localizada, asociados principalmente a unidades geomorfológicas de cerros y laderas, las cuales presentan condiciones más restrictivas desde el punto de vista topográfico y una mayor susceptibilidad a procesos erosivos.

Tabla 3.13-12. Pendientes topográficas del Área de Influencia

Clase de Pendiente (SAG, 2011, rectificada 2016)	Superficie (ha)	Proporción (%)
0-1%	23,84	6,97
1-3%	29,90	8,74
3-5%	98,15	28,69
5-8%	96,46	28,19
8-15%	83,48	24,40
15-30%	9,96	2,91
30-45%	0,38	0,11

Fuente: Geoportal (2022)

Figura 3.13-5. Mapa de pendientes en el Área de Influencia



Fuente: Elaborado a partir de Geoportal (2022)

Clasificación Zonas Edáficas de Chile

De acuerdo con la clasificación de Zonas Edáficas de Chile propuesta por Luzio (2010), los suelos presentes en el área del Proyecto se ubican dentro de la Zona Mediterránea Árida, específicamente en el contexto edáfico de la Depresión Intermedia de las regiones de Valparaíso y Metropolitana. Esta unidad corresponde a un graben de relieve plano a moderadamente ondulado, desarrollado entre la Precordillera de Los Andes y la Cordillera de la Costa, conformado por una serie de cuencas tectónicas rellenas por sedimentos fluviales, glaciales, fluvio-glaciales y volcánicos, a partir de los cuales se han desarrollado los suelos del sector.

En este contexto, uno de los materiales parentales más relevantes corresponde a depósitos de cenizas volcánicas ácidas y pómez, asociados al desarrollo de la Serie Pudahuel. Diversos autores han señalado el origen volcánico de estos suelos, indicando que se habrían formado a partir de sedimentos derivados del gran lahar del volcán San José, de edad pleistocénica. No obstante, estos suelos no presentan un desarrollo suficiente para ser clasificados como Andisoles, debido a que las condiciones climáticas semiáridas y la limitada meteorización han restringido la formación de complejos humus-Al y minerales secundarios de baja cristalinidad típicos de dichos suelos.

Las condiciones climáticas de la zona, caracterizadas por precipitaciones relativamente bajas y un régimen de humedad xérico, han favorecido la concentración de sílice en el perfil del suelo, promoviendo la formación de minerales como haloisita en desmedro de alófana e imogolita. En este sentido, antecedentes reportados para el suelo Pudahuel de la Región Metropolitana indican que la haloisita corresponde al mineral dominante en la fracción fina del suelo, acompañado secundariamente por mica.

Desde el punto de vista fisiográfico, estos suelos se desarrollan principalmente en relieves de lomajes suaves a moderadamente ondulados, con pendientes generalmente entre 1% y 5%, aunque localmente pueden presentarse sectores más inclinados asociados a laderas y lomajes fuertemente ondulados. La morfología del terreno influye directamente en las condiciones de drenaje y en la profundidad efectiva del suelo, diferenciándose fases moderadamente profundas a delgadas dependiendo de la presencia y profundidad del duripán silícico que restringe el desarrollo radicular y la infiltración de agua.

En términos generales, los suelos presentan texturas gruesas, principalmente franco arenosas en superficie y arenosas en profundidad, junto con perfiles de escaso desarrollo pedogenético y fuerte dependencia del material parental. Asimismo, corresponden a suelos de baja aptitud agrícola, generalmente clasificados en Clases de Capacidad de Uso III y IV, debido a limitaciones asociadas a la profundidad efectiva, las condiciones de drenaje, la susceptibilidad a erosión y la limitada disponibilidad hídrica.

Clasificaciones de Suelo USDA y WRB

La taxonomía de suelos desarrollada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) clasifica los suelos a nivel de Orden, destacando procesos de formación y propiedades pedológicas que se han estabilizado con el tiempo (Luzio y Casanova, 2006).

Según la clasificación USDA, en el área de influencia predominan suelos asociados principalmente al orden Mollisols, además de sectores representados por Inceptisols.

• **Mollisols**: Corresponden a suelos que presentan horizontes superficiales oscuros, relativamente ricos en materia orgánica y con buena fertilidad natural. En el área de influencia este orden se encuentra representado por series como Pudahuel, Mapocho, Lampa, Cuesta Barriga y Lo Aguirre. Estos suelos se desarrollan sobre materiales aluviales, coluviales, lacustrinos y volcánicos, presentando en general texturas moderadamente gruesas a finas y grados variables de profundidad efectiva. En algunos casos, como la Serie Pudahuel y Lo Aguirre, la presencia de duripanes o substratos parcialmente cementados limita el desarrollo radicular y condiciona la capacidad de uso del suelo.

• **Inceptisols**: Corresponden a suelos con desarrollo pedogenético incipiente, donde se reconocen horizontes diagnósticos débiles, sin alcanzar el grado de evolución de órdenes más desarrollados. En el área de influencia este orden se encuentra representado por la Asociación Mansel, desarrollada sobre materiales con influencia metamórfica y alto grado de meteorización. Estos suelos presentan profundidad moderada y una fuerte dependencia de las condiciones topográficas y litológicas locales. En el área del Proyecto se asocia a los sectores con pendientes más pronunciadas.

En cuanto a la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo (WRB), esta clasifica los suelos a partir de la identificación de horizontes y propiedades diagnósticas, permitiendo su asignación a uno de los Grupos de Suelos de Referencia (IUSS, 2022). En cuanto a la clasificación WRB, los grupos de suelos de referencia más

representativos para el área de influencia corresponden principalmente a Phaeozems, Cambisols y Durisols, asociados a las propiedades diagnósticas observadas en las distintas series de suelo:

• **Phaeozems:** Corresponden a suelos con horizontes superficiales oscuros, relativamente ricos en materia orgánica y con adecuada saturación de bases. Este grupo representa gran parte de los suelos derivados de materiales aluviales y volcánicos presentes en terrazas y lomajes suaves del área de influencia, particularmente aquellos asociados a las series Mapocho, Lampa y Cuesta Barriga.

• **Cambisols:** Corresponden a suelos con un grado moderado de desarrollo pedogenético, caracterizados por la presencia de horizontes cámbicos débiles. En el área de influencia este grupo se asocia principalmente a los suelos de la Asociación Mansel, donde la evolución del perfil se encuentra condicionada por materiales parentales metamórficos y topografía de cerros.

• **Durisols:** Corresponden a suelos caracterizados por la presencia de horizontes endurecidos por acumulación de sílice secundaria, tales como duripanes. Este grupo resulta representativo de sectores asociados a la Serie Pudahuel y parcialmente a la Serie Lo Aguirre, donde la presencia de horizontes cementados constituye una de las principales limitantes físicas para el desarrollo del suelo y el crecimiento radicular.

Estudio Agrológico Región Metropolitana

De acuerdo con el Estudio Agrológico de CIREN para la Región Metropolitana (1996), en el Área de Influencia predominan superficies clasificadas como “No Suelos”, las cuales representan un 29,60% de la superficie total. Estas unidades corresponden principalmente a sectores urbanizados, áreas con infraestructura, caminos y superficies altamente intervenidas, donde las características naturales del suelo han sido significativamente modificadas o removidas, impidiendo su clasificación agrológica convencional.

Asimismo, una proporción importante de las superficies clasificadas como suelos Clase I, II y III de Capacidad de Uso corresponde actualmente a sectores con distintos grados de urbanización e intervención antrópica, particularmente en áreas próximas al desarrollo urbano de Santiago. En este contexto, si bien el estudio agrológico identifica unidades originalmente asociadas a suelos de aptitud agrícola relativamente favorable, en gran parte del Área de Influencia dichas condiciones naturales han sido alteradas producto de cambios de uso de suelo e incorporación de infraestructura urbana e industrial.

En términos de series de suelo, las unidades de mayor representación corresponden a las series Pudahuel, Mapocho y Lo Aguirre, las cuales en conjunto abarcan aproximadamente el 60% del Área de Influencia. La Serie Pudahuel corresponde a suelos desarrollados sobre materiales volcánicos, ligeramente profundos, con texturas moderadamente gruesas y presencia de duripán silícico en profundidad, condición que restringe el desarrollo radicular y limita la infiltración de agua. Estos suelos se asocian principalmente a relieves suavemente ondulados y presentan aptitud agrícola limitada.

Por su parte, la Serie Mapocho corresponde a suelos profundos de origen aluvial desarrollados sobre antiguas terrazas del río Mapocho, caracterizados por una buena estructuración, adecuada porosidad y texturas franco arcillo limosas a arcillo limosas. Debido a sus propiedades físicas y profundidad efectiva, estos suelos históricamente han presentado una mayor aptitud agrícola dentro del contexto regional.

La Serie Lo Aguirre corresponde a suelos sedimentarios de origen lacustrino, ligeramente profundos, desarrollados en posiciones planas de cuencas de sedimentación. Presentan texturas finas y descansan sobre substratos parcialmente cementados constituidos por cenizas riolíticas, los cuales limitan la profundidad efectiva del suelo.

En menor proporción se presentan las series Lampa, Cuesta Barriga y la Asociación Mansel. La Serie Lampa corresponde a suelos de origen aluvio-coluvial derivados de materiales graníticos, de buen drenaje y permeabilidad moderadamente rápida. La Serie Cuesta Barriga agrupa suelos moderadamente profundos desarrollados sobre materiales aluvio-coluviales con abundante grava en profundidad. Finalmente, la Asociación Mansel corresponde a suelos moderadamente profundos asociados a sectores de cerros y materiales con influencia metamórfica, presentando mayores limitaciones topográficas y menor aptitud agrícola.

Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile

De acuerdo con CIREN (2010), la Región Metropolitana presenta una condición general de susceptibilidad erosiva relevante, asociada principalmente a la combinación de factores climáticos, topográficos y de uso del suelo. A nivel regional, la superficie de suelos erosionados alcanza aproximadamente 683.047 ha, equivalente al 44,3% de la superficie regional, predominando las categorías de erosión moderada, severa y muy severa. Asimismo, el riesgo de erosión potencial se concentra principalmente en categorías severas y muy severas, especialmente en sectores cordilleranos y de topografía abrupta, como las comunas de Lo Barnechea y Alhué.

En este contexto regional, el Área de Influencia del Proyecto presenta una condición considerablemente menos restrictiva en términos erosivos. De acuerdo con los resultados del modelo de erosión actual de CIREN (2010), la categoría predominante corresponde a "Sin erosión", con una superficie de 239,34 ha, equivalente al 69,95% del Área de Influencia. Se identifica además una superficie de 4,79 ha (1,40%) clasificada como erosión ligera, mientras que las superficies con erosión severa representan 2,59 ha (0,76%); no se registra la categoría de erosión moderada.

Por su parte, en el modelo de erosión potencial, la categoría predominante corresponde a "Baja o nula", con 172,18 ha, equivalentes al 50,32% del Área de Influencia. Las categorías de erosión moderada y severa presentan una representación mínima, alcanzando conjuntamente un 0,39% de la superficie evaluada. Estos resultados reflejan una baja susceptibilidad erosiva general del área, condición que se relaciona principalmente con el predominio de pendientes suaves a moderadas presentes en el territorio, las cuales limitan el desarrollo de procesos de escorrentía concentrada y transporte de sedimentos.

Adicionalmente, destaca que una proporción importante del Área de Influencia corresponde a superficies clasificadas como "Otros usos", tanto en erosión actual (27,89%) como en erosión potencial (49,28%). Estas categorías se asocian principalmente a sectores urbanizados, infraestructura vial, áreas industriales y otras superficies altamente intervenidas, donde no resulta aplicable la evaluación convencional de erosión hídrica debido a la modificación significativa de la cobertura y condición natural del suelo.

Análisis de los antecedentes bibliográficos presentados

El análisis de los antecedentes bibliográficos y digitales disponibles permite establecer que el Área de Influencia se emplaza en un contexto fuertemente intervenido desde el punto de vista antrópico, donde una proporción

significativa de la superficie corresponde actualmente a sectores urbanizados, infraestructura vial e instalaciones industriales. En este sentido, el Estudio Agrológico de CIREN para la Región Metropolitana indica que cerca del 30% del Área de Influencia se clasifica como “No Suelos”, categoría asociada a superficies donde las condiciones naturales del suelo han sido modificadas o removidas, limitando su clasificación edafológica convencional.

Desde el punto de vista geomorfológico y topográfico, el Área de Influencia presenta un predominio de relieves planos a suavemente ondulados, concentrándose principalmente en rangos de pendiente entre 3% y 15%. Las pendientes más abruptas corresponden a sectores puntuales asociados a cerros y laderas, los cuales representan una proporción menor de la superficie total. Estas condiciones topográficas explican, en gran medida, la baja susceptibilidad erosiva observada en los modelos de erosión actual y potencial de CIREN (2010), donde predominan las categorías “Sin erosión” y “Baja o nula”, mientras que las categorías moderadas y severas presentan una representación mínima dentro del Área de Influencia.

Predominan suelos desarrollados sobre materiales volcánicos, aluviales y coluviales de la Depresión Intermedia de la Región Metropolitana. Las series de suelo más representativas corresponden a Pudahuel, Mapocho y Lo Aguirre, siendo particularmente relevante la Serie Pudahuel, desarrollada a partir de cenizas volcánicas ácidas y pómez. Estos suelos presentan escaso desarrollo pedogenético y evidencian una fuerte influencia del material parental, condición favorecida por el régimen climático semiárido de la zona.

Uno de los rasgos más característicos de estos suelos corresponde al desarrollo de horizontes endurecidos por acumulación de sílice secundaria (duripanes), particularmente en la Serie Pudahuel y parcialmente en la Serie Lo Aguirre. La presencia de estos horizontes limita la profundidad efectiva del suelo, restringe el desarrollo radicular y disminuye la infiltración de agua. En términos generales, se trata de suelos de texturas moderadamente gruesas, con aptitud agrícola limitada y condiciones edáficas fuertemente condicionadas tanto por el clima semiárido como por la evolución mineralógica de las cenizas volcánicas presentes en el área.

3.13.5.2 Unidades homogéneas de suelo y puntos de muestreo

De acuerdo con los antecedentes recopilados en la revisión bibliográfica, el área de influencia del Proyecto se emplaza en un contexto altamente intervenido desde el punto de vista antrópico, particularmente en los sectores ubicados al interior del anillo de Américo Vespucio. En estas zonas predominan usos urbanos, industriales y de infraestructura vial, donde gran parte de los suelos originales han sido removidos, cubiertos o modificados, perdiendo parcialmente sus propiedades naturales y funcionalidad ecosistémica. En contraste, los sectores ubicados hacia el poniente del área de influencia conservan en mayor medida las características originales del suelo.

En términos geomorfológicos, dentro de los sectores que mantienen condiciones naturales se diferencian principalmente unidades asociadas a superficies planas de terrazas y depósitos aluviales, sectores de cerros con pendientes más pronunciadas y áreas vinculadas a la dinámica hídrica del río Mapocho y el estero Colina. Los sectores planos corresponden principalmente a superficies suavemente onduladas desarrolladas sobre materiales volcánicos, aluviales y coluviales, donde predominan suelos derivados de cenizas volcánicas con presencia de duripanes silícicos en profundidad. Por su parte, los sectores de cerros presentan pendientes

mayores y una mayor exposición de materiales parentales, mientras que las áreas próximas a cursos de agua podrían presentar características hídricas asociadas a saturación periódica y dinámica fluvial.

En este contexto, la delimitación de las Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) se realizó considerando principalmente el grado de intervención antrópica, el uso actual del suelo y la posición geomorfológica. De esta manera, se definieron unidades diferenciadas para sectores urbanizados o modificados, superficies planas asociadas a terrazas y depósitos aluviales, sectores de cerros y áreas potencialmente influenciadas por condiciones hídricas. Esta clasificación permitió representar adecuadamente las variaciones en los procesos de formación del suelo dentro del Área de Influencia. La distribución de estas unidades dentro del área de influencia se presenta en la Tabla 3.13-13.

Tabla 3.13-13. Distribución de las Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) en el Área de influencia

UHS	Superficie (ha)	Proporción (%)
Terraza Aluvial - Sedimentario	91,31	26,69
Cerros	2,01	0,59
Humedal-Cuerpo de Agua	1,60	0,47
Modificado	247,24	72,26

Fuente: GAC

Los puntos de muestreo fueron distribuidos de manera representativa entre las distintas UHS definidas, priorizando la caracterización de aquellos sectores que aún conservan propiedades edáficas asociadas a la capacidad de sustentar biodiversidad y proveer servicios ecosistémicos. En este sentido, no se realizaron descripciones detalladas en suelos completamente urbanizados o altamente intervenidos, dado que en dichos sectores las características naturales del suelo han sido significativamente alteradas y no resultan representativas de condiciones edáficas funcionales.

