ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO

“PARQUE HÍBRIDO EÓLICO, SOLAR Y ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA LAS QUINTAS (PHLQ)”

CAPÍTULO 3.1.2.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL SUELO

2026

Sustentable S.A.
Asesoría y Gestión Ambiental
www.sustentable.cl

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN **1**
2. OBJETIVOS **2**
2.1 Objetivo General 2
2.2 Objetivos Específicos 2
3. ÁREA DE INFLUENCIA **2**
4. METODOLOGÍA **4**
4.1 Revisión bibliográfica 4
4.2 Unidades Homogéneas de Suelo 5
4.3 Descripción perfiles de suelo 5
4.4 Caracterización físico-química de suelo 5
4.5 Erosión 6
4.6 Clima 6
4.7 Clase Capacidad de Uso de Suelo 6
4.8 Capacidad del suelo para sustentar biodiversidad 7
4.9 Evolución del suelo considerando los efectos del cambio climático 7
5. RESULTADOS **8**
5.1 Revisión bibliográfica 8
5.2 Unidades Homogéneas de Suelo 14
5.3 Descripción perfiles de suelo 17
5.4 Caracterización físico-química de suelo 68
5.5 Erosión 70
5.6 Clima 77
5.7 Clase Capacidad de Uso de Suelo 78
5.8 Evaluación ambiental recurso suelo 92
5.9 Evolución del suelo considerando los efectos del cambio climático 97
6. CONCLUSIONES **106**
7. BIBLIOGRAFÍA **108**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de Influencia componente Suelo 4
Figura 2. Series de suelo en el área de influencia 12
Figura 3. Usos de suelo en el área de influencia 14
Figura 4. Unidades Homogéneas de Suelo 17
Figura 5. Clase de erosión en el área de influencia 74
Figura 6. Susceptibilidad de activación de procesos erosivos 75
Figura 7. Susceptibilidad de activación de procesos erosivos considerando intervención 77
Figura 8. Clase de capacidad de uso de suelo en el área de influencia 92
Figura 9. Capacidad de sustentar biodiversidad en el área de influencia 97

Figura 10. Temperatura media (°C) 99
Figura 11. Precipitación acumulada (%) 100
Figura 12. Viento medio (%) 101
Figura 13. Evapotranspiración potencial (mm) 102
Figura 14. Frecuencia de sequías (%) 103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Determinación categoría capacidad de sustentar biodiversidad 7
Tabla 2. Variaciones de Serie Asociación Cuzco (CUZ) 10
Tabla 3. Variaciones de Serie Lo Vásquez (LVZ) 11
Tabla 4. Usos de Suelo en el área de influencia 13
Tabla 5. Superficies Unidades Homogéneas de Suelo 15
Tabla 6. Puntos de muestreo por UHS 15
Tabla 7. Antecedentes punto de muestreo CA-01 18
Tabla 8. Descripción del perfil de suelo CA-01 18
Tabla 9. Antecedentes punto de muestreo CA-03 20
Tabla 10. Descripción del perfil de suelo CA-03 20
Tabla 11. Antecedentes punto de muestreo CA-10 22
Tabla 12. Descripción del perfil de suelo CA-10 22
Tabla 13. Antecedentes punto de muestreo CA-12 24
Tabla 14. Descripción del perfil de suelo CA-12 24
Tabla 15. Antecedentes punto de muestreo CA-13 26
Tabla 16. Descripción del perfil de suelo CA-13 26
Tabla 17. Antecedentes punto de muestreo CA-14 28
Tabla 18. Descripción del perfil de suelo CA-14 28
Tabla 19. Antecedentes punto de muestreo CA-17 30
Tabla 20. Descripción del perfil de suelo CA-17 30
Tabla 21. Antecedentes punto de muestreo CA-21 32
Tabla 22. Descripción del perfil de suelo CA-21 32
Tabla 23. Antecedentes punto de muestreo CA-22 34
Tabla 24. Descripción del perfil de suelo CA-22 34
Tabla 25. Antecedentes punto de muestreo CA-23 36
Tabla 26. Descripción del perfil de suelo CA-23 36
Tabla 27. Antecedentes punto de muestreo CA-24 38
Tabla 28. Descripción del perfil de suelo CA-24 38
Tabla 29. Antecedentes punto de muestreo CA-25 40
Tabla 30. Descripción del perfil de suelo CA-25 40
Tabla 31. Antecedentes punto de muestreo CA-26 42
Tabla 32. Descripción del perfil de suelo CA-26 42
Tabla 33. Antecedentes punto de muestreo CA-07 45
Tabla 34. Descripción del perfil de suelo CA-07 45

Tabla 35. Antecedentes punto de muestreo CA-08 47
Tabla 36. Descripción del perfil de suelo CA-08 47
Tabla 37. Antecedentes punto de muestreo CA-09 49
Tabla 38. Descripción del perfil de suelo CA-09 49
Tabla 39. Antecedentes punto de muestreo CA-15 51
Tabla 40. Descripción del perfil de suelo CA-15 51
Tabla 41. Antecedentes punto de muestreo CA-16 53
Tabla 42. Descripción del perfil de suelo CA-16 53
Tabla 43. Antecedentes punto de muestreo CA-11 55
Tabla 44. Descripción del perfil de suelo CA-11 55
Tabla 45. Antecedentes punto de muestreo CA-18 57
Tabla 46. Descripción del perfil de suelo CA-18 57
Tabla 47. Descripción del perfil de suelo CA-19 59
Tabla 48. Descripción del perfil de suelo CA-19 59
Tabla 49. Antecedentes punto de muestreo CA-20 61
Tabla 50. Descripción del perfil de suelo CA-20 61
Tabla 51. Antecedentes punto de muestreo CA-05 64
Tabla 52. Descripción del perfil de suelo CA-05 64
Tabla 53. Antecedentes punto de muestreo CA-06 66
Tabla 54. Descripción del perfil de suelo CA-06 66
Tabla 55. Superficie (ha) riesgo de erosión potencial en las provincias de Melipilla y Cardenal Caro 71
Tabla 56. Superficie (ha) riesgo de erosión actual en las provincias de Melipilla y Cardenal Caro 71
Tabla 57. Superficie de erosión en área de influencia del Proyecto 73
Tabla 58. Superficie de Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos 75
Tabla 59. Superficie de Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos con obras 76
Tabla 60. Criterios de clasificación variables climáticas 78
Tabla 61. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-01 79
Tabla 62. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-03 79
Tabla 63. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-10 80
Tabla 64. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-12 80
Tabla 65. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-13 81
Tabla 66. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-14 81
Tabla 67. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-17 82
Tabla 68. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-21 82
Tabla 69. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-22 83
Tabla 70. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-23 83
Tabla 71. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-24 84
Tabla 72. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-25 84
Tabla 73. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-26 85
Tabla 74. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-07 85

Tabla 75. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-08 86
Tabla 76. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-09 86
Tabla 77. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-15 87
Tabla 78. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-16 87
Tabla 79. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-11 88
Tabla 80. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-18 88
Tabla 81. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-19 89
Tabla 82. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-20 89
Tabla 83. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-05 90
Tabla 84. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-06 90
Tabla 85. Superficies desglosadas por unidad de suelo y clase de capacidad de uso 91
Tabla 86. Limitantes para la capacidad de sustentar biodiversidad (CSB) 96

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Diagrama de fotografías CA-01 19
Fotografía 2. Diagrama de fotografías CA-03 21
Fotografía 3. Diagrama de fotografías CA-10 23
Fotografía 4. Diagrama de fotografías CA-12 25
Fotografía 5. Diagrama de fotografías CA-13 27
Fotografía 6. Diagrama de fotografías CA-14 29
Fotografía 7. Diagrama de fotografías CA-17 31
Fotografía 8. Diagrama de fotografías CA-21 33
Fotografía 9. Diagrama de fotografías CA-22 35
Fotografía 10. Diagrama de fotografías CA-23 37
Fotografía 11. Diagrama de fotografías CA-24 39
Fotografía 12. Diagrama de fotografías CA-25 41
Fotografía 13. Diagrama de fotografías CA-26 43
Fotografía 14. Diagrama de fotografías CA-07 46
Fotografía 15. Diagrama de fotografías CA-08 48
Fotografía 16. Diagrama de fotografías CA-09 50
Fotografía 17. Diagrama de fotografías CA-15 52
Fotografía 18. Diagrama de fotografías CA-16 54
Fotografía 19. Diagrama de fotografías CA-11 56
Fotografía 20. Diagrama de fotografías CA-18 58
Fotografía 21. Diagrama de fotografías CA-19 60
Fotografía 22. Diagrama de fotografías CA-20 62
Fotografía 25. Diagrama de fotografías CA-05 65
Fotografía 26. Diagrama de fotografías CA-06 67

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de Laboratorio Componente Suelo

Anexo 2. Cartografía Componente Suelo

Anexo 3. Susceptibilidad Activación de Procesos Erosivos

Anexo 4. Estudio de Infiltración

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la línea de base para el componente Suelo en el marco del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto "Parque Híbrido Eólico, Solar y Almacenamiento de Energía Las Quintas (PHLQ)" (en adelante el Proyecto, PHLQ, Parque Híbrido, indistintamente), ubicado entre las comunas de San Pedro, región Metropolitana y la comuna de Litueche, región del Libertador Bernardo O'Higgins, el cual consta de una breve descripción geomorfológica y una descripción a grandes rasgos de los suelos de la zona en base a literatura especializada. Luego, se profundiza en el estudio de las propiedades fisicoquímicas de los suelos mediante la descripción de calicatas, de acuerdo con los criterios establecidos en la "Pauta de Estudios de Suelos" (SAG, 2011, rectificada en 2016), así como los parámetros establecidos en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres. Segunda Edición" (SEA, 2025) y la "Guía de evaluación ambiental: recurso natural suelo" (SAG, 2019).

Además, se presenta la caracterización de erosión de los suelos dentro del área de influencia, a partir de la información elaborada por CIREN (2010) y se contrasta con la clasificación realizada en terreno según la Pauta para Estudios de Suelo (SAG, 2011). En complemento, se evalúa la susceptibilidad del suelo a la activación de procesos erosivos en el área de influencia, considerando los factores edafotopográficos, desprotección vegetacional, agresividad climática y vulnerabilidad, sin obras y con intervención del Proyecto, siguiendo los criterios establecidos en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres. Segunda Edición" (SEA, 2025), así como en la guía de Evaluación de Impactos de Riesgos de Activación de Procesos Erosivos" (SAG, 2016).

Finalmente, se asigna la Clase de Capacidad de Uso de los Suelos (CCUS) dada las características fisicoquímicas y morfológicas de los suelos representados por medio de calicatas y se evalúa la capacidad del suelo de sustentar biodiversidad (CSB), en función de sus limitantes y rol ecosistémico del componente edáfico, tomando como referencia los criterios de la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres. Segunda Edición" (SEA, 2025) y la "Guía Evaluación Ambiental: Recurso Natural Suelo (SAG, 2019), así como la consideración de los efectos del cambio climático sobre el recurso estipulado en la "Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA" (SEA, 2023).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Caracterizar los suelos del área de influencia del Proyecto a partir de los criterios señalados en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres". Segunda Edición" (SEA, 2025).

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar los suelos de la zona sobre la base de información bibliográfica especializada.
- Delimitar las unidades homogéneas de suelo a partir de modelos de elevación digital (DEM) y fotointerpretación de imágenes satelitales.
- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de los suelos y erosión en el área de influencia, de acuerdo con información bibliográfica y determinación en terreno de las condiciones edáficas.
- Analizar la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos en el área de influencia.
- Asignar Clase de Capacidad de Uso de los Suelos (CCUS) y sus limitantes dentro del área de influencia.
- Evaluar la capacidad del suelo para sustentar biodiversidad (CSB) y su rol ecosistémico.
- Analizar los efectos del cambio climático sobre el componente edáfico.

3. ÁREA DE INFLUENCIA

El área de influencia (AI) se define según lo señalado en el artículo 2 del D.S. N° 40/2012, el cual indica que se refiere a "*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 algunos de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien, para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias*". A su vez, el artículo 6 del citado decreto señala que "*el proyecto o actividad genera un efecto adverso significativo sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables incluidos en suelo, agua y aire*". Con el objetivo de evaluar si se presentan dichos efectos adversos para el recurso suelo se considerará "la pérdida de suelo o su capacidad para sustentar la biodiversidad por degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes".

En este caso, el área de influencia para el componente Suelo corresponde a un área total de 564,806 ha que se ha establecido de acuerdo con los límites predefinidos por la presencia de partes, obras y ejecución del Proyecto y sus efectos sobre el recurso.

El Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque de energías renovables de carácter híbrido, que integra generación eólica y solar, con una potencia nominal total aproximada de 190,25 MW. El parque eólico estará conformado por 16 aerogeneradores de hasta 8 MW cada uno, alcanzando una potencia nominal de 128 MW. Por su parte, el parque fotovoltaico considerará la instalación de 107.772 paneles solares, con una potencia instalada de 77,60 MWp y una potencia nominal de 62,25 MW. Adicionalmente, el Proyecto incorpora un sistema de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS, Battery Energy Storage System), cuyo objetivo es gestionar la inyección de energía al sistema en períodos sin disponibilidad de recurso solar o eólico. La energía generada será evacuada mediante líneas de media tensión (33 kV) hacia una subestación elevadora ubicada dentro del área del Proyecto, donde la tensión será transformada de 33 kV a 220 kV. Posteriormente, la energía se transmitirá a través de una Línea de Alta Tensión de 3,78 km de longitud hasta la Nueva Subestación Seccionadora Loica, conectándose al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). Es así que para el Proyecto en cuestión, las obras permanentes asociadas a las instalaciones habitables de la fase de operación ocupan una extensión total de 159,361 ha y las obras temporales, relacionadas a aquellas instalaciones a utilizar en las fases de construcción y cierre, como las instalaciones de faena, ocupan una superficie de 14,638 ha, siendo la superficie efectiva de intervención de 173,999 ha.

Junto con los límites definidos por las obras del Proyecto, tanto temporales como permanentes, se integra además dentro de los criterios para determinar el área de influencia, la geomorfología, nivel de pendientes, cobertura vegetacional (para lo cual se utilizó fotointerpretación de imágenes satelitales y modelo de elevación digital) y series de suelo descritas en la zona, con un buffer de análisis de 50 metros por lado respecto a las obras. En su conjunto, conforman las unidades homogéneas de suelo (UHS).

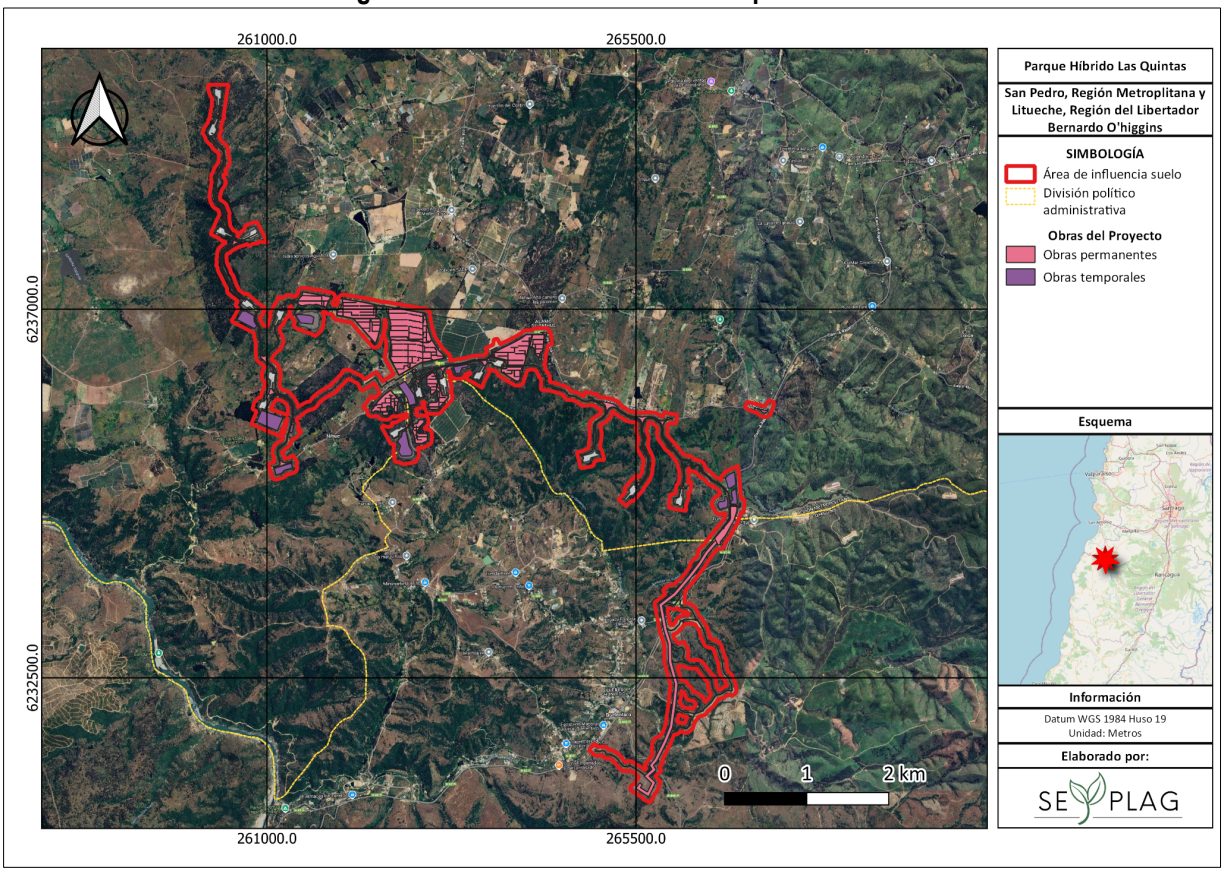
A partir de lo anterior, los criterios que permiten definir el AI son los siguientes:

- **Pérdida de Suelos**: Corresponde a aquella pérdida irreversible de una superficie de suelos generada por el emplazamiento u ocupación permanente del recurso por la construcción de obras y/o actividades como construcciones, equipamientos, instalaciones, infraestructura, entre otros.
- **Degradación de Suelos:** Corresponde a la alteración del perfil del suelo en sus propiedades (por compactación, erosión, pérdida de profundidad y volumen, etc.) producto de diversas obras y/o actividades como escarpe, caminos, huellas, entre otros.

Considerando la disposición del Proyecto, superficie efectiva de intervención de 173,999 ha y criterios ambientales para evaluar los efectos sobre el recurso suelo, el AI está dada por la aplicabilidad del criterio de ambos criterios, es decir, el área de influencia se define por la pérdida de suelo por el emplazamiento de obras que implican impermeabilización del suelo, así como también modificación de las propiedades físico o químicas del suelo que podría generarse por actividades de escarpe, compactación y/o construcción de caminos sobre una superficie total de 564,806 ha, cumpliendo así lo solicitado en la delimitación de acuerdo a la "Guía Áreas de Influencia en Ecosistemas Terrestres" (SEA, 2024).