La distribución de los puntos de muestreo se evaluó sobre la superficie de suelo no urbanizado del AI (excluyendo la unidad Modificado, donde no se ubicaron puntos de muestreo por corresponder a sectores urbanizados o con infraestructura donde las características edáficas naturales han sido removidas o alteradas). Sobre esa base, la intensidad de muestreo corresponde a 1 calicata cada 8,63 ha. De acuerdo con la información señalada en la Tabla 3 de la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025, p. 35), un esfuerzo de muestreo entre 5 a 25 ha por calicata se asocia a un nivel de detalle "Moderadamente Alto (detallado)" con una escala cartográfica 1:25.000. Este nivel de detalle es adecuado al considerar la homogeneidad presente en los suelos de este sector.

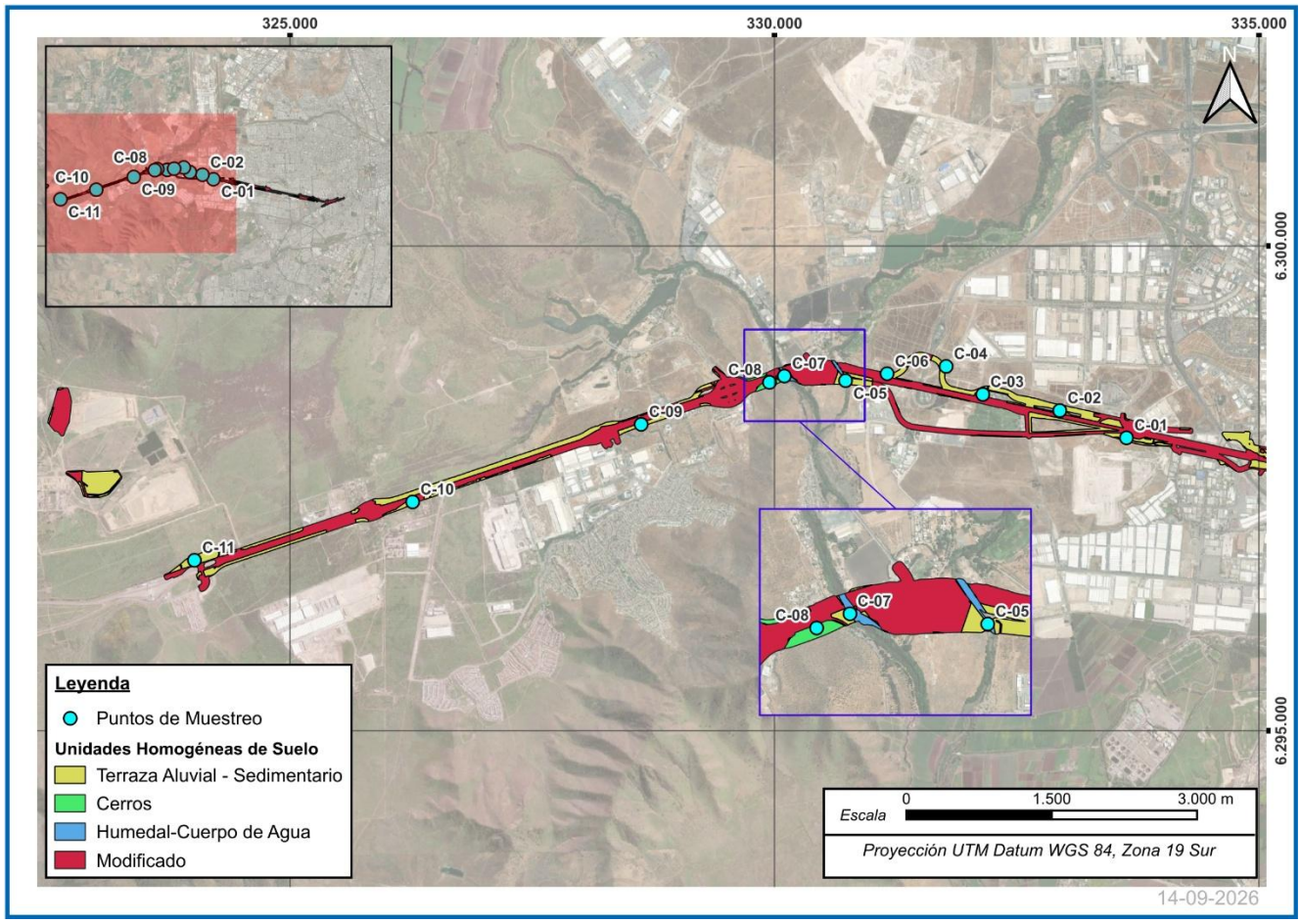
En la Tabla 3.13-14 se presentan las coordenadas de las calicatas y puntos de medición de infiltración realizados en terreno, mientras que en la Figura 3.13-6 se representa su distribución espacial.

Tabla 3.13-14. Coordenadas de los puntos de muestreo

Punto de muestreo	Tipo de punto	WGS 84 UTM 19 S		Altitud (m.s.n.m)
		Este	Norte	
C-01	Calicata	333.633	6.298.020	479
C-02	Calicata	332.944	6.298.301	454
C-03	Calicata	332.150	6.298.468	450
C-04	Calicata	331.771	6.298.757	466
C-05	Calicata	330.733	6.298.610	455
C-06	Calicata	331.162	6.298.682	463
C-07	Calicata	330.101	6.298.657	460
C-08	Calicata	329.948	6.298.592	482
C-09	Calicata	328.623	6.298.159	472
C-10	Calicata	326.264	6.297.359	461
C-11	Calicata	324.012	6.296.757	455

Fuente: GAC

Figura 3.13-6. Unidades Homogéneas de Suelo y Puntos de Muestreo en el Área de influencia



Fuente: GAC

3.13.5.3 Descripción de Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) y Unidades Cartográficas de Suelo (UCS).

La descripción física y morfológica del terreno, así como los resultados de laboratorio, se encuentran en el Apéndice 1. Descripción del Suelo y Resultados de Laboratorio. La información de los puntos de muestreo fue ordenada en una base de datos que puede ser revisada en formato digital en el Apéndice 2. Archivos digitales de Suelo (SHP y KMZ). Aquella información es la base para subdividir las UHS en UCS, que corresponden a la unidad cartográfica mínima en la que se presentan los resultados de esta caracterización de línea de base y cuyas superficies se presentan en la Tabla 3.13-15.

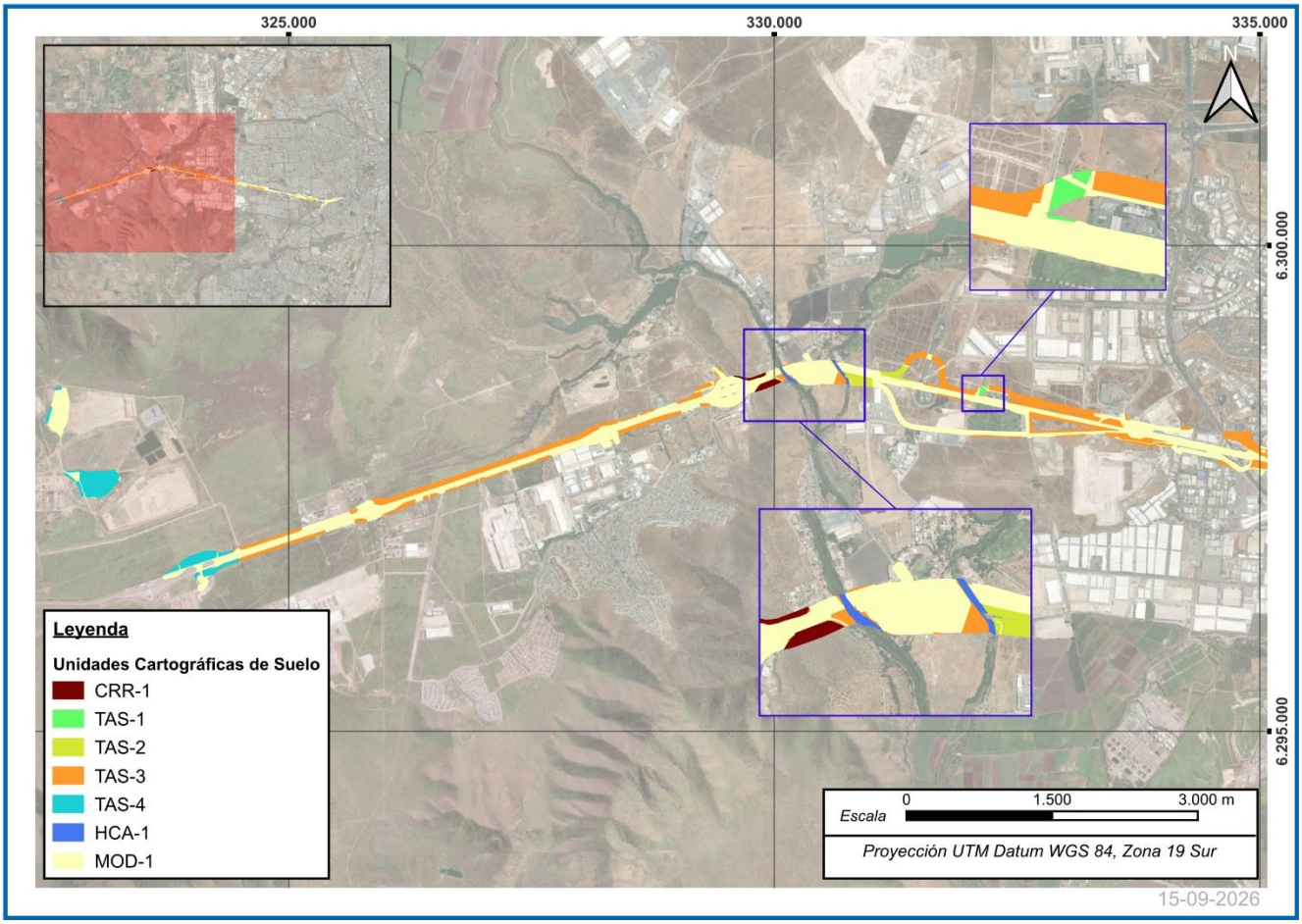
Tabla 3.13-15. Distribución de Unidades Cartográficas de Suelo (UCS) en el Área de influencia

UCS	UHS	Puntos	Superficie (ha)	Proporción (%)
TAS-1	Terraza aluvial - Sedimentario	C-03	0,42	0,12
TAS-2		C-06	4,20	1,23

UCS	UHS	Puntos	Superficie (ha)	Proporción (%)
TAS-3		C-01, C-02, C-04, C-09, C-10	71,49	20,90
TAS-4		C-11	15,19	4,44
CRR-1	Cerros	C-08	2,01	0,59
HCA-1	Humedal - Cuerpo de Agua	C-05, C-07	1,60	0,47
MOD-1	Modificado	-	247,24	72,26

Fuente: GAC

Figura 3.13-7. Unidades Cartográficas de Suelo en el Área de influencia



Fuente: GAC

Terraza Aluvial- Sedimentario

La UHS Terraza Aluvial - Sedimentario abarca una superficie de 91,31 ha, equivalente al 26,69% del Área de Influencia. Corresponde a superficies asociadas principalmente a antiguas terrazas aluviales vinculadas a la dinámica histórica del río Mapocho y a depósitos sedimentarios de materiales volcánicos provenientes del complejo volcánico Maipo. Este depósito del cuaternario es denominado como ignimbrita Pudahuel. Estas superficies presentan relieves predominantemente planos a suavemente ondulados, con pendientes que varían entre 1% y 13%, aunque predominan ampliamente los sectores con pendientes inferiores al 5%. Los suelos son generalmente delgados a ligeramente profundos, presentan texturas francas a franco arcillosas, drenaje moderado a imperfecto y muy baja pedregosidad superficial y subsuperficial. Desde el punto de vista químico predominan condiciones no salinas y no sódicas, observándose localmente sectores calcáreos y casos puntuales de ligera salinidad. La principal limitación de estos suelos se relaciona con la escasa profundidad efectiva producto de la presencia de duripanes silícicos en profundidad, así como con la baja capacidad de almacenamiento de agua. En términos generales corresponden a suelos de capacidad de uso restringida, predominando las clases III, IV y VI.

Dentro de esta unidad se distinguen cuatro Unidades Cartográficas de Suelo (UCS): TAS-1, con una superficie de 0,42 ha (0,12% del AI); TAS-2, con 4,20 ha (1,23%); TAS-3, con 71,49 ha (20,90%); y TAS-4, con 15,19 ha (4,44% del Área de Influencia).

Registro fotográfico 3-1. Paisaje y perfil representativo de la Unidad homogénea de suelo Terraza Aluvial - Sedimentario



Fuente: GAC

- La UCS TAS-1, representada por la calicata C-03, abarca una superficie de 0,42 ha, equivalente al 0,12% del Área de Influencia. Corresponde a una superficie asociada a terrazas aluviales estabilizadas, caracterizada por pendientes suaves del orden de 1%, ausencia de pedregosidad y drenaje moderado.

El suelo presenta una profundidad ligeramente profunda (68 cm), textura franco arcillosa y una condición de agua aprovechable clasificada como regular. Desde el punto de vista químico no presenta limitaciones relevantes, registrándose condiciones no salinas, no sódicas y no calcáreas. Su CUS es IIIs1, siendo la profundidad efectiva la principal limitante para el uso del suelo.

Esta unidad corresponde a un sector acotado dentro de la terraza aluvial, donde el duripán silícico característico de los suelos derivados de cenizas volcánicas se encuentra a una mayor profundidad respecto de las unidades circundantes. Esta condición permite un mayor desarrollo efectivo del perfil, favoreciendo una mayor capacidad de almacenamiento de agua y una mejor aptitud agrológica relativa. Sin embargo, pese a su clasificación como suelo Clase III, el sector no presenta uso agrícola actual ni antecedentes que indiquen un aprovechamiento histórico con fines agropecuarios. Por el contrario, se encuentra inserto en un entorno predominantemente industrial, con la presencia de una estación de servicio en uno de sus deslindes y complejos de bodegaje e infraestructura logística en los terrenos adyacentes. En este contexto, si bien corresponde a la unidad con la mejor aptitud identificada dentro del Área de Influencia, su relevancia desde el punto de vista productivo se encuentra fuertemente condicionada por el contexto territorial en el que se emplaza. La Tabla 3.13-16 muestra los rangos de los criterios de clasificación de la UCS.

Tabla 3.13-16. Criterios de Clasificación en la Unidad cartográfica de suelo TAS-1

Criterio de clasificación	Atributos	Valor observado
Aproximación	Profundidad	Ligeramente profundo (68 cm)
	Pendiente	Ligeramente inclinado (1%)
	Pedregosidad superficial	Sin pedregosidad (0% piedras, 3% gravas)
	Drenaje	Moderadamente drenado
Definición	Textura	Franco arcillosa
	Agua aprovechable	Regular (9,76 cm c.a.)
	Pedregosidad subsuperficial	Sin pedregosidad (0%)
	Erosión	Moderada
	Periodo libre de heladas	230 días
	Vientos	Ausente
Especiales	Salinidad	No salino (CE = 0,72 dS m^{-1})

	Sodicidad	No sódico (RAS = 0,5)
	Alcalinidad	No calcáreo

Fuente: GAC

- La UCS TAS-2. Esta unidad está representada por la calicata C-06 y abarca una superficie de 4,20 ha, equivalente al 1,23% del Área de Influencia. Se desarrolla en sectores de relieve más ondulado dentro del depósito sedimentario, presentando pendientes cercanas al 13%, clasificadas como fuertemente onduladas, con pedregosidad superficial ligera y drenaje moderado. El suelo es ligeramente profundo, de textura franco arenosa y presenta agua aprovechable clasificada como pobre. No registra limitaciones químicas significativas, manteniendo condiciones no salinas, no sódicas y no calcáreas. La unidad fue clasificada con CUS IVs2, donde la pendiente constituye la principal limitante de uso. La Tabla 3.13-17 muestra los rangos de los criterios de clasificación de la UCS.

Tabla 3.13-17. Criterios de Clasificación en la Unidad cartográfica de suelo TAS-2

Criterio de clasificación	Atributos	Valor observado
Aproximación	Profundidad	Ligeramente profundo (58 cm)
	Pendiente	Fuertemente ondulado (13%)
	Pedregosidad superficial	Ligera (5% piedras y 5% gravas)
Definición	Drenaje	Moderadamente drenado
	Textura	Franco arenosa
	Agua aprovechable	Pobre (9,46 cm c.a.)
	Pedregosidad subsuperficial	Sin pedregosidad (0,75%)
	Erosión	Ligera
	Periodo libre de heladas	230 días
	Vientos	Ausente
Especiales	Salinidad	No salino (CE = 0,70 dS m^{-1})
	Sodicidad	No sódico (RAS = 2,5)
	Alcalinidad	No calcáreo

Fuente: GAC

- La UCS TAS-3. Corresponde a la unidad de mayor representación dentro de la UHS, abarcando una superficie de 71,49 ha, equivalente al 20,90% del Área de Influencia y aproximadamente el 78% de la superficie de la UHS Terraza Aluvial - Sedimentario. Se encuentra caracterizada por las calicatas C-01, C-02, C-04, C-09 y C-10, desarrollándose sobre superficies planas a ligeramente onduladas, con pendientes entre 1% y 3%. Los suelos son predominantemente delgados a ligeramente profundos, con texturas que varían entre franco arenosa, franco arcillo arenosa y franco arcillosa. La pedregosidad es generalmente nula o baja y el drenaje fluctúa entre moderado e imperfecto. La disponibilidad de agua aprovechable es consistentemente muy pobre, constituyendo la principal limitante edáfica de la unidad. Desde el punto de vista químico predominan condiciones no salinas y no sódicas; sin embargo, se registran sectores puntuales con ligera salinidad, ligera sodicidad y presencia de carbonatos. Las clases de capacidad de uso corresponden principalmente a VIs8, asociadas a restricciones por baja disponibilidad hídrica. En términos generales, esta unidad representa los sectores típicos de la Serie Pudahuel, donde la presencia de duripanes y la escasa capacidad de retención de agua condicionan fuertemente el desarrollo del suelo. La Tabla 3.13-18 muestra los rangos de los criterios de clasificación de la UCS.

Tabla 3.13-18. Criterios de Clasificación en la Unidad cartográfica de suelo TAS-3

Criterio de clasificación	Atributos	Valor observado
Aproximación	Profundidad	Delgado a ligeramente profundo (25–47 cm)
	Pendiente	Ligeramente inclinado a ligeramente ondulado (1–3%)
	Pedregosidad superficial	Sin pedregosidad a ligera (0–3% piedras y 0–10% gravas)
	Drenaje	Moderadamente drenado a imperfectamente drenado
Definición	Textura	Franco arenosa a franco arcillosa
	Agua aprovechable	Muy pobre (1,09–4,97 cm c.a.)
	Pedregosidad subsuperficial	Sin pedregosidad a ligera (0–10%)
	Erosión	Ligera a moderada
	Periodo libre de heladas	230 días

	Vientos	Ausente
Especiales	Salinidad	No salino a ligeramente salino (CE = 0,37–3,80 dS m^{-1})
	Sodicidad	No sódico a ligeramente sódico (RAS = 0,3–7,8)
	Alcalinidad	No calcáreo a fuertemente calcáreo

Fuente: GAC

- La UCS TAS-4. Esta unidad está representada por la calicata C-11 y comprende una superficie de 15,19 ha, equivalente al 4,44% del Área de Influencia. Corresponde a sectores de terraza aluvial relativamente estables, con pendientes cercanas al 1%, ausencia de pedregosidad y drenaje moderado. El suelo es ligeramente profundo, de textura franco arcillosa y presenta una condición de agua aprovechable clasificada como buena. Químicamente se caracteriza por ser no salino y no sódico, aunque presenta una condición fuertemente calcárea. Debido a esta limitante, fue clasificado como VIs17. A pesar de presentar condiciones físicas favorables respecto de otras unidades de terraza, la presencia de carbonatos constituye una restricción relevante para la productividad de los cultivos. Además, el sector no presenta evidencia de historial de uso agrícola, observándose en la actualidad un uso de pradera-matorral. La Tabla 3.13-19 muestra los rangos de los criterios de clasificación de la UCS.

Tabla 3.13-19. Criterios de Clasificación en la Unidad cartográfica de suelo TAS-4

Criterio de clasificación	Atributos	Valor observado
Aproximación	Profundidad	Ligeramente profundo (68 cm)
	Pendiente	Ligeramente inclinado (1%)
	Pedregosidad superficial	Sin pedregosidad (0% piedras y 0% gravas)
	Drenaje	Moderadamente drenado
Definición	Textura	Franco arcillosa
	Agua aprovechable	Buena (16,04 cm c.a.)
	Pedregosidad subsuperficial	Sin pedregosidad (0%)
	Erosión	Ligera

	Periodo libre de heladas	230 días
	Vientos	Ausente
Especiales	Salinidad	No salino (CE = 0,54 dS m^{-1})
	Sodicidad	No sódico (RAS = 0,2)
	Alcalinidad	Fuertemente calcáreo

Fuente: GAC

Cerros

La UHS Cerros comprende una superficie de 2,01 ha, equivalente al 0,59% del Área de Influencia. Corresponde a sectores aislados de relieve elevado que sobresalen sobre las superficies planas de la Depresión Intermedia, asociados a los cerros Lo Aguirre y Canteras. Los procesos geomorfológicos dominantes corresponden a erosión y denudación, favorecidos por pendientes moderadas a fuertes y una mayor exposición del material parental. Los suelos son ligeramente profundos, presentan texturas moderadamente gruesas, mayor contenido de gravas y una limitada capacidad de almacenamiento de agua. La combinación de pendiente, escasa profundidad efectiva y susceptibilidad erosiva determina una capacidad de uso restringida y una elevada fragilidad frente a intervenciones.

Dentro de esta unidad se distingue una Unidad Cartográfica de Suelo (UCS): CRR-1, la cual posee una superficie de 2,01 ha, equivalente al 0,59% del Área de Influencia.

Registro fotográfico 3-2. Paisaje y perfil representativo de la Unidad homogénea de suelo Cerros



Fuente: GAC

- La UCS CRR-1, representada por el punto C-08, corresponde a sectores de cerros con pendientes cercanas al 19%, clasificadas como de lomajes. El suelo es ligeramente profundo, presenta textura franco arcillo arenosa, pedregosidad superficial moderada asociada a la presencia de aproximadamente 30% de gravas y una condición de drenaje moderado. La disponibilidad de agua aprovechable es muy pobre, mientras que la erosión observada corresponde a una condición severa, producto de las altas pendientes. Desde el punto de vista químico no se registran limitaciones por salinidad, sodicidad o carbonatos. La clasificación de capacidad de uso corresponde a VIs2, siendo la pendiente el principal factor limitante. En conjunto, estas características reflejan un suelo de alta fragilidad, con una mayor susceptibilidad a la erosión. La Tabla 3.13-20 muestra los rangos de los criterios de clasificación de la UCS.

Tabla 3.13-20. Criterios de Clasificación en la Unidad cartográfica de suelo CRR-1

Criterio de clasificación	Atributos	Valor observado
Aproximación	Profundidad	Ligeramente profundo (52 cm)
	Pendiente	De lomajes (19%)
	Pedregosidad superficial	Moderada (0% piedras y 30% gravas)
	Drenaje	Moderadamente drenado
Definición	Textura	Franco arcillo arenosa
	Agua aprovechable	Muy pobre (2,84 cm c.a.)
	Pedregosidad subsuperficial	Ligera (14,62%)
	Erosión	Severa
	Periodo libre de heladas	230 días
	Vientos	Ausente
Especiales	Salinidad	No salino (CE = 0,45 dS m^{-1})
	Sodicidad	No sódico (RAS = 0,3)
	Alcalinidad	No calcáreo

Fuente: GAC

Humedal-Cuerpo de Agua

La UHS Humedal - Cuerpo de Agua comprende una superficie de 1,60 ha, equivalente al 0,47% del Área de Influencia. Corresponde a sectores asociados a la dinámica hídrica del río Mapocho y del estero Colina, donde las condiciones de saturación periódica o permanente han controlado el desarrollo del suelo. Geomorfológicamente se emplaza sobre superficies aluviales bajas sujetas a influencia del nivel freático, generando condiciones de drenaje restringido y favoreciendo la acumulación de humedad en el perfil. Los suelos presentan pendientes muy bajas, ausencia de pedregosidad y profundidades moderadamente profundas a profundas.

El sector asociado al río Mapocho, ubicado hacia el oriente, evidencia un alto grado de intervención antrópica, observándose abundante acumulación de residuos y escombros tanto en el cauce como en sus márgenes. Asimismo, el suelo hídrico adyacente ha sido alterado por actividades humanas, situación que ha modificado parcialmente las condiciones naturales del sitio. Como consecuencia, en este sector los indicadores morfológicos de suelo hídrico se presentan de forma menos evidente que en condiciones naturales, aunque ello se atribuye principalmente al nivel de intervención observado y no necesariamente a la ausencia de procesos de saturación.

Por el contrario, el sector asociado al estero Colina, ubicado hacia el poniente, presenta un mejor estado relativo de conservación. En este sitio se observa una menor presencia de residuos y una mayor integridad de las condiciones naturales del suelo, permitiendo reconocer de manera más clara indicadores de hidromorfismo asociados a saturación prolongada, tales como coloraciones Gley, rasgos redoximórficos y condiciones de drenaje restringido. Sin embargo, aun en este sector se identificaron evidencias de intervención antrópica, por lo que ninguno de los ambientes evaluados puede considerarse completamente libre de alteraciones.

Dentro de esta unidad se distingue una Unidad Cartográfica de Suelo (UCS): HCA-1, la cual posee una superficie de 1,60 ha, equivalente al 0,47% del Área de Influencia.

Registro fotográfico 3-3. Paisaje y perfil representativo de la Unidad homogénea de suelo Humedal – Cuerpo de Agua



Fuente: GAC

- La UCS HCA-1 está representada por las calicatas C-05 y C-07. Se desarrolla sobre superficies prácticamente planas, con pendientes cercanas al 1%, ausencia de pedregosidad y drenaje pobre. Los suelos presentan profundidades entre 85 y más de 100 cm, texturas que varían desde areno francosa hasta arcillo limosa y una disponibilidad de agua aprovechable clasificada entre pobre y buena. La erosión es inexistente o no aparente, reflejando la estabilidad geomorfológica de estos ambientes. Desde el punto de vista químico predominan condiciones no salinas y no sódicas, aunque se registra ligera salinidad en algunos sectores y presencia local de carbonatos. La clasificación de capacidad de uso corresponde a Vw4, siendo el drenaje pobre la principal limitante. No obstante, esta misma condición constituye el principal atributo ecológico de la unidad, al favorecer procesos de saturación y el desarrollo de características propias de ambientes húmedos.

  Si bien las características hídricas se conservan en ambos sectores, los terrenos aledaños a los cauces presentan distintos grados de intervención antrópica. En particular, el sector asociado al estero Colina evidencia una mayor alteración por acumulación de residuos y modificaciones del suelo, lo que dificulta la expresión de indicadores hidromórficos. En contraste, el sector vinculado al río Mapocho presenta una mejor conservación relativa y una expresión más evidente de las características propias de los suelos hídricos, aunque también muestra señales de intervención humana. La Tabla 3.13-21 muestra los rangos de los criterios de clasificación de la UCS.

Tabla 3.13-21. Criterios de Clasificación en la Unidad cartográfica de suelo HCA-1

Criterio de clasificación	Atributos	Valor observado
Aproximación	Profundidad	Moderadamente profundo a profundo (85–100 cm)
	Pendiente	Ligeramente inclinado (1%)
	Pedregosidad superficial	Sin pedregosidad (0% piedras y 0% gravas)
	Drenaje	Pobremente drenado
Definición	Textura	Areno francosa a arcillo limosa
	Agua aprovechable	Pobre a buena (8,59–16,07 cm c.a.)
	Pedregosidad subsuperficial	Sin pedregosidad (0%)
	Erosión	No aparente
	Periodo libre de heladas	230 días
	Vientos	Ausente
Especiales	Salinidad	No salino a ligeramente salino (CE = 1,80–3,10 dS m^{-1})
	Sodicidad	No sódico (RAS = 0,5–0,6)
	Alcalinidad	No calcáreo a moderadamente calcáreo

Fuente: GAC

3.13.5.4 Caracterización fisicoquímica del suelo

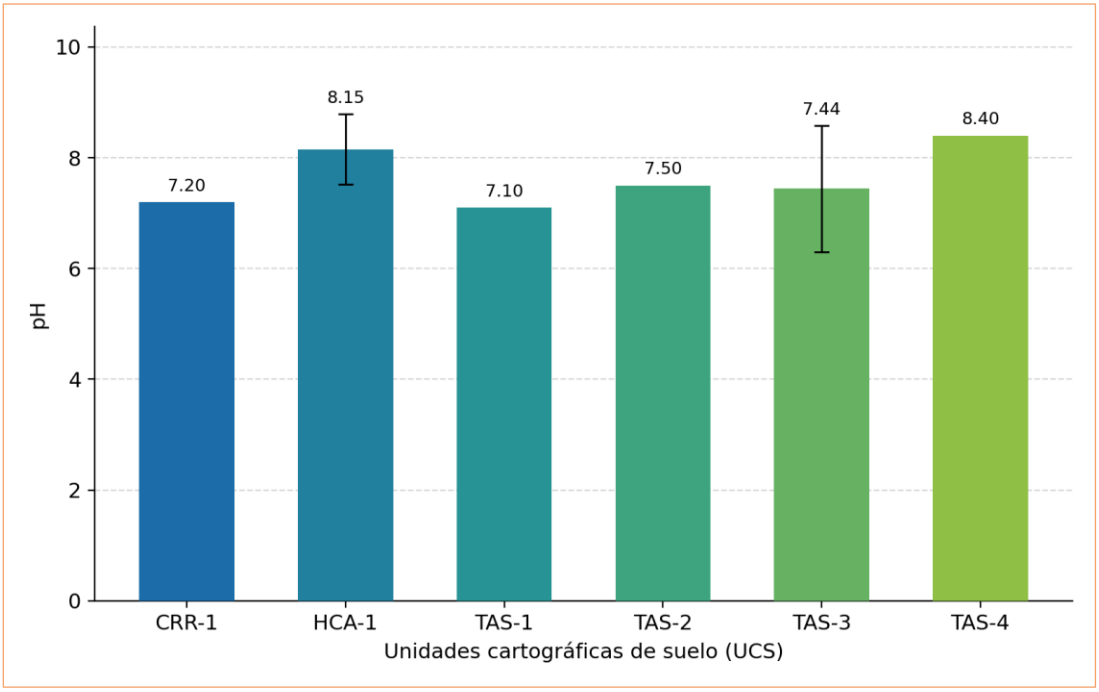
En los siguientes apartados se analizan las características químicas y físicas del suelo. Estas son presentadas en función de los puntos de muestreo, UCS y horizontes, dependiendo del parámetro analizado. Los parámetros analizados corresponden a pH, Materia orgánica, Relación de Adsorción de Sodio, Clase textural, Densidad aparente y Agua aprovechable. El detalle de los resultados de laboratorio puede ser revisada en el Apéndice 1. Caracterización fisicoquímica y morfológica del suelo.

pH

El pH es un parámetro clave que determina la acidez o alcalinidad del suelo, influyendo directamente en la disponibilidad de nutrientes esenciales y en la actividad biológica. Los suelos con un pH bajo (ácidos) o alto (alcalinos) pueden generar condiciones restrictivas para el desarrollo de las plantas, en tanto, en casos

extremos, pueden generar excesos o deficiencias de algunos nutrientes. La Figura 3.13-8 muestra los valores de pH promedio por cada UCS en el horizonte superficial.

Figura 3.13-8. pH promedio de cada UCS



Fuente: GAC

La clasificación de los valores se muestra en la Tabla 3.13-22, siguiendo las categorías propuestas por Luzio y Casanova (2006), que se presentan en la Tabla 3.13-23. De acuerdo con los resultados obtenidos para las UCS evaluadas, se observa una variabilidad moderada en los valores de pH, con promedios que fluctúan entre 7,10 y 8,40. En términos generales, predominan condiciones neutras a alcalinas, lo que resulta consistente con el contexto semiárido de la Región Metropolitana y con la presencia de materiales parentales ricos en bases, así como con la ocurrencia local de horizontes calcáreos.