La figura a continuación muestra el área de influencia asociada al área de emplazamiento de las obras del Proyecto.

Figura 1. Área de Influencia componente Suelo



Fuente: Elaboración propia.

4. METODOLOGÍA

La realización de la caracterización del componente Suelo consta de diversas etapas, comenzando con una descripción de los suelos por medio de literatura especializada. Posteriormente, en gabinete se definen las unidades homogéneas de suelo, las que son descritas y corroboradas en terreno. Finalmente, se realiza un trabajo en gabinete para la caracterización ambiental del recurso suelo en el informe de línea de base. El detalle de cada actividad se presenta a continuación.

4.1 Revisión Bibliográfica

Se realiza una revisión y caracterización de la geomorfología del área de influencia, lo que permite una mejor comprensión de los procesos asociados a la formación de suelos. Para ello se consulta el estudio de geomorfología de Chile realizado por Börgel (1983), en donde se describe y posiciona la topografía, relieve y procesos geológicos que modelan el territorio nacional. Luego, se complementa con la descripción de suelos realizado por Luzio (2010), quien identifica ocho zonas edáficas a nivel nacional que se diferencian en sus propiedades a causa del material parental de cada zona, el clima, organismos presentes y relieve. Adicionalmente, se realiza una revisión de los estudios agrológicos de la Región Metropolitana y VI región (CIREN, 1999), en donde se describen las series y variaciones de suelo presentes en la zona de estudio, además de los usos de suelos establecidos según el Catastro de Uso de Suelo y Vegetación de la región Metropolitana (CONAF, 2019) y Libertador Bernardo O'higgins (CONAF, 2020).

4.2 Unidades Homogéneas de Suelo

La definición de unidades homogéneas de suelo se realiza mediante una fotointerpretación de imágenes de alta resolución junto a un Modelo de Elevación Digital (DEM), con el cual se obtienen las pendientes que, a su vez, permiten establecer diferentes tipos geomorfológicos para el área de influencia del Proyecto. Además, se consideran las formaciones vegetacionales presentes y las series de suelo descritas en la zona, según CIREN. Esta información es analizada a una escala de 1:25.000. De esta forma se definen a priori diferentes unidades de suelo.

4.3 Descripción Perfiles de Suelo

En esta etapa se desarrolla la descripción morfológica en terreno de los perfiles de suelos previamente definidos. Las propiedades descritas en las calicatas corresponden a las señaladas en la "Pauta para Estudios de Suelo" (SAG, 2011 rectificado en 2016), siendo estas: profundidad, pendiente, pedregosidad superficial y subsuperficial, textura, color, estructura, presencia de raíces, entre otras. Para estimar la pedregosidad superficial se ponderó la presencia de piedras y gravas en superficie y la pedregosidad observada en los primeros 25 cm del perfil de suelo descrito, basado en los criterios establecidos por USDA, 2012.

4.4 Caracterización Físico-Química de suelo

Para tener una descripción precisa del recurso suelo y acorde a las condiciones edáficas, en cada calicata realizada se tomaron muestras de suelo de cada horizonte descrito hasta la profundidad efectiva para análisis de Clase de Capacidad de Uso de Suelo (CCUS), así como también muestras compuestas desde los primeros 25 cm de suelo para análisis de fertilidad (NPK disponible), siendo en total 65 muestras extraídas. Estas fueron enviadas al Laboratorio Agroanálisis de la Pontificia Universidad Católica de Chile, donde se determinaron las siguientes variables:

- **Propiedades Físicas:**
    - Densidad aparente (d.a.)
    - Textura
    - Capacidad de Campo (C.C)
    - Punto de Marchitez Permanente (PMP)
    - Humedad Aprovechable (HA): Cabe destacar que, la humedad aprovechable se calcula a partir de la siguiente fórmula[1]:

En donde:

$$H.A. = \frac{CC-PMP}{100} \times Da \times Z \times \frac{1-P_2}{100}$$

- **Propiedades químicas**:
    - pH (en suspensión)
    - Conductividad Eléctrica (C.E.)
    - Materia Orgánica (M.O.)
    - Razón de Absorción de Sodio (RAS)
- **Fertilidad**:
    - Nitrógeno disponible
    - Fósforo disponible
    - Potasio disponible

4.5 Erosión

La erosión es un proceso físico por el cual se produce una pérdida de suelo causado por acción del agua, viento, glaciares, acción geológica y/o la acción de prácticas antrópicas. De los agentes erosivos mencionados los que más desgaste producen en la superficie terrestre son el viento y el agua. En este sentido, el CIREN realizó un estudio para determinar el riesgo de erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Para determinar la erosión actual y potencial del área de influencia se realizó una revisión del informe elaborado por CIREN (2010) y la clasificación determinada, según los criterios establecidos por el SAG en la "Pauta de Estudios de Suelo" (2011), constatando además rasgos de erosión en campañas realizadas en terreno.

4.5.1 Susceptibilidad a la Activación de Procesos Erosivos

Para determinar la susceptibilidad de los suelos a la activación de procesos erosivos (SAPE), se procede a evaluar la capacidad de que, a largo plazo, distintos agentes erosivos influyan en la condición de erosión actual de los suelos presentes en el área de influencia del Proyecto. En este sentido, se consideran variables edafotopográficas, cobertura vegetacional y condiciones climáticas, con la finalidad de determinar la susceptibilidad del suelo a erosionarse ante estos procesos, de acuerdo con lo solicitado en la "Guía Metodológica de Descripción de Ecosistemas Terrestres. Segunda Edición" (SEA, 2025) y en complemento con la guía de "Evaluación de Impactos

[1] CC: Capacidad de Campo (%); PMP: Punto Marchitez Permanente (%); Da: Densidad aparente (g/m3); Z: Profundidad efectiva (m); P: Pedregosidad (%).

[2] Se considera la profundidad efectiva como la distancia que existe en sentido vertical entre la superficie del suelo y la presencia de una limitante física permanente que dificulte el desarrollo de raíces o flujo hídrico (SAG, 2011).

de Riesgos de Activación de Procesos Erosivos" (SAG, 2016). La información detallada de la evaluación del SAPE se puede encontrar en el Anexo 3.