Las UCS TAS-1 y CRR-1 presentan valores promedio de pH de 7,10 y 7,20, respectivamente, clasificándose ambas como Neutras. En estas condiciones se favorece una adecuada disponibilidad de la mayoría de los nutrientes esenciales para las plantas, minimizándose tanto los efectos de toxicidad como las deficiencias asociadas a extremos de acidez o alcalinidad. Por su parte, las UCS TAS-2 y TAS-3 registran valores promedio de 7,50 y 7,44, clasificándose como Débilmente alcalinas. Estos valores sugieren la presencia de carbonato de calcio en el perfil, condición que coincide con la identificación de sectores calcáreos dentro de estas unidades, aunque sin constituir una limitante relevante para el desarrollo de la vegetación.

Los valores más elevados se registran en las UCS HCA-1 y TAS-4, con promedios de pH de 8,15 y 8,40, respectivamente, clasificándose ambas como Moderadamente alcalinas. En estas condiciones puede comenzar a disminuir la disponibilidad de nutrientes como fósforo y boro, además de reducirse progresivamente la

disponibilidad de micronutrientes tales como hierro, manganeso, zinc, cobre y cobalto. Esta situación es particularmente consistente con la UCS TAS-4, donde además se identificó una condición fuertemente calcárea que constituye la principal limitante de capacidad de uso del suelo.

Tabla 3.13-22. Valores promedio e interpretación de pH en las UCS

Unidad Cartográfica de Suelo	pH	Rango de pH
TAS-1	7,10	Neutro
TAS-2	7,50	Débilmente alcalino
TAS-3	7,44	Débilmente Alcalino
TAS-4	8,40	Moderadamente Alcalino
CRR-1	7,20	Neutro
HCA-1	8,15	Moderadamente alcalino

Fuente: GAC

Tabla 3.13-23. Clasificación de pH y posibles efectos en el suelo

Término descriptivo	Rango de pH	Efectos esperables
Ultra ácido	<3,5	Condiciones muy desfavorables.
Extremadamente ácido	3,6 – 4,4	Posible toxicidad por Al.
Muy Fuertemente ácido	4,5 – 5,0	Posible toxicidad por Al.
Fuertemente ácido	5,1 – 5,5	Exceso: Co, Cu, Fe, Mn, Zn. Deficiencia: Ca, K, N, Mg, Mo, P, S. Actividad bacteriana escasa.
Moderadamente ácido	5,6 – 6,0	Adecuado para la mayoría de los cultivos.
Débilmente ácido	6,1 – 6,5	Máxima disponibilidad de nutrientes
Neutro	6,6 – 7,3	Mínimos efectos tóxicos. Bajo pH 7,0 no hay carbonato de calcio

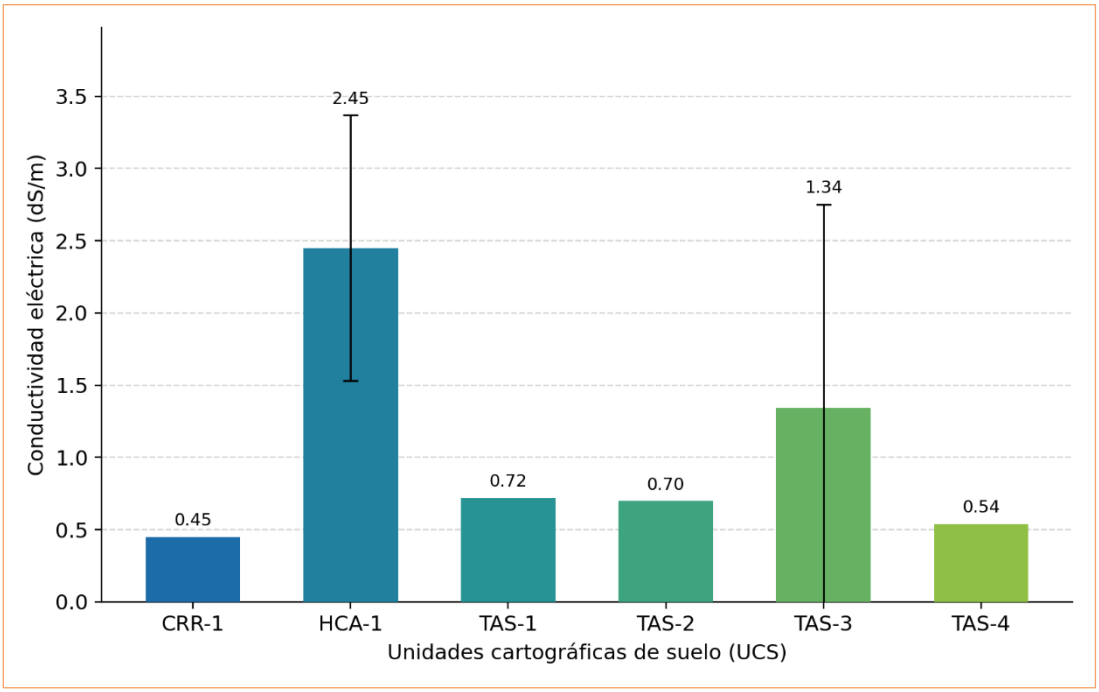
Término descriptivo	Rango de pH	Efectos esperables
Débilmente alcalino	7,4 – 7,8	Suelos generalmente con $CaCO_3$
Moderadamente alcalino	7,9 – 8,4	Disminuye la disponibilidad de P y B. Deficiencia creciente de Co, Cu, Fe, Mn y Zn. Clorosis férrica
Fuertemente alcalino	8,5 – 9,0	En suelos no sódicos puede haber $MgCO_3$. Mayores problemas de clorosis férrica. Toxicidad de B.
Muy fuertemente alcalino	>9,0	Presencia de carbonato sódico. Actividad microbiana escasa. Condiciones muy desfavorables

Fuente: Luzio y Casanova (2006)

Conductividad eléctrica

La Conductividad Eléctrica (CE) determina el contenido de sales presentes en los suelos, siendo considerado un parámetro relevante ya que puede generar condiciones de estrés para las plantas. La Figura 3.13-9 muestra la conductividad eléctrica promedio por cada UCS en el horizonte superficial.

Figura 3.13-9. Conductividad eléctrica de UCS



Fuente: GAC

La clasificación de los valores de conductividad eléctrica se muestra en la Tabla 3.13-24, siguiendo las categorías propuestas por la Pauta para Estudio de Suelo (SAG, 2011, rectificada 2016). De acuerdo con la interpretación, el promedio de las UCS presenta, en términos generales, bajos niveles de sales solubles, predominando condiciones no salinas en la mayor parte del Área de Influencia. Los valores promedio de conductividad eléctrica fluctúan entre 0,45 y 2,45 dS m^{-1}, reflejando una limitada acumulación de sales en el perfil del suelo.

Tabla 3.13-24. Valores promedio e interpretación de la Conductividad eléctrica en las UCS

Unidad Cartográfica de Suelo	Salinidad (dS m^{-1})	Interpretación (SAG, 2011, rectificada 2016
TAS-1	0,72	No Salino
TAS-2	0,70	No Salino
TAS-3	1,34	No Salino
TAS-4	0,54	No Salino
CRR-1	0,45	No Salino
HCA-1	2,45	Ligeramente Salino

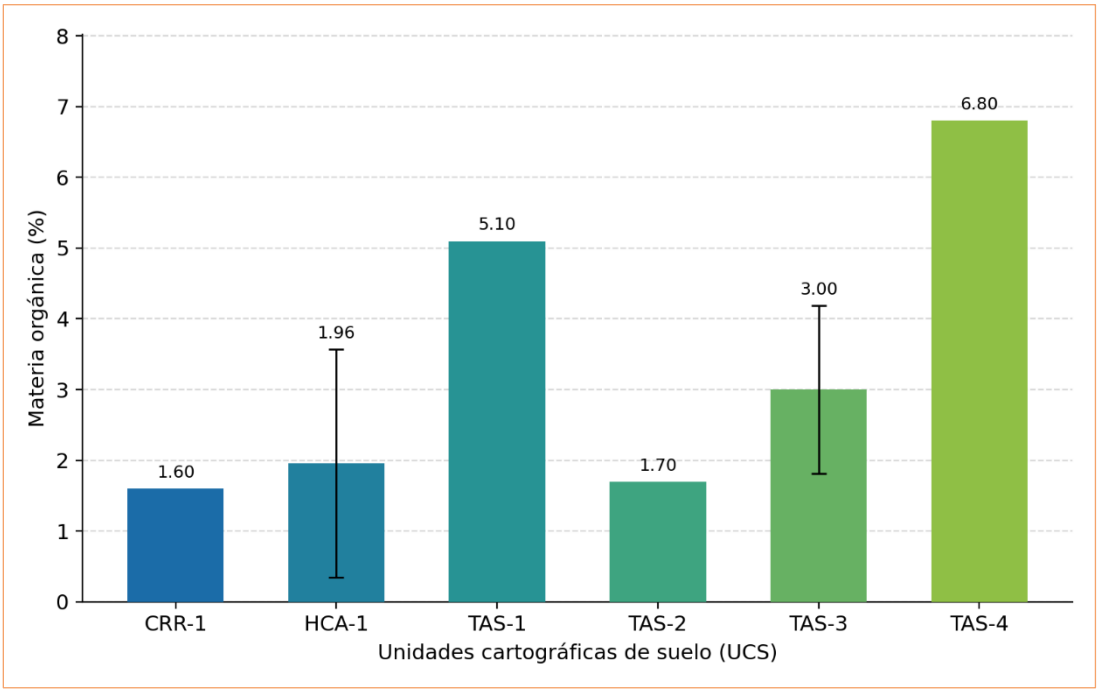
Fuente: GAC

Materia orgánica

La materia orgánica (MO) juega un rol fundamental en la capacidad del suelo de sustentar biodiversidad. Esta constituye un sustrato metabolizable para los microorganismos del suelo, como bacterias, hongos, y otros, que permiten que esta se vaya descomponiendo, mineralizando y fragmentando de acuerdo con su grado de estabilidad. En el proceso, y como consecuencia de la mineralización, se van liberando al medio nutrientes esenciales como nitrógeno y fósforo, que pueden ser aprovechados por las plantas y organismos. Estos procesos son particularmente importantes en los primeros centímetros del suelo, que es donde la rizosfera es más densa.

De acuerdo con la interpretación basada en Sierra (2003), los contenidos de materia orgánica observados en las Unidades Cartográficas de Suelo (UCS) del Área de Influencia presentan una variabilidad importante, con valores promedio que fluctúan entre 1,60% y 6,80%. Las UCS TAS-1 y TAS-4 registran los contenidos más elevados, con 5,10% y 6,80%, respectivamente, clasificándose como Altos. Estas condiciones sugieren una mayor capacidad para almacenar nutrientes y favorecer procesos ecosistémicos asociados al suelo. En contraste, las UCS TAS-2, TAS-3, CRR-1 y HCA-1 presentan contenidos entre 1,60% y 3,00%, clasificados como Bajos, lo que refleja una menor acumulación de materia orgánica y una capacidad más limitada para sostener procesos biológicos intensos.

Figura 3.13-10. Materia orgánica por horizonte de cada UCS



Fuente: GAC

La clasificación de los valores observados se muestra en la Tabla 3.13-25, siguiendo las categorías propuestas por Sierra (2003).

Tabla 3.13-25. Valores promedio e interpretación de la Materia orgánica en las UCS

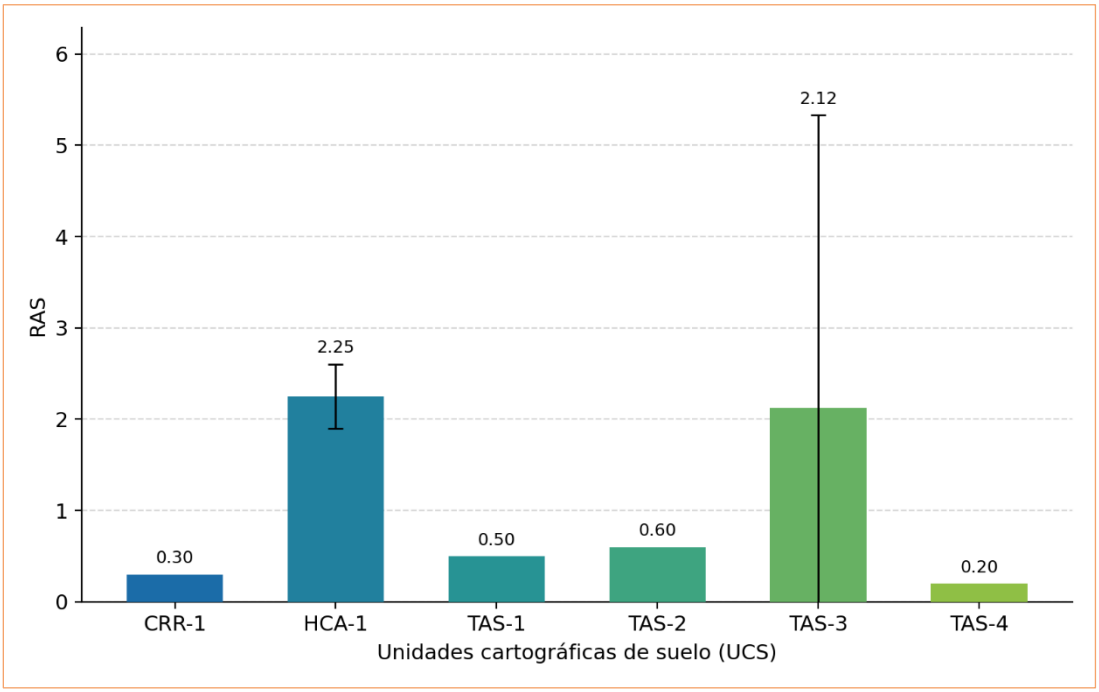
Unidad Cartográfica de Suelo	Materia orgánica (%)	Interpretación basada en Sierra (2003)
TAS-1	5,10	Alto
TAS-2	1,70	Bajo
TAS-3	3,00	Bajo
TAS-4	6,80	Alto
CRR-1	1,60	Bajo
HCA-1	1,96	Bajo

Fuente: GAC

Relación de adsorción de sodio

La Relación de Adsorción de Sodio (RAS) determina la presencia del sodio en comparación a otros cationes (Ca y Mg). El sodio además de estar presente en el suelo como sal, actúa como un dispersante de las partículas del suelo, por lo que altos contenidos de este elemento puede afectar las características físicas de suelo, alterando las propiedades de los agregados y reduciendo la permeabilidad de agua y aire (Luzio y Casanova, 2006). La Figura 3.13-11 muestra los valores de la relación de adsorción de sodio promedio por cada UCS.

Figura 3.13-11. Relación de Adsorción de sodio (RAS) por horizonte de cada UCS



Fuente: GAC

La clasificación de los valores observados se muestra en la Tabla 3.13-26, siguiendo las categorías indicadas en la Pauta para Estudio de Suelo (SAG, 2011, rectificada 2016). De acuerdo con los resultados obtenidos, todas las UCS presentan rangos de RAS en niveles “No Sódico”.

Tabla 3.13-26. Valores promedio e interpretación de la Relación de Adsorción de sodio (RAS) en las UCS

Unidad Cartográfica de Suelo	Sodicidad (RAS)	Interpretación basada en SAG (2011, rectificada 2016)
TAS-1	0,50	No sódico
TAS-2	0,60	No sódico

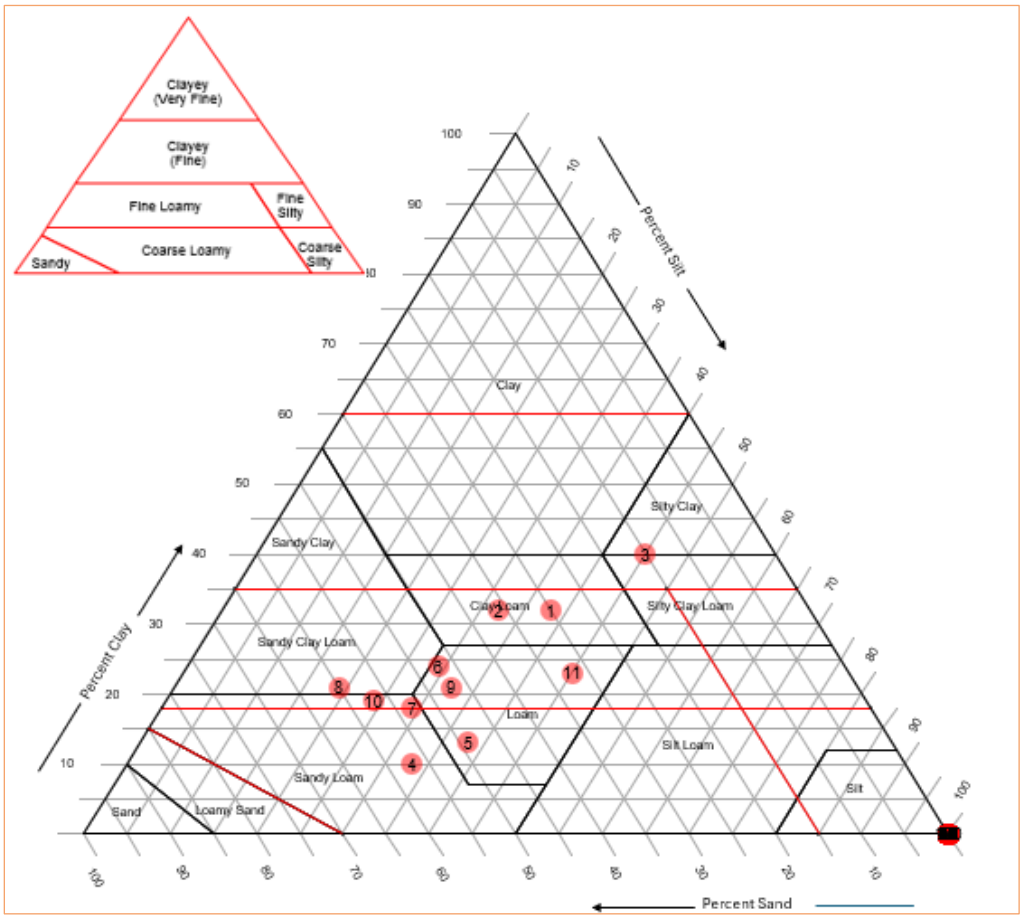
Unidad Cartográfica de Suelo	Sodicidad (RAS)	Interpretación basada en SAG (2011, rectificada 2016)
TAS-3	2,12	No sódico
TAS-4	0,20	No sódico
CRR-1	0,30	No sódico
HCA-1	2,25	No sódico

Fuente: GAC

Clase textural

La Figura 3.13-12 muestra la clase textural a través del triángulo textural a partir de los porcentajes de arena, limo y arcilla en cada punto de muestreo. Cada calicata está representada en el triángulo de acuerdo con su numeración.

Figura 3.13-12. Clase textural por punto de muestreo



Fuente: GAC

La clasificación de los valores observados se muestra en la Tabla 3.13-27, siguiendo las categorías indicadas en la Pauta para Estudio de Suelo (SAG, 2011, rectificada 2016).

Tabla 3.13-27. Textura y Clase textural en las calicatas

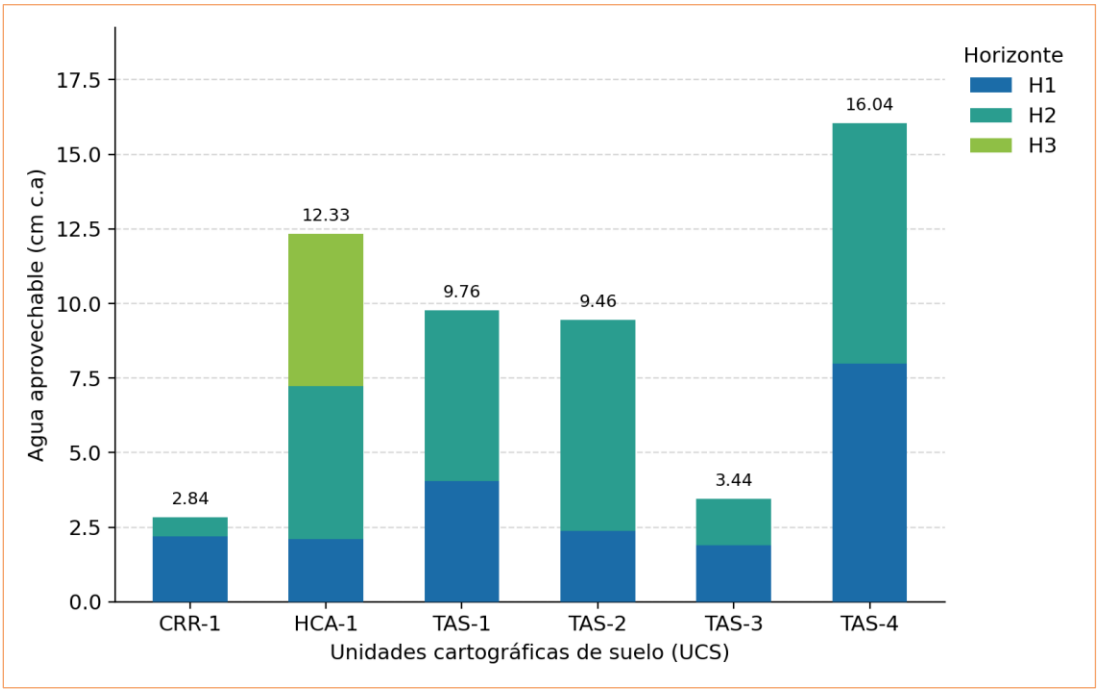
Punto de muestreo	Unidad Cartográfica de Suelo	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Clase textural (SAG 2011, rectificada 2016)
C-01	TAS-3	32	38	30	Fco.Arcillosa
C-02	TAS-3	32	32	36	Fco.Arcillosa
C-03	TAS-1	40	45	15	Fco.Arc.Limosa
C-04	TAS-3	10	33	57	Fco.Arenosa
C-05	HCA-1	13	38	49	Franca
C-06	TAS-2	24	29	47	Franca
C-07	HCA-1	18	29	53	Fco.Arenosa
C-08	CRR-1	21	19	60	Fco.Arc.Arenosa
C-09	TAS-3	21	32	47	Franca
C-10	TAS-3	19	24	57	Fco.Arenosa
C-11	TAS-4	23	45	32	Franca

Fuente: GAC

Agua aprovechable

La Figura 3.13-13 muestra el agua aprovechable promedio en las UCS por horizonte. En la Tabla 3.13-28 se presentan los promedios de agua aprovechable para cada UCS, mientras que en la Tabla 3.13-29, se presentan los parámetros empleados para su cálculo en cada punto de muestreo según la metodología planteada por Sandoval *et al*. (2011).

Figura 3.13-13. Agua aprovechable promedio de cada UCS



Fuente: GAC

La interpretación de los valores observados se muestra en la Tabla 3.13-28, de acuerdo con las categorías indicadas en la Pauta para Estudio de Suelo (SAG, 2011, rectificada 2016).

Tabla 3.13-28. Valores promedio e interpretación del Agua Aprovechable en las UCS

Unidad Cartográfica de Suelo	Agua Aprovechable (cm c.a.)	Interpretación (SAG, 2011, rectificada 2016)
TAS-1	9,76	Regular
TAS-2	9,46	Pobre
TAS-3	3,44	Muy Pobre
TAS-4	16,04	Buena
CRR-1	2,84	Muy Pobre
HCA-1	12,33	Buena

Fuente: GAC

Tabla 3.13-29. Parámetros para el cálculo de Agua Aprovechable por horizonte

Punto de muestreo	Horizonte	Análisis Físicos					Cálculo Agua Aprovechable				
		Profundidad de muestreo	Capacidad de Campo	Punto de Marchitez Permanente	Humedad Aprovechable	Densidad Aparente	Profundidad horizonte (Z)	Pedregosidad	Cálculo Agua Aprovechable Horizonte	Agua Aprovechable en el perfil	Condición de Agua Aprovechable
		cm	(% a 0,3 bar)	(% a 15 bar)	(%)	(gr/cc)	(cm)	(%)	cm c.a.	cm c.a.	SAG (2011, rectificada 2016)
C01	H1	0-28	26,70	14,80	11,90	1,03	28	8	3,16	4,97	Muy Pobre
	H2	28-47	17,20	8,30	8,90	1,19	19	10	1,81		
C02	H1	0-25	20,90	9,90	11,00	1,21	25	3	3,23	3,23	Muy Pobre
C03	H1	0-33	26,90	14,50	12,50	0,98	33	0	4,04	9,76	Regular
	H2	33-68	27,00	13,70	13,40	1,22	35	0	5,72		
C04	H1	0-30	6,10	3,00	3,10	1,20	30	2	1,09	1,09	Muy Pobre
C05	H1	0-30	16,80	6,20	10,60	1,24	30	0	3,94	8,59	Pobre
	H2	30-85	10,20	3,70	6,50	1,30	55	0	4,65		
C06	H1	0-30	17,10	9,50	7,60	1,16	30	10	2,38	9,46	Pobre
	H2	30-58	44,40	21,00	23,40	1,08	28	0	7,08		
C07	H1	0-18	13,40	6,60	6,80	1,13	18	0	1,38	16,07	Buena
	H2	18-56	33,80	11,90	21,90	0,99	38	0	8,24		
	H3	56-100	32,00	18,80	13,20	1,11	44	0	6,45		
C08	H1	0-28	11,60	6,10	5,50	1,42	28	0	2,19	2,84	Muy Pobre
	H2	28-47	13,60	5,90	7,70	1,12	19	60	0,66		
C09	H1	0-13	16,00	6,70	9,30	1,25	13	2	1,48	3,90	Muy Pobre
	H2	13-39	15,30	7,20	8,10	1,15	26	0	2,42		
C10	H1	0-35	23,10	12,20	10,90	1,17	35	10	4,02	4,02	Muy Pobre
C11	H1	0-35	39,80	16,50	23,30	0,98	35	0	7,99	16,04	Buena
	H2	35-81	27,30	12,20	15,10	1,22	46	5	8,05		

Fuente: GAC

3.13.5.5 Capacidad de uso de suelos (CUS)

La Capacidad de Uso de Suelos (CUS) fue determinada conforme a los criterios establecidos en la "Pauta para el Estudio de Suelos" del SAG (2011, rectificada 2016).

De acuerdo con los resultados obtenidos, la mayoría de la superficie dentro del Área de Influencia se corresponden a sectores urbanizados o fuertemente intervenidos, donde las características naturales del suelo han sido modificadas por infraestructura vial, actividades industriales y desarrollos urbanos, impidiendo su clasificación bajo los criterios convencionales de capacidad de uso agrícola. Estas superficies abarcan 247,24 ha, equivalentes al 72,26% del área total. En consecuencia, la evaluación de la CUS se concentra en el 27,74% restante del Área de Influencia, correspondiente a los sectores que aún conservan propiedades edáficas naturales.

Dentro de los suelos que aún conservan sus características, predomina ampliamente la CUS VIs8, con una superficie de 71,49 ha (20,90% del Área de Influencia). Esta clase se encuentra representada por la UCS TAS-3 y corresponde a suelos cuya principal limitante es una condición de agua aprovechable muy pobre, asociada a la escasa profundidad efectiva y a la presencia de duripanes silícicos desarrollados sobre materiales volcánicos de la Serie Pudahuel. Estas condiciones restringen significativamente la capacidad de almacenamiento de agua y limitan el desarrollo radicular, condicionando tanto el potencial productivo como la capacidad del suelo para sostener vegetación en períodos prolongados de déficit hídrico.

En menor proporción se identifican las clases VIs17 (15,19 ha; 4,44%), IVs2 (4,20 ha; 1,23%), VIs2 (2,01 ha; 0,59%), Vw4 (1,60 ha; 0,47%) y IIIs1 (0,42 ha; 0,12%). La clase VIs17 corresponde a sectores donde la principal limitante está dada por la condición fuertemente calcárea del perfil, mientras que las clases IVs2 y VIs2 se asocian a restricciones derivadas de la pendiente, observándose en relieves fuertemente ondulados y de lomajes. Por su parte, la clase Vw4 se desarrolla en los sectores con características hídricas vinculadas al río Mapocho y al estero Colina, donde el drenaje deficiente constituye la principal limitación para el uso del suelo. Finalmente, la clase IIIs1 se restringe a un sector muy localizado donde el duripán se encuentra a mayor profundidad, permitiendo un mayor desarrollo efectivo del perfil y una mejor disponibilidad de agua respecto de las restantes unidades.

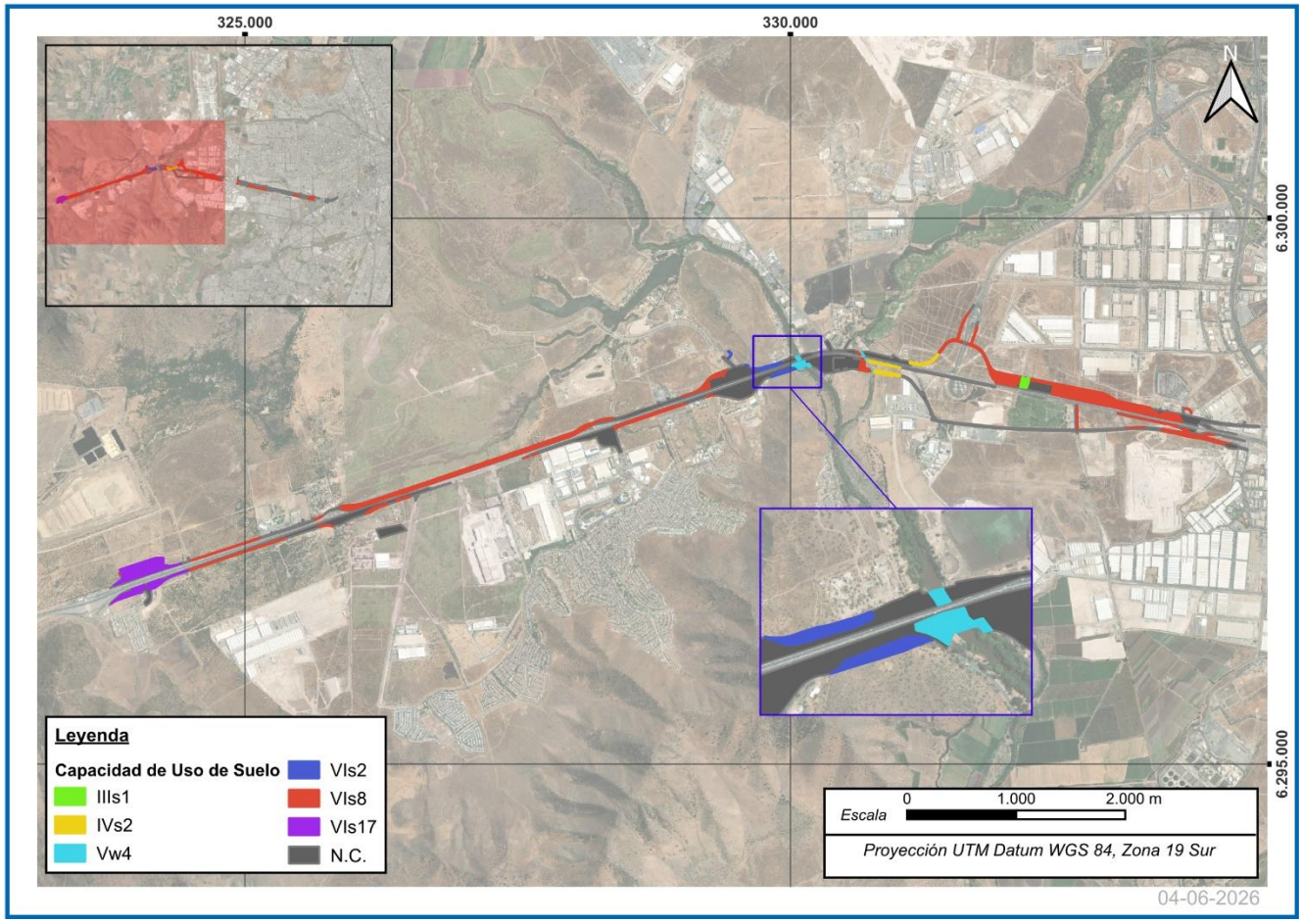
En términos generales, los resultados muestran que las limitaciones que condicionan la capacidad de uso de los suelos naturales del Área de Influencia están dominadas principalmente por factores físicos, particularmente la baja disponibilidad de agua aprovechable, la escasa profundidad efectiva asociada a la presencia de duripan, las restricciones de drenaje en los sectores hídricos y, de manera localizada, las limitaciones derivadas de la pendiente y de la presencia de carbonatos. No se identifican suelos Clase I o II y la presencia de suelos Clase III es marginal, representada únicamente por una pequeña unidad aislada que no presenta uso agrícola actual y que se encuentra inserta en un entorno predominantemente industrial. En consecuencia, los suelos naturales presentes en el Área de Influencia corresponden mayoritariamente a terrenos con aptitud agrícola restringida, donde las limitaciones físicas predominan sobre las químicas en la definición de su capacidad de uso. La distribución de la CUS se puede observar en la Tabla 3.13-30.