4.6 Clima

Según lo señalado por la "Pauta para Estudios de Suelos" (SAG, 2011 rectificado en 2016) el clima corresponde a un criterio de definición, el que, combinado con los criterios de aproximación señalados en la misma, permiten un mejor acercamiento para la definición de la Clase de Capacidad de Uso de Suelos (CCUS). Para obtener una aproximación a la influencia del clima sobre los suelos del área del Proyecto se realiza un cruce del área de influencia con información cartográfica digital de la clasificación climática de Köppen. Para definir las características del clima asociado al área de influencia se consulta el "Atlas Agroclimático, Tomo III: Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'higgins y Maule" (Santibáñez, 2017).

4.7 Clase Capacidad de Uso de Suelo

A partir de la información recopilada en terreno (descripciones morfológicas) y los resultados de laboratorio (caracterización fisicoquímica), se definió la clase de capacidad de uso y la subclase (limitante de cada clase) de los puntos de muestreos que representan cada unidad homogénea de suelo, siguiendo rigurosamente los criterios establecidos en la "Pauta para Estudios de Suelo" (SAG, 2011), la cual considera los criterios de aproximación, definición y especiales para determinar la aptitud productiva de los suelos y el atributo crítico que define por sí sola la clase de capacidad de uso analizada.

4.8 Capacidad del Suelo para Sustentar Biodiversidad

Considerando las propiedades físicas, químicas y morfológicas de los suelos presentes en el área de influencia, se realizó un análisis de éstas, con el fin de determinar la capacidad del suelo para sustentar biodiversidad (CSB), esto según lo solicitado en la "Guía de Evaluación Ambiental: Recurso Natural Suelo" (SAG, 2019). Para esto, se consideran la clasificación de limitantes y la cantidad de estas por categorías determinadas en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres. Segunda Edición" (SEA, 2025). Las limitantes a considerar son las siguientes: profundidad, pendiente, pedregosidad superficial y subsuperficial, agua aprovechable, erosión, salinidad, sodicidad y carácter calcáreo; las cuales se clasifican de acuerdo a las categorías de capacidad de sustentar biodiversidad descritas en la tabla 1.

Tabla 1. Determinación categoría capacidad de sustentar biodiversidad

Categoría 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: SEA, 2025.

4.9 Evolución del Suelo Considerando los Efectos del Cambio Climático

Para la evaluación de la evolución del componente sin Proyecto considerando los efectos del cambio climático, se utilizará como referencia lo establecido en la "Guía Metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA" (SEA, 2023), en donde se analiza el Riesgo Climático que afecta al componente suelo en el lugar de emplazamiento del área de influencia del Proyecto, considerando tres factores claves en conjunto con las propiedades particulares de los suelos en la zonas de estudio:

- **Amenaza:** Corresponde a las variables climáticas que pueden influir en el desarrollo del componente y que se encuentra directamente con la variación climática ante el escenario más desfavorable proyectado (SSP5-8.5).
- **Exposición:** Corresponde a la evaluación de la presencia y expresión del componente ambiental potencial a ser afectado negativamente por las variaciones climáticas.
- **Vulnerabilidad:** Corresponde a la susceptibilidad del recurso de ser afectado por una amenaza climática y su capacidad de adaptación ante las mismas.

5. RESULTADOS

5.1 Revisión Bibliográfica

De acuerdo con Börgel (1983), el área de influencia del Proyecto se ubica en la región central de las cuencas y del llano de sedimentación fluvial, en específico en intersección de la planicie costera marina, los llanos de sedimentación fluvial y la cordillera de la Costa.

La planicie costera marina, entre el estero Yali y Tanumé, 20 km al norte de Pichilemu, muestra terrazas pliocénicas y miocénicas que penetran hasta 25 km en punta Topocalma (Brüggen, 1950 citado en Börgel, 1983). Desde Tanumé hasta las cercanías del río Itata, estas terrazas se superponen en metamórficas precambrianas. En este sector, desde Yali al sur, el sistema escalonado es reemplazado por una abrasión generalizada con bolsones de sedimentación en desembocaduras fluviales, como en el río Rapel, rico en nidos fosilíferos. En general la línea costera es mixta, con el ritmo alterante de extensas playas de acumulación arenosa y sectores acantilados.

Los llanos fluviales, favorecidos por humedad y el flujo de los ríos, generan suelos aluviales aptos para agricultura, aunque condicionados por la irregularidad de las precipitaciones. Estos llanos han sido de ocupación agrícola y ganadera y un ciclo especulativo de tenencia de tierras de larga data.

La cordillera de la Costa, conformada con cerros como La Campana (1.828 m), Roble (2.222 m), Vizcacha (2.046 m) y Roble Alto (2.185 m), junto a Chicauma y Lipangue, delimitan por el oeste la cuenca de Santiago y se comportan como dispersores de aguas hacia al oeste y este. Se organizan cursos de agua que drenan planicies de San Pedro, San Enrique, La Estrella y Marchigüe. Destacan el estero Chocalán, afluente meridional del Maipo; el estero Yali, que forma una hoya independiente entre los ríos Maipo y Rapel; y el estero Alhué, tributario septentrional del Rapel, que drena una amplia zona del pie oriental de la cordillera costera (Börgel, 1983).

La clasificación de Suelos de Chile realizada por Luzio (2010), indica que los suelos en donde se sitúa el área de influencia del Proyecto corresponden al grupo de Suelos de cerros en la Cordillera de la Costa (32°00'- 34°00' aprox) pertenecientes a las Regiones de Valparaíso y Metropolitana. En estas Regiones, la Cordillera de la Costa está constituida esencialmente por batolito granítico con algunas intrusiones de materiales básicos, mezclados de manera discontinua. Todos los suelos que pertenecen a este grupo han sido descritos con gravas angulares y subangulares a través de los perfiles, esencialmente de cuarzo. Dentro del grupo de suelos, se describe la Serie de Suelo Lo Vázquez, la cual presenta una topografía de cerros, es decir, con pendientes de 8 a 15%, de 20 a 30% hasta más de 50%; solamente en algunos sectores las pendientes pueden ser inferiores, de 5 a 8%, en el caso de suelos en posición de abanicos y piedmonts. El color que domina en los horizontes superficiales es el pardo rojizo oscuro en los matices 5YR y 7.5YR; en los horizontes más profundos, el color se hace pardo rojizo en los mismos matices. La clase textural del horizonte superficial es, generalmente, franco arcillosa, variando entre franco arcillosa arenosa y franco arcillo limosa. Hacia los horizontes más profundos se mantiene el alto contenido de arcilla, aun cuando aumenta la fracción gruesa, de tal manera que son frecuentes las clases texturales de arcillo arenosa inmediatamente sobre el sustrato. La estructura se mantiene de bloques subangulares medios y gruesos a través de los perfiles y generalmente se hace maciza inmediatamente sobre el sustrato.