Tabla 3.13-30. Capacidad de Uso de Suelos en el Área de influencia

Capacidad de Uso de Suelos	Superficie (ha)	Proporción (%)
IIIs1	0,42	0,12
IVs2	4,20	1,23
VIs2	2,01	0,59
VIs8	71,49	20,90
VIs17	15,19	4,44
Vw4	1,60	0,47
N.C.	247,24	72,26

Fuente: GAC

Figura 3.13-14. Capacidad de uso de suelos (CUS) en el Área de influencia



Fuente: GAC

3.13.5.6 Capacidad de sustentar biodiversidad (CSB)

A partir de la información presentada en los acápites anteriores, se determinó la CSB aplicando los criterios de la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025). Para efectos de asignar una clase de CSB a la Unidad Modificado, se consideró una categoría Muy Baja, en tanto la remoción, compactación e impermeabilización del suelo asociados a usos urbanos e industriales eliminan de forma efectiva su capacidad de sustentar biodiversidad. La información para contrastar los parámetros puede ser revisada en el Apéndice 1. Caracterización fisicoquímica y morfológica del suelo.

Tabla 3.13-31. Criterios para estimar la Capacidad de sustentar biodiversidad por calicata

Calicata	Profundidad	Pendiente	Pedregosidad superficial	Agua aprovechable	Pedregosidad sub-superficial	Erosión	Salinidad	Sodicidad	Carácter calcáreo
C-01	Leve	Ninguna	Ninguna	Muy significativa	Ninguna	Leve	Ninguna	Ninguna	Ninguna
C-02	Significativa	Ninguna	Ninguna	Muy significativa	Ninguna	Leve	Ninguna	Ninguna	Ninguna
C-03	Leve	Ninguna	Ninguna	Leve	Ninguna	Leve	Ninguna	Ninguna	Ninguna
C-04	Significativa	Ninguna	Ninguna	Muy significativa	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
C-05	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Significativa	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Leve
C-06	Leve	Leve	Ninguna	Significativa	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
C-07	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
C-08	Leve	Significativa	Leve	Muy significativa	Ninguna	Significativa	Ninguna	Ninguna	Ninguna
C-09	Significativa	Ninguna	Ninguna	Muy significativa	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
C-10	Significativa	Ninguna	Ninguna	Muy significativa	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Significativa
C-11	Leve	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Significativa

Fuente: GAC

Según lo anterior, el número y nivel de las limitantes presentes por calicata, y que determinaron la CSB, se presentan en la Tabla 3.13-32.

Tabla 3.13-32. Número de limitantes que definen la Capacidad de sustentar biodiversidad por calicata

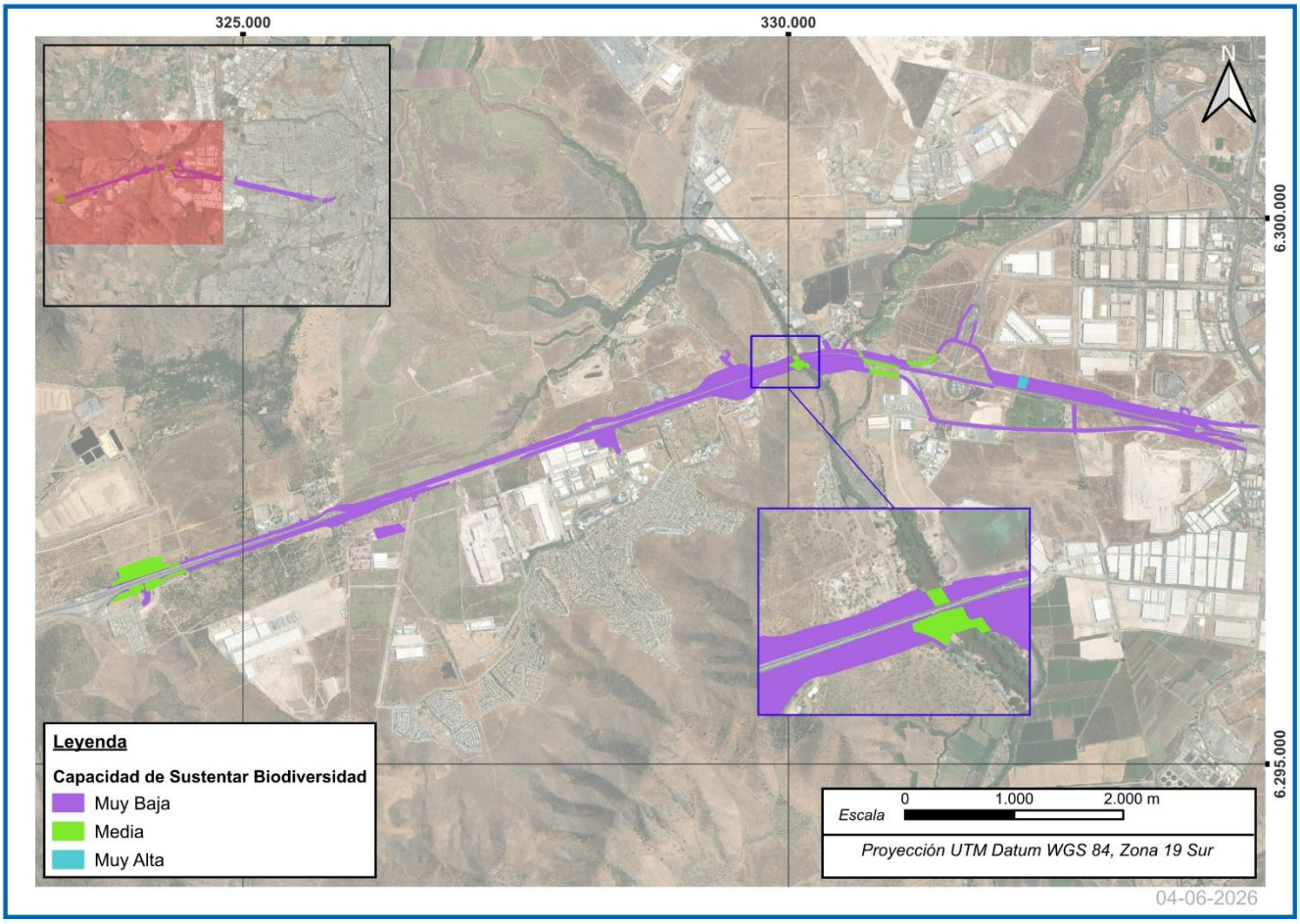
Calicata	N° de Limitantes Leves	N° de Limitantes Significativa	N° de Limitantes Muy significativa	CSB
C-01	2	0	1	Muy baja
C-02	1	1	1	Muy baja
C-03	2	0	0	Muy Alta
C-04	0	1	1	Muy baja
C-05	1	1	0	Media
C-06	2	1	0	Media
C-07	0	0	0	Muy Alta
C-08	2	1	1	Muy baja
C-09	0	1	1	Muy baja
C-10	0	2	1	Muy baja
C-11	1	1	0	Media

Fuente: GAC

En el Área de Influencia (AI) predominan los suelos con Capacidad para Sustentar Biodiversidad (CSB) Muy Baja, categoría que comprende las UCS TAS-3 y CRR-1, además de la unidad Modificado, y abarca 320,75 ha (93,74% del AI). La mayor parte de esta superficie se concentra en TAS-3 y Modificado. En las UCS TAS-3 y CRR-1, los puntos de muestreo representativos presentan al menos una limitante muy significativa, como profundidad efectiva muy escasa, erosión severa o disponibilidad de agua aprovechable muy baja. Estas restricciones reducen la funcionalidad ecológica del suelo y su capacidad para sostener comunidades biológicas.

Por su parte, las UCS TAS-2, TAS-4 y HCA-1 presentan una CSB Media y abarcan, en conjunto, 20,99 ha (6,13% del AI). La UCS TAS-1 presenta la condición más favorable, con una CSB Muy Alta y una superficie de 0,42 ha (0,12% del AI), asociada a una mayor profundidad efectiva del suelo por la presencia del duripán a mayor profundidad y a la ausencia de limitantes significativas. La distribución de la CSB en el Área de influencia se muestra en la Figura 3.13-15.

Figura 3.13-15. Capacidad de sustentar biodiversidad (CSB) en el Área de influencia



Fuente: GAC

3.13.5.7 Erosión actual y Susceptibilidad a procesos erosivos

Erosión actual

A partir la información presentada en los acápites anteriores, se determinó la Erosión actual y la Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos (o Riesgo) aplicando los criterios de la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011, rectificada 2016) y la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025). La información para contrastar los parámetros puede ser revisada en el Apéndice 1. Caracterización fisicoquímica y morfológica del suelo.

Los resultados indican que una proporción importante del Área de Influencia corresponde a superficies intervenidas, las cuales abarcan 247,24 ha, equivalentes al 72,26% del área total. En los sectores que conservan características naturales del suelo predominan las condiciones de erosión ligera, con 75,79 ha (22,15% del Área de Influencia), seguidas por áreas con erosión moderada que representan 15,52 ha (4,54%). Por su parte, las superficies con erosión severa abarcan 2,01 ha (0,59%), mientras que los sectores sin evidencias aparentes de erosión corresponden a 1,60 ha (0,47%). En términos generales, estos resultados reflejan un estado de conservación relativamente favorable, donde los procesos erosivos observados son predominantemente de baja intensidad y se encuentran condicionados por la escasa pendiente que caracteriza gran parte del Área de emplazamiento del Proyecto.

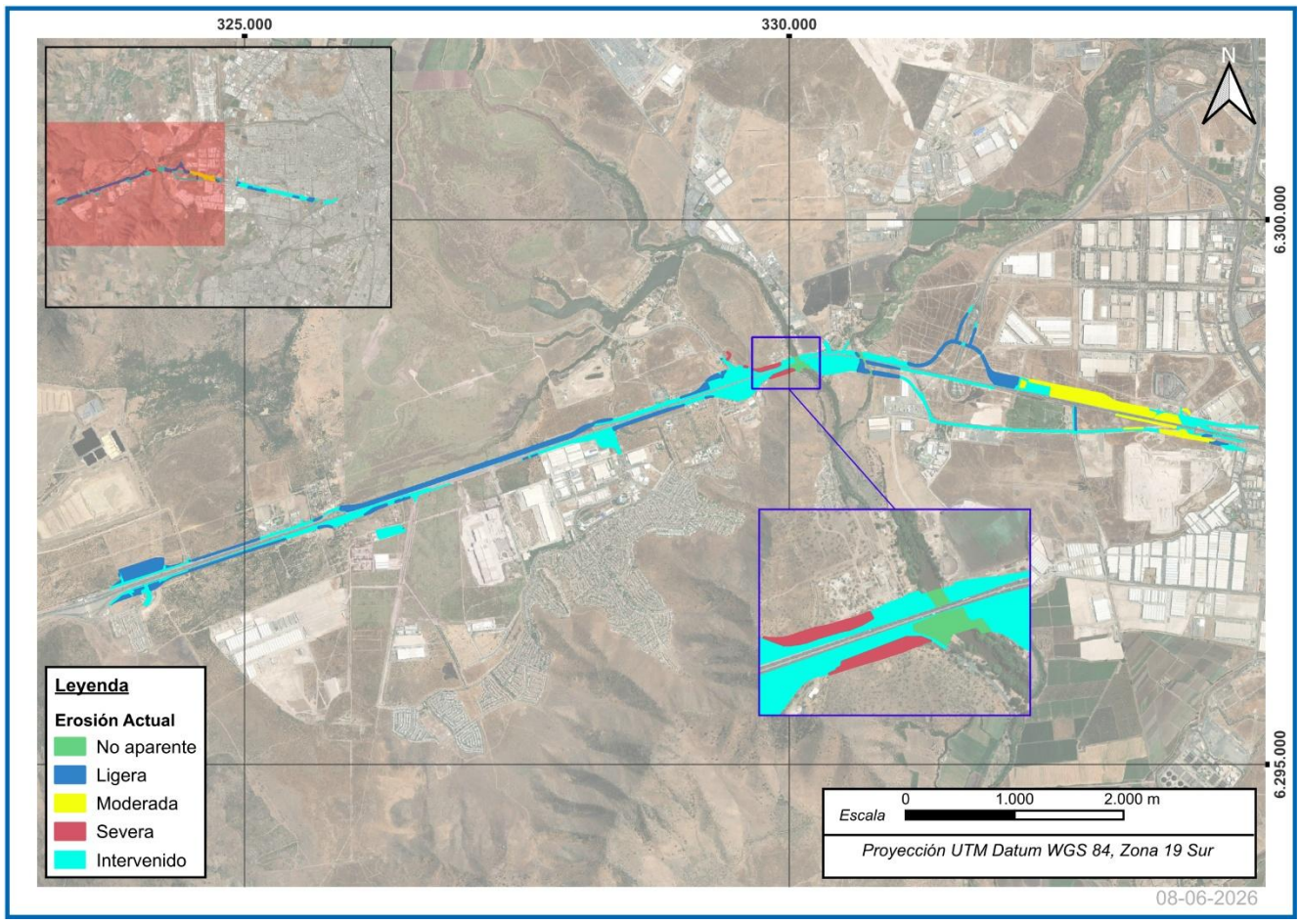
Los procesos de mayor intensidad se concentran en la unidad de cerros (CRR-1), donde las pendientes cercanas al 19% favorecen el desarrollo de canalículos generalizados, pequeñas zanjas y evidencias de erosión laminar severa, observándose una mayor remoción del material superficial y exposición del material parental. No obstante, debido a la reducida extensión de esta unidad dentro del Área de Influencia, estos procesos presentan un carácter localizado y no representan la condición dominante de los suelos evaluados. En la Registro fotográfico 3-4 se muestran registros fotográficos de los indicadores de erosión en el AI.

Registro fotográfico 3-4. Indicadores de erosión en el AI



Fuente: GAC

Figura 3.13-16. Erosión actual determinada en terreno en el Área de influencia



Fuente: GAC

Susceptibilidad a procesos erosivos

Los resultados de la modelación indican que el Área de Influencia se encuentra dominada por superficies intervenidas, las cuales abarcan 256,87 ha, equivalentes al 75,07% del área total. En los sectores que conservan características naturales del suelo, predomina la categoría de Riesgo Medio de activación de procesos erosivos, con una superficie de 82,15 ha (24,01%), seguida por áreas con Riesgo Alto que representan 1,76 ha (0,51%). Por su parte, la categoría de Riesgo Bajo se restringe a 1,38 ha (0,40%), asociada en su totalidad a la unidad Humedal-Cuerpo de Agua (HCA-1), en los sectores aledaños al río Mapocho y el estero Colina. Estos resultados reflejan que, si bien los suelos presentes en el Área de Influencia presentan una erodabilidad relativamente elevada debido a su escasa profundidad efectiva por la presencia frecuente de duripanes silícicos cercanos a la superficie, la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos se ve atenuada por las condiciones topográficas predominantes, caracterizadas por pendientes bajas en gran parte del área.

La agresividad climática fue clasificada como Media a partir del Índice de Fournier calculado utilizando los últimos diez años completos de información de la estación meteorológica Pudahuel de la Dirección Meteorológica de Chile. Esta condición, sumada al predominio de pendientes inferiores al 5% en la mayoría del AI, limita la generación de escorrentía superficial concentrada y reduce el potencial de desarrollo de procesos

erosivos intensos. En contraste, las áreas clasificadas con Riesgo Alto se concentran principalmente en la unidad de cerros (CRR-1), que reúne el 73,9% de la superficie con esta clasificación (1,30 de 1,76 ha), donde las pendientes cercanas al 19% favorecen una mayor movilización de partículas y el desarrollo de canalículos, zanjas y erosión laminar.