Esta formación ha sufrido profundos procesos de erosión, generando suelos con profundidades variables, Aquellos que no han sufrido procesos de erosión severos son profundos y muy profundos (más de 120 cm hasta la roca o el sustrato), mientras aquellos con erosión severa no superan los 70 a 80 cm hasta el sustrato, No obstante, se han descrito sectores con suelos de menos de 50 cm de profundidad, en condiciones extremas. Dada la topografía, los suelos presentan buen drenaje superficial. Poseen pH entre 6,0 y 6,6 y el contenido de carbono orgánico, en

horizontes superficiales, entre 1,1 y 1,5%. En horizontes más profundos se mantiene en 0,2%. La limitante más importante en estos suelos es la posición de cerros que ocupan en el paisaje y las fuertes pendientes, por lo cual las Clases de Capacidad de Uso varían entre IV y VII. Respecto a la taxonomía, domina el Gran Grupo Haploxeralf y en menor proporción Haploxeroll.

En la zona Luzio (2010) describe también suelos de lomajes y terrazas costeras, que agrupa a todos aquellos ubicados en posición de terrazas marinas, lomajes suaves próximos a los sectores costeros y terrazas remanentes, tanto de origen marino como aluvial, que hayan sido formados en los valles próximos a la costa. Lo anterior determina su pendiente, las cuales son inferiores a los suelos de cerros de la Cordillera de la Costa, por lo tanto, poseen valores de pendientes frecuentes de 2 a 5%, 8 a 15%, con sustratos correspondientes a arenas y areniscas graníticas, en algunos casos mezclados con gravas de origen mixto. Se registran suelos de color superficial pardo oscuro en el matiz 7.5 YR, y en algunos casos, pardo rojizo oscuro. Hacia horizontes más profundos el valor y croma aumentan dando origen a colores pardo amarillentos. Las clases texturales dominantes son gruesas en los horizontes superficiales, donde se aprecia que no existe tendencia hacia los horizontes más profundos, en especial en aquellos que se encuentran en contacto con el sustrato. Las clases texturales para estos horizontes se han descrito como arcillosa, arcillo arenosa, franco arcillosa, arenosa y areno francosa fina. En varios suelos se ha descrito grava de cuarzo común a través de los perfiles, lo cual podría indicar el origen granítico de los materiales de origen.

La estructura más frecuente es de bloques subangulares medios y gruesos, la que generalmente cambia a maciza en los horizontes inferiores. La profundidad hasta el sustrato es variable, pues se han descrito suelos de 54 cm hasta 120 cm. Las raíces tienden a desaparecer con la profundidad, sin embargo, aún se describen como escasas en la proximidad del sustrato. Todos los suelos considerados presentan buen drenaje y solamente ciertas fases de algunas series de suelo pueden presentar un drenaje imperfecto. En estas últimas se han descrito rasgos redoximórficos (masas y concreciones) desde escasos hasta comunes en los horizontes superficiales.

Los niveles de carbono orgánico son particularmente bajos y no superan 1,5% en los horizontes superficiales y varían de 0,1 a 0,4% en los horizontes más profundos. El pH no evidencia la presencia de carbonatos ni sales, de tal forma que sus valores fluctúan entre 5,6 y 7,8. Las órdenes más representadas son Alfisol, Mollisol e Inceptisol para estos suelos.

Ahora bien, en las regiones Metropolitana y de O'Higgins se realizaron estudios agrológicos elaborados por CIREN (1996), en donde se detallan las series y fases de series de suelo para cada región. En este sentido, dentro del área de estudio se ubican las siguientes series de suelo:

Serie Asociación Cuzco (CUZ)

Esta serie de suelo se ubica en la región del Libertador Bernardo O'Higgins, corresponde a suelo sedimentario, delgado con textura superficial franco arenosa de color pardo rojizo oscuro en el matiz 5 YR y textura franco arcillosa de color pardo rojizo a rojo amarillento por arenisca granítica parcialmente meteorizada. Presenta cristales de cuarzo en todo el perfil. Ocupa una posición de terraza remanente, ligeramente ondulada, con pendientes de 2 a 5%. Presenta afloramientos rocosos comunes, bloques erráticos escasos y ligera pedregosidad superficial. Presenta permeabilidad moderada y bien drenado. A continuación, se describe la variación de la serie presente en el área de influencia:

Tabla 2. Variaciones de Serie Asociación Cuzco (CUZ)

Variación de suelo	Descripción	CCUS	Limitante
CUZ-1	Representa la Asociación Cusco y corresponde a suelos de textura superficial franco arenosa, delgados, ligeramente ondulados con 2 a 5% de pendiente y bien drenados. Presenta ligera pedregosidad superficial y afloramientos rocosos comunes.	VIs7	Corresponden a suelos no arables y su uso está limitado a actividad ganadera y/o plantaciones forestales, debido a interferencia de rocas superficiales.

Fuente: CIREN, 1996.

Serie Lo Vásquez (LVZ)

Esta serie de suelo se ubica en la región Metropolitana y en la región del Libertador Bernardo O'Higgins. Corresponde a suelos evolucionados de rocas graníticas, moderadamente profundos a profundos, de los cerros de la Cordillera de la Costa de la región central. De pardo rojizo oscuro en el matiz 5YR y textura franco arcillo arenosa en la superficie, arcillosa en profundidad, con un contenido de gravilla de cuarzo que se incrementa junto con la proximidad de la roca descompuesta, de color rojizo amarillento en el matiz 5YR y pardo amarillento oscuro en el matiz 7.5YR de textura arcillo arenosa. Los materiales se encuentran bien estructurados en los primeros 40 o 50 cm y no presenta estructuras en profundidad. El substrato está constituido por rocas graníticas descompuestas. A continuación, se presentan las variaciones de las series ubicadas en el área de influencia.