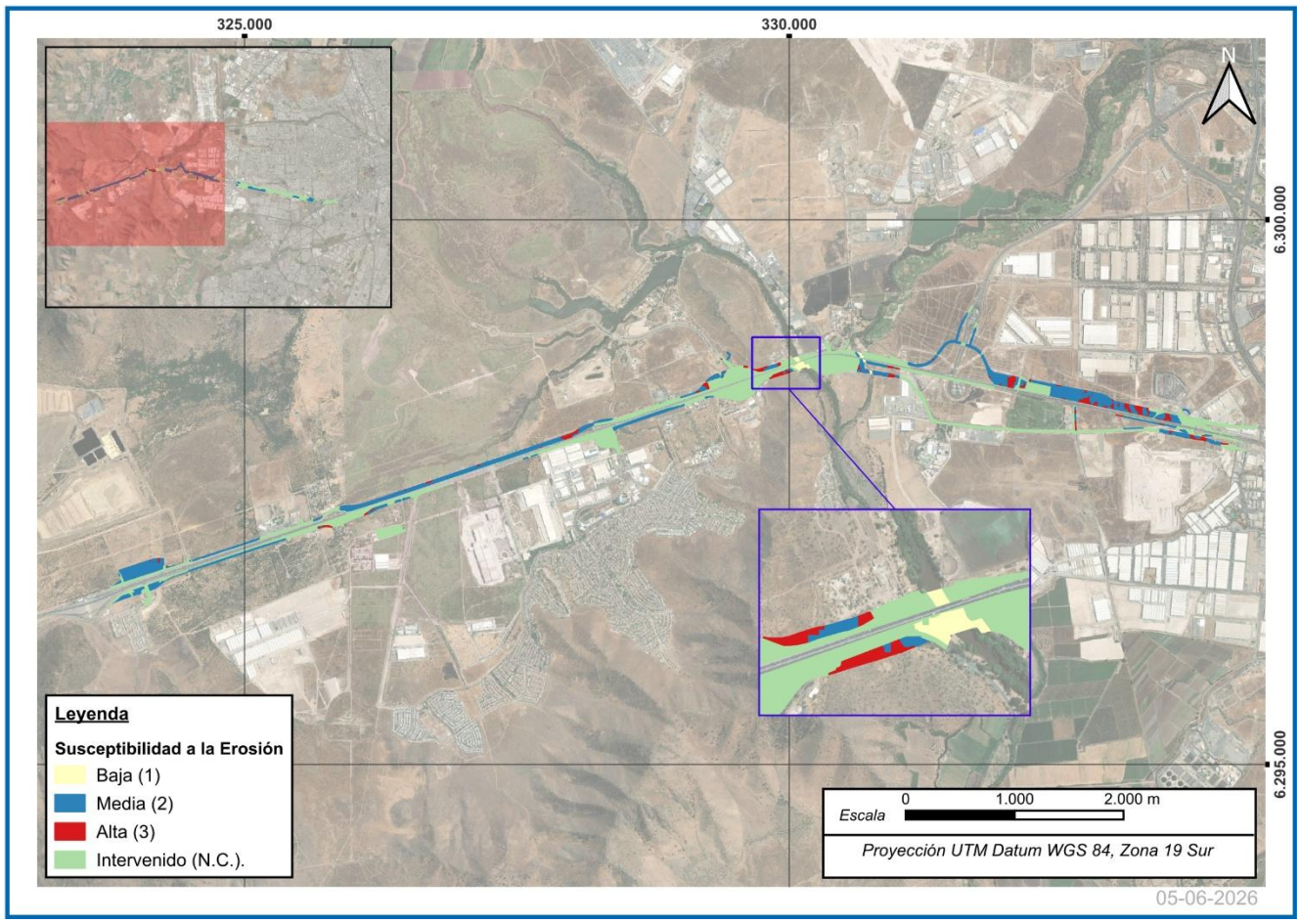
En términos generales, los resultados del modelo reflejan que la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos en el Área de Influencia es predominantemente Media (Tabla 3.13-33), aumentando localmente en aquellos sectores donde las condiciones topográficas incrementan el potencial de degradación del suelo.

Tabla 3.13-33. Distribución de la Susceptibilidad a procesos erosivos en el AI

Clase de Riesgo de erosión	Superficie (ha)	Proporción (%)
Baja (1)	1,38	0,40
Media (2)	82,15	24,01
Alta (3)	1,76	0,51
Intervenido (N.C.)	256,87	75,07

Fuente: GAC

Figura 3.13-17. Susceptibilidad a procesos erosivos en el Área de Influencia



Fuente: GAC

3.13.5.8 Caracterización y delimitación del Suelo Hídrico

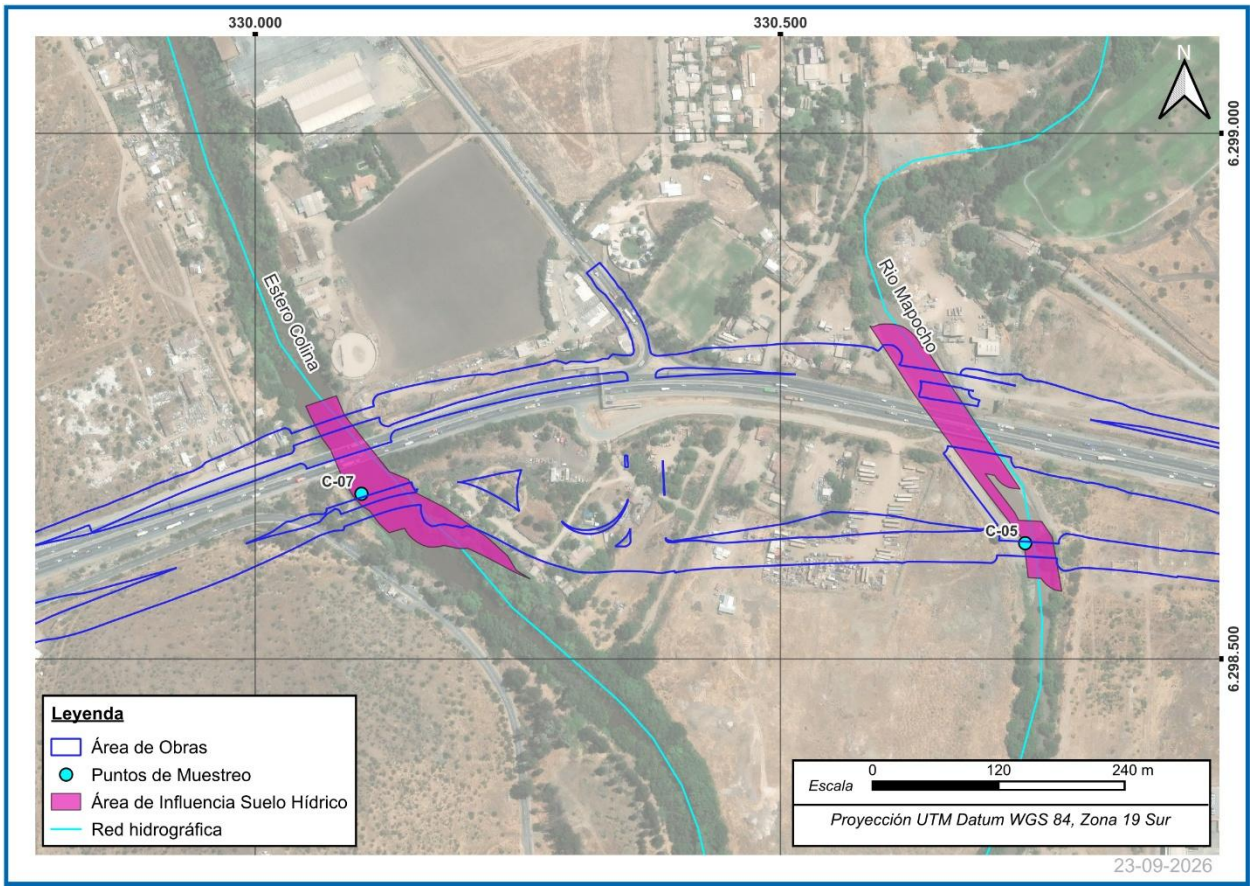
El suelo hídrico constituye uno de los componentes fundamentales de los ecosistemas de humedal, ya que refleja la influencia prolongada o recurrente del agua sobre los procesos de formación del suelo. De acuerdo con la Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA (SEA, 2023), estos suelos se desarrollan bajo condiciones de saturación o inundación que generan ambientes anaeróbicos y favorecen procesos de reducción, los cuales se expresan mediante características hidromórficas diagnósticas, tales como colores gley, rasgos redoximórficos, acumulaciones de materia orgánica y otras evidencias asociadas a la presencia permanente o periódica del agua. Estas propiedades permiten diferenciar los suelos hídricos de otros tipos de suelos y constituyen elementos clave para la identificación y delimitación de humedales.

En el marco de la evaluación ambiental, el suelo hídrico corresponde a un objeto de protección específico y, por lo tanto, presenta su propia Área de Influencia, la cual se define en función de las obras, acciones y potenciales efectos del Proyecto sobre aquellos sectores que efectivamente presentan características de suelo hídrico. En el caso del presente Proyecto, las intervenciones asociadas a la ampliación de los puentes sobre el río Mapocho y el estero Colina determinan la necesidad de evaluar las condiciones edáficas de estos

ambientes, dado que corresponden a los únicos sectores donde podrían generarse interacciones directas con suelos influenciados por la dinámica hídrica de los cauces.

Con el objetivo de caracterizar estos ambientes, se excavaron dos calicatas, correspondientes a los puntos C-05 y C-07 (mayor detalle de la descripción se presenta en el Apéndice 1 - Descripción de suelo y resultados de laboratorio), ubicados en las proximidades del río Mapocho y del estero Colina, respectivamente (Figura 3.13-18). Cabe señalar que los sectores aledaños a la Ruta 68 en ambos cauces presentan un importante grado de intervención antrópica, asociado al desarrollo de infraestructura vial y actividades, situación que ha modificado parcialmente las condiciones naturales de los humedales y de los suelos asociados. En este contexto, la evaluación de los perfiles permitió determinar la presencia y expresión de indicadores de suelo hídrico, así como identificar el grado en que estos ambientes conservan las características propias de un ecosistema de humedal.

Figura 3.13-18. Área de Influencia Suelo hídrico



Fuente: GAC.

La calicata C-05 fue excavada en un sector asociado al río Mapocho, con el objetivo de evaluar la presencia y condición de suelo hídrico en el área potencialmente influenciada por las obras de ampliación del puente existente. Durante la inspección de terreno se constató que tanto el cauce como los terrenos aledaños

presentan un alto grado de intervención antrópica. En particular, se observó una importante acumulación de residuos y escombros dentro del cauce, así como modificaciones del terreno en los sectores contiguos, asociadas al desarrollo de infraestructura vial y a la habilitación de caminos de acceso (Registro fotográfico 3-5).

Las características observadas en el perfil sugieren que el suelo original ha sido alterado mediante la incorporación o depósito de materiales sobre la superficie natural, situación que dificulta la expresión de los rasgos típicos de un suelo hídrico. En efecto, el perfil presenta escasas evidencias morfológicas de hidromorfismo en los horizontes superficiales; sin embargo, a partir de los 30 cm de profundidad se observaron moteados finos abundantes, los cuales constituyen indicadores de procesos de oxidación-reducción asociados a condiciones periódicas de saturación. Desde el punto de vista físico-químico, el suelo se clasifica como No Salino y No Sódico, mientras que su contenido de materia orgánica alcanza un valor de 0,82%, correspondiente a una condición baja. En conjunto, estos antecedentes indican que el sector conserva evidencias de influencia hídrica en profundidad, aunque las características naturales del perfil se encuentran parcialmente enmascaradas por las modificaciones antrópicas que han afectado el suelo original.

Registro fotográfico 3-5. Paisaje y perfil caracterizado en C-05



Fuente: GAC

La calicata C-07 fue excavada en un sector asociado al estero Colina, con el objetivo de caracterizar las condiciones de suelo hídrico presentes en el área potencialmente influenciada por las obras de ampliación del puente existente. A diferencia de lo observado en el sector del río Mapocho, este sitio presentó un menor nivel de intervención antrópica, permitiendo una mejor conservación de las características naturales del suelo y una expresión más evidente de los indicadores asociados a condiciones de saturación (Registro fotográfico 3-6).

En el perfil se observaron coloraciones gley de tonalidad pardo azulado muy oscuro desde los 18 cm de profundidad, además de moteados presentes desde la superficie. Asimismo, durante la descripción del perfil se constató olor a ácido sulfhídrico, rasgo característico de ambientes reducidos donde predominan condiciones anaeróbicas producto de la saturación prolongada del suelo. Estos antecedentes constituyen indicadores diagnósticos de hidromorfismo y evidencian la influencia permanente o periódica del agua sobre el perfil edáfico. Desde el punto de vista físico-químico, el suelo fue clasificado como ligeramente salino y no sódico, mientras que el contenido de materia orgánica alcanzó un valor de 3,10%, superior al observado en el punto C-05. En conjunto, los antecedentes recopilados permiten concluir que este sector conserva de mejor manera las características propias de un suelo hídrico, presentando evidencias claras de procesos de reducción asociados a la dinámica hídrica del estero Colina.

Registro fotográfico 3-6. Paisaje y perfil caracterizado en C-07



Fuente: GAC

3.13.5.9 Análisis de los efectos del Cambio Climático sobre el componente Suelo

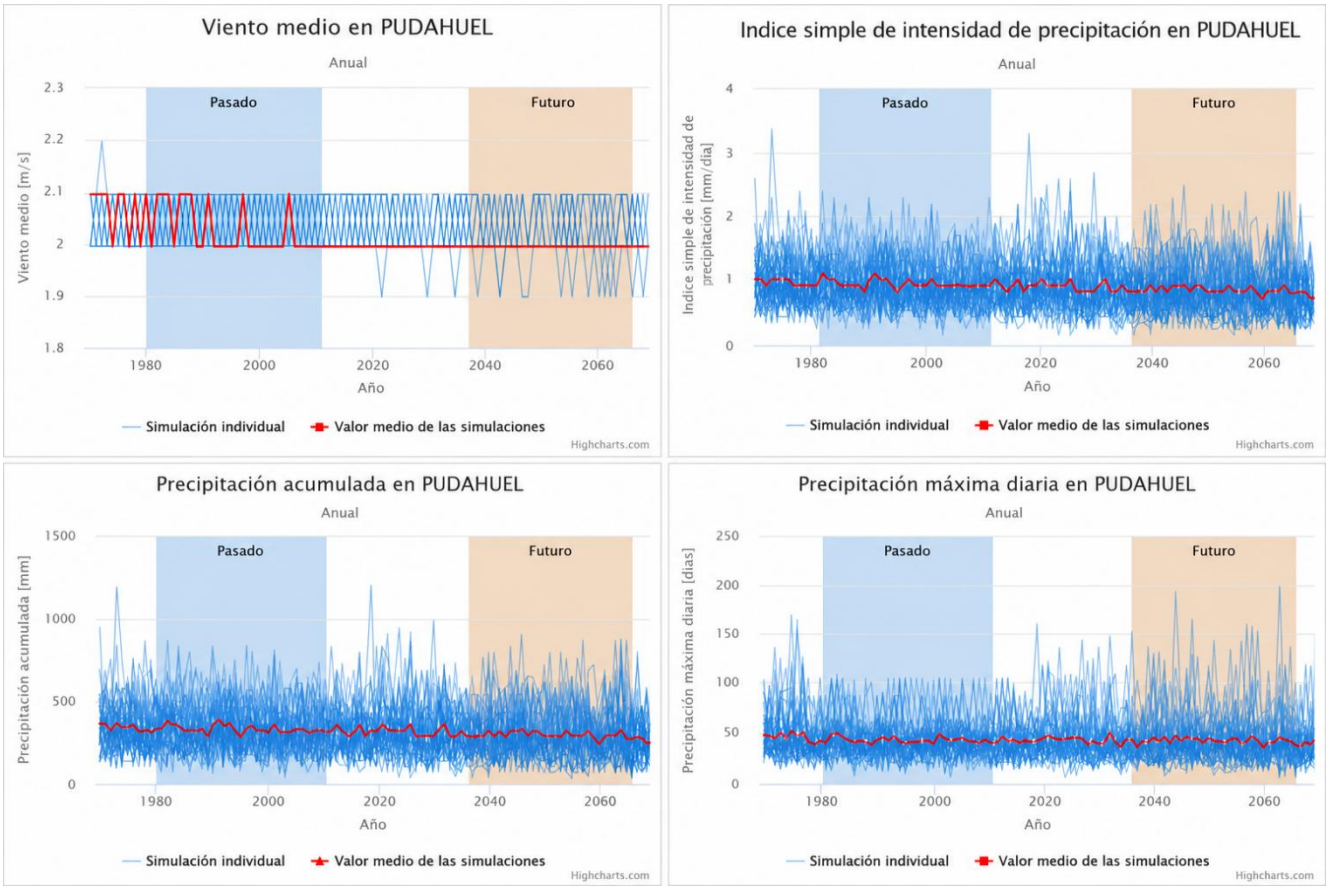
Amenazas Climáticas

El análisis de amenazas climáticas para el Área de Influencia se realizó a partir de las proyecciones obtenidas desde la plataforma ARClim bajo el escenario de emisiones SSP5-8.5, considerando variables clave como temperatura media, precipitación máxima diaria, precipitación anual, índice simple de intensidad de precipitación y velocidad media del viento. Estas variables permiten evaluar los potenciales cambios en los factores climáticos que inciden en la dinámica y estabilidad del suelo.