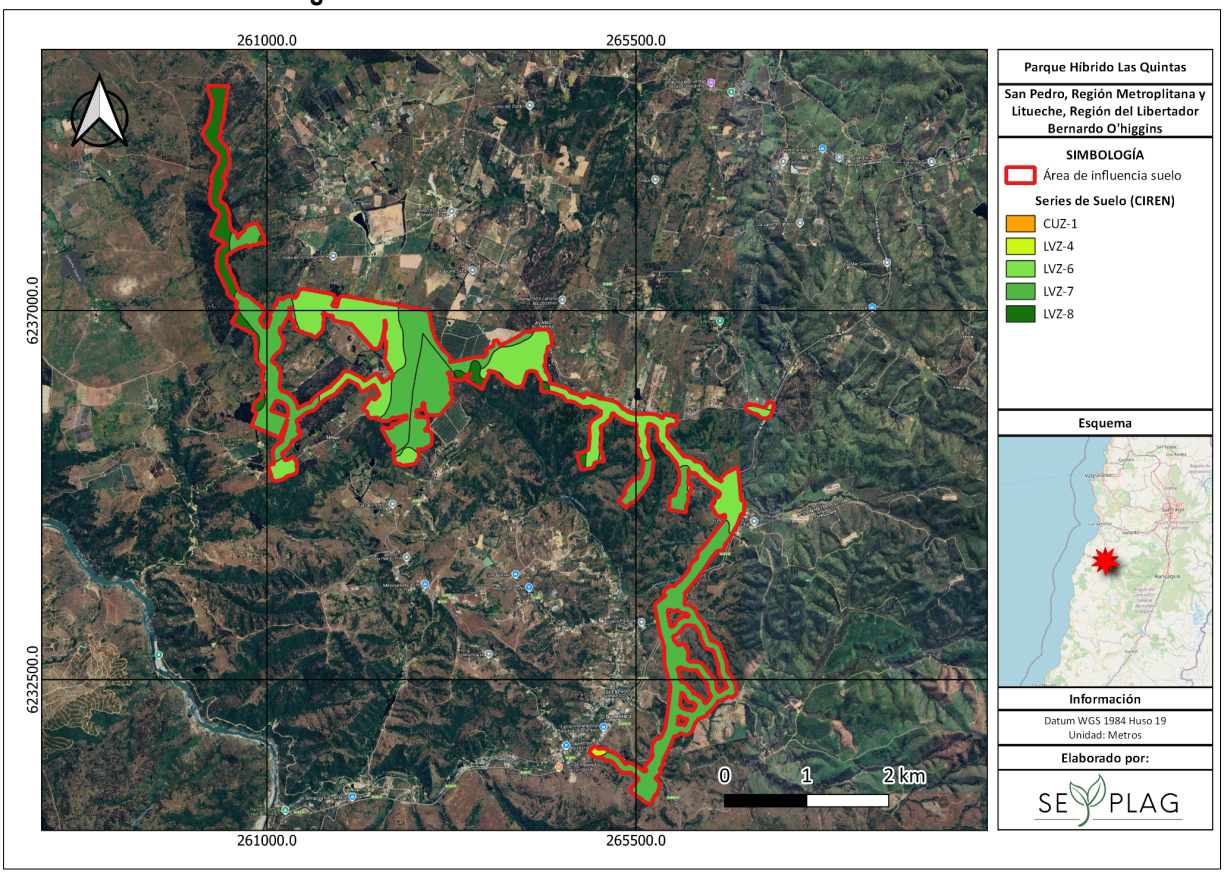
Tabla 3. Variaciones de Serie Lo Vásquez (LVZ)

Variación de suelo	Descripción	CCUS	Limitante
LVZ-5	Presenta textura superficial franca, moderadamente profunda con pendiente de 5 a 8% y bien drenada.	IVe1	Corresponden a suelo arable con limitaciones por riesgo de erosión potencial o actual por agua o viento.
LVZ-6	Presenta textura superficial franco arcillosa, ligeramente profunda, moderadamente ondulada con 8 a 15% de pendiente y bien drenada.	VIe3	Corresponden a suelos no aptos para el laboreo, con riesgo de erosión producto de subsuelo o substrato de permeabilidad lenta.
LVZ-7	Presenta textura superficial franco arcillosa, moderadamente profunda, en topografía de cerros con 30 a 50% de pendiente, ligeramente erosionada y bien drenada. Ubicada en la vertiente sur con vegetación arbustiva natural. Presenta ligera erosión de manto y zanjas ocasionales.	VIIe1	Corresponden a suelos con uso limitado a pastos y forestales, susceptibles a erosión severa por agua o viento.
LVZ-8	Corresponde a la fase de textura superficial arcillosa, ligeramente profunda, en topografía de montañas con más de 50% de pendiente, severamente erosionada y excesivamente drenada.	VIIe1	Corresponden a suelos con uso limitado a pastos y forestales, susceptibles a erosión severa por agua o viento.

Fuente: CIREN, 1996.

En la figura 2 se puede observar la representación de las series de suelo en el área de influencia.

Figura 2. Series de suelo en el área de influencia



Fuente: Elaboración propia en base a CIREN, 1996.