En términos de contexto climático general, las proyecciones para la comuna de Pudahuel bajo el escenario futuro analizado muestran un aumento de la temperatura media desde 14,72 °C a 16,49 °C, equivalente a un incremento de 1,76 °C. Este aumento podría favorecer una mayor evapotranspiración potencial y una

reducción de la humedad disponible en el suelo durante los períodos secos. Sin embargo, si bien estas condiciones pueden influir en algunos procesos edáficos y en la disponibilidad hídrica para la vegetación, su efecto sobre la activación directa de procesos erosivos es secundario respecto de variables como la precipitación y la pendiente del terreno.

Figura 3.13-19. Variación de los valores medios entre los escenarios Presente y Futuros



Fuente: ARClim, 2026.

En relación con las precipitaciones, se observa una disminución de la precipitación anual desde 342,01 mm a 305,28 mm, lo que representa una reducción de 10,74% respecto de la condición actual. Asimismo, la precipitación máxima diaria se mantiene prácticamente constante, registrando una leve disminución de 0,15%, desde 44,36 mm a 44,30 mm. De forma consistente, el índice simple de intensidad de precipitación disminuye desde 0,934 a 0,831, evidenciando una reducción aproximada de 11%. Estos resultados sugieren que, bajo el escenario futuro considerado, no se proyecta un aumento en la intensidad de las lluvias ni en la ocurrencia de eventos de precipitación extrema capaces de incrementar significativamente los procesos de erosión hídrica.

Por su parte, la velocidad media del viento presenta una variación marginal, disminuyendo desde 2,04 m/s a 2,02 m/s, equivalente a una reducción de 1,06%. Esta diferencia no resulta significativa desde el punto de vista

de la erosión eólica y permite inferir que las condiciones actuales de transporte de partículas por acción del viento tenderían a mantenerse relativamente estables en el tiempo.

En términos generales, se concluye que la amenaza asociada al cambio climático para el componente suelo corresponde a una condición Baja. Esta clasificación se fundamenta en que las variables climáticas directamente relacionadas con la generación de procesos erosivos no muestran incrementos relevantes bajo el escenario futuro. Por el contrario, se proyectan disminuciones tanto en la precipitación anual como en el índice de intensidad de precipitación, mientras que la precipitación máxima diaria y la velocidad del viento permanecen prácticamente sin cambios. En consecuencia, no se identifican evidencias que permitan anticipar un aumento de la agresividad climática sobre el suelo en la comuna de Pudahuel, por lo que las condiciones que controlan los procesos erosivos se mantendrían similares o incluso ligeramente más favorables que las observadas en la actualidad.

Exposición

La exposición del componente suelo frente a las amenazas climáticas identificadas se evalúa en función de la presencia, extensión y relevancia de las unidades edáficas presentes en el Área de Influencia. En este sentido, se estima que la exposición es baja, considerando que más del 70% del área corresponde a superficies clasificadas como modificadas, asociadas a usos urbanos, industriales e infraestructura vial, donde las funciones naturales del suelo ya se encuentran parcial o totalmente alteradas. Por su parte, los suelos que conservan sus características naturales representan una superficie reducida y corresponden principalmente a unidades clasificadas como IIIs1, IVs2, VIs2, VIs8, VIs17 y Vw4, las cuales presentan limitaciones físicas asociadas a profundidad efectiva, disponibilidad de agua, pendiente, drenaje o presencia de carbonatos. Asimismo, la unidad de mayor representación dentro de los suelos naturales corresponde a la UCS TAS-3, caracterizada por suelos con baja disponibilidad de agua aprovechable y presencia de duripanes silícicos, condiciones que constituyen limitaciones intrínsecas del suelo y que determinan una aptitud agrícola restringida.

Por otra parte, de acuerdo con el análisis de amenazas basado en las proyecciones climáticas bajo el escenario SSP5-8.5, no se prevé un aumento en la agresividad de los factores climáticos que controlan los procesos erosivos. Por el contrario, se proyecta una disminución de la precipitación anual y del índice de intensidad de precipitación, mientras que la precipitación máxima diaria y la velocidad media del viento permanecen prácticamente sin variaciones respecto de la condición actual. En consecuencia, no se identifican cambios climáticos que permitan anticipar un incremento relevante en los procesos de erosión hídrica o eólica que afectan a los suelos presentes en el Área de Influencia.

En virtud de lo anterior, y considerando tanto la amplia representatividad territorial de las unidades de suelo presentes como la ausencia de condiciones climáticas futuras que incrementen significativamente los procesos de degradación, se concluye que la exposición del componente suelo frente al cambio climático corresponde a una condición baja.

Vulnerabilidad

Por el contrario, la vulnerabilidad del componente suelo se considera Media, debido a que las características intrínsecas de los suelos presentes en el Área de Influencia presentan tanto factores que aumentan como factores que reducen su susceptibilidad frente a las amenazas climáticas. Entre los elementos que incrementan

la vulnerabilidad destacan la escasa profundidad efectiva observada en gran parte de las unidades cartográficas de suelo, la presencia de duripanes silícicos cercanos a la superficie, la baja disponibilidad de agua aprovechable y el predominio de contenidos bajos de materia orgánica en varias de las unidades evaluadas. Estas condiciones limitan la capacidad de almacenamiento de agua, restringen el desarrollo radicular y reducen parcialmente la resiliencia del suelo frente a períodos prolongados de déficit hídrico.

En este contexto, si bien los suelos del Área de Influencia presentan ciertas limitaciones físicas inherentes a su génesis y evolución, no se observan procesos generalizados de degradación severa ni condiciones que permitan calificarlos como altamente vulnerables frente al cambio climático. Por el contrario, la combinación de una agresividad climática media, pendientes predominantemente bajas y una erosión actual generalmente ligera a moderada permite concluir que la capacidad de respuesta del sistema edáfico es intermedia. En consecuencia, la vulnerabilidad del componente suelo frente a las amenazas climáticas identificadas se clasifica como Media.

Riesgo Climático

A partir de la integración de los factores de amenaza, exposición y vulnerabilidad, el riesgo climático para el componente suelo en el Área de Influencia se clasifica como Bajo. Esta calificación responde a que las proyecciones climáticas bajo el escenario SSP5-8.5 no evidencian un incremento en los factores que controlan los procesos erosivos. Por el contrario, se proyecta una disminución de la precipitación anual y del índice de intensidad de precipitación, mientras que la precipitación máxima diaria y la velocidad media del viento permanecen prácticamente sin variaciones respecto de las condiciones actuales. En consecuencia, la amenaza asociada al cambio climático se considera baja, dado que no se prevé una intensificación de los agentes climáticos capaces de acelerar los procesos de degradación del suelo.

La exposición también se clasifica como baja, considerando que más del 70% del Área de Influencia corresponde a superficies urbanizadas o intervenidas, mientras que los suelos que conservan sus características naturales representan una proporción reducida del territorio y corresponden a unidades ampliamente distribuidas en la Región Metropolitana. Asimismo, no se identificaron suelos con características de singularidad, escasez o relevancia estratégica que pudieran incrementar su sensibilidad frente a potenciales cambios climáticos.

Por su parte, la vulnerabilidad del componente suelo fue clasificada como media debido a la presencia de limitaciones intrínsecas tales como escasa profundidad efectiva, duripanes silícicos cercanos a la superficie y baja disponibilidad de agua aprovechable en gran parte de las unidades evaluadas. Sin embargo, estas condiciones se ven parcialmente compensadas por el predominio de pendientes bajas, una erosión actual generalmente ligera a moderada y la ausencia de procesos generalizados de degradación severa. En consecuencia, la capacidad de respuesta del sistema edáfico frente a potenciales perturbaciones climáticas se considera intermedia.

3.13.6 CONCLUSIONES

La caracterización de terreno permitió identificar cuatro Unidades Homogéneas de Suelo (UHS): Terraza Aluvial-Sedimentario, Cerros, Humedal-Cuerpo de Agua y Modificado. La unidad Modificado constituye la categoría predominante, abarcando el 72,26% del Área de Influencia, acorde con el contexto urbano donde se emplaza el Proyecto. Por su parte, la unidad Terraza Aluvial-Sedimentario concentra la mayor parte de los suelos no urbanizados presentes, caracterizados por profundidades limitadas y una marcada influencia de

duripanes silícicos. Los sectores de Cerros presentan pendientes más pronunciadas y una mayor susceptibilidad erosiva, mientras que los sectores Humedal-Cuerpo de Agua corresponden a ambientes asociados al río Mapocho y al estero Colina, donde se reconocieron condiciones de saturación y rasgos hidromórficos propios de suelos hídricos.

Respecto de la Capacidad de Uso de Suelos (CUS), se determinó que los suelos naturales presentes corresponden principalmente a clases III, IV y VI, predominando ampliamente la clase VIs8 asociada a limitaciones por muy baja disponibilidad de agua aprovechable, la que es explicada en parte por su restringida profundidad. Las principales restricciones corresponden a factores físicos, particularmente la presencia de duripanes, la limitada capacidad de almacenamiento hídrico, las restricciones de drenaje en los sectores hídricos y, localmente, la pendiente y el carácter calcáreo. No se identificaron suelos Clase I o II dentro del Área de Influencia, mientras que la presencia de suelos Clase III se restringe a una superficie muy reducida y aislada, inserta actualmente en un entorno industrial sin uso agrícola.

En relación con los suelos hídricos, se identificaron evidencias de hidromorfismo asociadas al río Mapocho y al estero Colina, expresadas mediante condiciones de drenaje pobre, rasgos redoximórficos y horizontes con coloraciones gley. Sin embargo, ambos sectores presentan distintos grados de intervención antrópica. El río Mapocho evidencia una mayor alteración por acumulación de residuos y modificaciones del terreno, mientras que el sector asociado al estero Colina conserva de mejor manera las características naturales del suelo hídrico, permitiendo una expresión más evidente de los indicadores diagnósticos. No obstante, ninguno de los sectores evaluados puede considerarse libre de intervención.

La evaluación de la Capacidad de Sustentar Biodiversidad (CSB) evidenció una condición heterogénea dentro de los suelos del Área de Influencia. Las unidades asociadas a terrazas con escasa profundidad efectiva y muy baja disponibilidad de agua aprovechable presentan CSB muy bajas. En contraste, los sectores vinculados a ambientes hídricos y aquellos donde el duripán se encuentra a mayor profundidad presentan capacidades medias a muy altas. En términos generales, la principal limitante para la CSB corresponde a la baja disponibilidad de agua aprovechable, seguida por la profundidad efectiva del suelo y, localmente, por restricciones de pendiente, drenaje o carácter calcáreo.

La evaluación de erosión actual muestra que los suelos del Área de Influencia presentan predominantemente condiciones de erosión ligera a moderada. Los procesos erosivos más relevantes se concentran en la unidad Cerros, donde las mayores pendientes favorecen la presencia de canalículos, pequeñas zanjas y erosión laminar. En contraste, las unidades asociadas a sectores planos y ambientes hídricos presentan niveles de erosión reducidos o inexistentes, situación favorecida por las bajas pendientes predominantes. En consecuencia, los procesos erosivos observados poseen un carácter principalmente localizado y de baja intensidad.

La modelación de la Susceptibilidad a procesos erosivos indica que la mayor parte de los suelos presenta una susceptibilidad media a la activación de procesos erosivos. Si bien los suelos exhiben una erodabilidad relativamente elevada debido a su escasa profundidad efectiva, esta condición se encuentra mitigada por la predominancia de pendientes suaves y una agresividad climática clasificada como media. Los sectores de mayor riesgo se restringen principalmente a la unidad Cerros, que presenta la mayoría de la superficie clasificada con Riesgo Alto, donde las pendientes incrementan la probabilidad de movilización de partículas y desarrollo de formas erosivas más intensas.

Finalmente, el análisis de cambio climático indica que la amenaza climática para el componente suelo es baja bajo el escenario SSP5-8.5, dado que las proyecciones muestran una disminución de la precipitación anual y del índice de intensidad de precipitación, mientras que la precipitación máxima diaria y la velocidad del viento permanecen prácticamente sin variaciones. La exposición también fue clasificada como baja debido al predominio de superficies urbanizadas y a la amplia representatividad regional de los suelos presentes. Por su parte, la vulnerabilidad se considera media, debido a limitaciones intrínsecas como la escasa profundidad efectiva, la presencia de duripanes y la baja disponibilidad de agua aprovechable. Como resultado de la integración de estos factores, el riesgo climático del componente suelo fue clasificado como bajo, no previéndose una intensificación significativa de los procesos de degradación o erosión producto del cambio climático en el área evaluada.

3.13.7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

El presente informe cuenta con las siguientes fuentes bibliográficas:

- Atlas de Riesgos Climáticos. (2026) Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile.
- Casanova, M.; O, Salazar; O, Seguel y W, Luzio. (2013). The Soils of Chile. Santiago, Chile. Springer. 185 p.
- Centro de Agricultura y Medioambiente (AGRIMED). 2017. Atlas Agroclimático de Chile, Tomo III: Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O´Higgins y Maule. Centro AGRIMED de la Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. 212 p.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) (1996). Descripción de suelos, materiales y símbolos. Estudio Agrológico Región Metropolitana. Publicación CIREN N°115. Versión Digital. Santiago, Chile. 425 p.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 2010. Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Región Metropolitana. Síntesis de Resultados. 2010. 285 p.
- Ferreira, R. 2004. Planeamiento Ambiental, teoría y práctica. Sao Paulo, Oficina de Textos. 184 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2009. Guía para la Descripción de Suelos. Roma, Italia. FAO. 99 p.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2015. Los suelos ayudan a combatir y adaptarse al cambio climático. Roma, Italia. FAO. 4 p.
- Geoportal Chile. (2022). DEM Alos Palsar Región Metropolitana. Geoportal Chile. Recuperado de: https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/35439/DEM%20Alos%20Palsar%20Regi%C3%B3n%20Metropolitana.
- The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2019. El Cambio climático y la tierra. Organización de Meteorología Mundial (OMM), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). 40 p.
- IUSS Working Group WRB. 2022. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th edition. International Union of Soil Sciences(IUSS), Vienna, Austria
- Luzio, W. 2010. Suelos de Chile. Departamento de Ingeniería y Suelos. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 364 p.

- Luzio, W. y M. Casanova. 2006. Clasificación de suelos, pp: 241-286. In: Avances en el conocimiento de los suelos de Chile. Luzio, W. y M. Casanova. (Eds.). Santiago, Chile. 393 p.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2012). Ley N°19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente y Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA) modificado a través del D.S. N°40/2012, Párrafo 2°, Artículo 18, literal e.2. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado de: https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1053563
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y ONU Medio Ambiente. 2022. Guía de Campo Delimitación y Caracterización de Humedales Urbanos en Chile. Elaborada mediante consultoría Proyecto GEF/SEC ID: 9766 “Conservación de humedales costeros de la zona centrosur de Chile” por EDÁFICA Suelos y Medio Ambiente. Santiago, Chile. 32 p.
- Munsell Color. 2009. Munsell Soil Color Charts. GretagMacbeth, Revised washable edition.
- Sandoval, M., Dorner, J., Seguel, O., Cuevas, J. y Rivera, D. 2011. Métodos de análisis físico de suelos. Concepción, Chile. Sociedad Chilena de la Ciencia del Suelo. 75 p.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2011, rectificada 2016. Pauta para estudio de suelos, rectificada. Santiago, Chile. SAG. 26 p.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2019. Guía de evaluación ambiental: Recurso Natural suelo. Santiago, Chile. SAG. 14 p.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2023a. Guía para la predicción y evaluación de impacto ambiental en humedales en el SEIA. Primera edición, Santiago, Chile. 98 p.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2023b. Guía Área de Influencia en Humedales en el SEIA. Santiago, Chile. 147 p.
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2024a). Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres. Santiago, Chile: Servicio de Evaluación Ambiental. 108 p.
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2024b). Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA. Tercera edición, Santiago, Chile.
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2025). Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. Santiago, Chile: Servicio de Evaluación Ambiental. 198 p
- Servicio de Evaluación Ambiental. (2026). Guía áreas de influencia en el SEIA. Santiago, Chile: Servicio de Evaluación Ambiental. 100p.