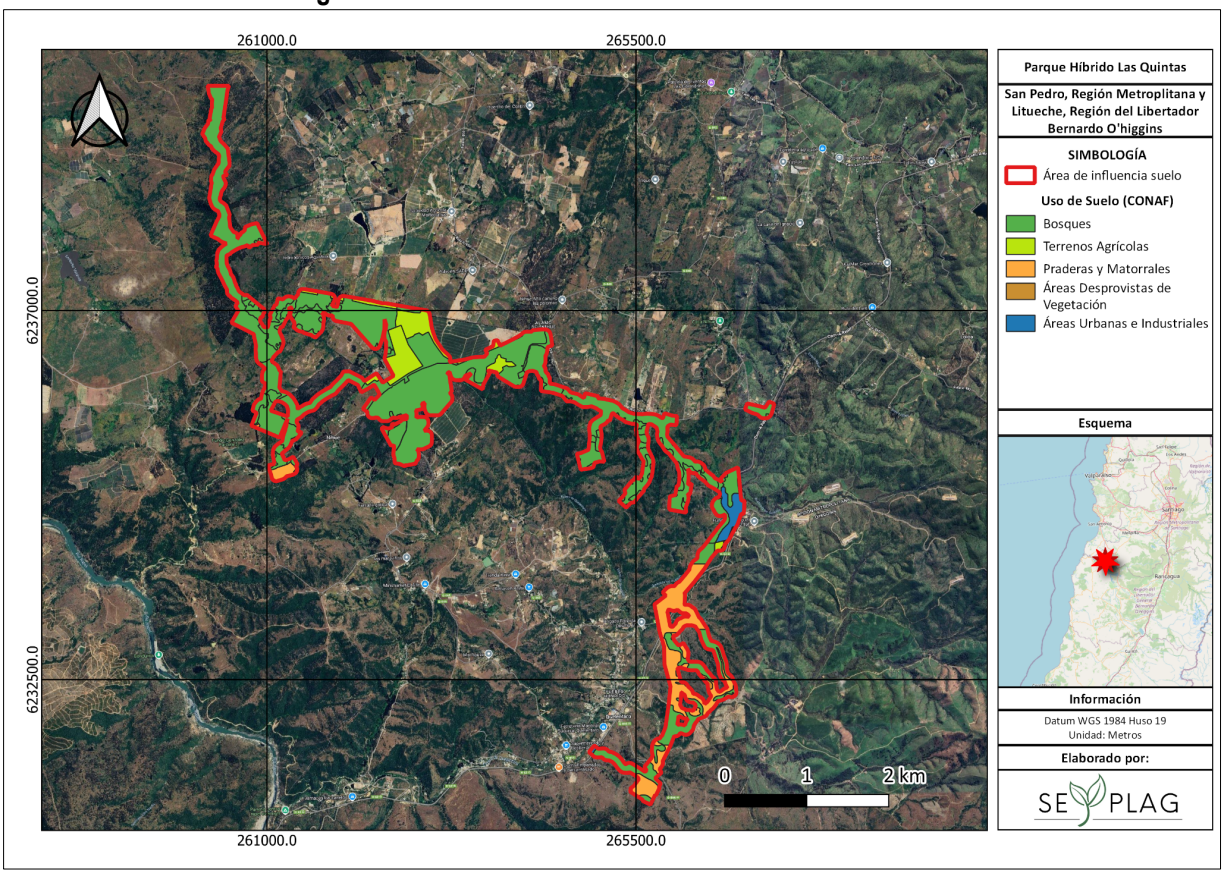
Ahora bien, en cuánto al uso de suelo declarado en el Catastro de Uso de Suelo y Vegetación de CONAF, se revisó la información registrada para la región Metropolitana (2019) y región del Libertador General Bernardo O'Higgins (2020) que cruza el área de influencia. En este sentido, la mayoría de la superficie presenta uso de suelo de bosque nativo (45,42%) con formación predominante de renoval, le siguen suelos con plantación adulta (33,65%). Luego, en menor proporción se encuentran suelos de praderas y matorrales (11,52%), en donde dominan formaciones de matorral arborescente y matorral-pradera; terrenos agrícolas (7,35%) conformados por rotación cultivo-pradera y sectores sin vegetación (0,24%) y áreas urbanas e industriales (1,82%). El desglose de usos y subuso se puede observar en la tabla 5 y su representación la figura 4.

Tabla 4. Usos de Suelo en el área de influencia

Uso de suelo	Subuso de suelo	Tipo	Superficie	
			ha	%
Bosques	Plantación	Plantación Adulta	190,038	33,65
	Bosque Nativo	Bosque Nativo Renoval Abierto	162,515	28,77
		Bosque Nativo Renoval Semidenso	30,647	5,43
		Bosque Nativo Adulto Muy Abierto	15,382	2,72
		Bosque Nativo Renoval Denso	48,01	8,50
Áreas Urbanas e Industriales	Ciudades, Pueblos, Zonas Industriales	Ciudades, Pueblos, Zonas Industriales	10,28	1,82
Praderas y Matorrales	Matorral Arborescente	Matorral Arborescente Muy Abierto	25,807	4,57
		Matorral Arborescente Semidenso	4,567	0,81
	Matorral-Pradera	Matorral-Pradera Abierto	0,121	0,02
		Matorral-Pradera Muy Abierto	34,585	6,12
Áreas Desprovistas de Vegetación	Otros sin Vegetación	Otros sin Vegetación	1,338	0,24
Terrenos Agrícolas	Rotación Cultivo-Pradera	Rotación Cultivo-Pradera	41,516	7,35
Total			**564,806**	**100**

Fuente: CONAF, 2019 y 2020.

Figura 3. Usos de suelo en el área de influencia



Fuente: Elaborado en base a CONAF, 2019 y 2020.

5.2 Unidades Homogéneas de Suelo

Se realizó una campaña de terreno entre los días 21 y 27 de julio del 2025, la cual consistió en el levantamiento de información relevante de suelo en 24 calicatas que permiten caracterizar una superficie total de 564,806 ha, esto considerando una escala de trabajo moderadamente alta (detallada), según la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025). Dentro del área de influencia se identifican cinco unidades homogéneas de suelo y una unidad cartográfica, las cuales fueron determinadas a partir de la geomorfología, nivel de pendientes y cobertura vegetacional, las cuales se desglosan a continuación:

- **Cerro Suavemente Ondulado (CSO):** Corresponde a suelos perteneciente a la unidad geomorfológica de la Cordillera de la Costa, posicionados sobre cerros con pendientes complejas entre 5 a 8%.
- **Cerro Moderadamente Ondulado (CMO):** Corresponde a suelos perteneciente a la unidad geomorfológica de la Cordillera de la Costa, posicionados sobre cerros con pendientes complejas entre 8 a 15%.
- **Cerro Fuertemente Ondulado (CFO) :** Corresponde a suelos perteneciente a la unidad geomorfológica de la Cordillera de la Costa, posicionados sobre cerros con pendientes complejas entre 15 a 30%.

- **Lomajes (LOM):** Corresponde a suelos posicionados en sectores de transición entre la Cordillera de la Costa y sectores de terraza y/o llanos fluviales y aluviales, los cuales se ubican específicamente en lomajes con pendientes complejas de 35 a 45%.
- **Otros Usos (OU):** Corresponden a superficies ocupadas por infraestructura, caminos u otros en donde el suelo ha sido cementado, compactado o alterado, por lo que no se han desarrollado procesos de formación de suelo.

En la Tabla 5 se desglosan las superficies por UHS, además, en la Tabla 6, se presentan las coordenadas de los puntos de muestreo, y en la Figura 4 se representan sus ubicaciones con respecto al AI del Proyecto.

Tabla 5. Superficies Unidades Homogéneas de Suelo

Unidad Homogénea de Suelo	Símbolo	Superficie	
		ha	%
Cerro Suavemente Ondulado	CSO	301,596	53,40
Cerro Moderadamente Ondulado	CMO	121,632	21,54
Cerro Fuertemente Ondulado	CFO	67,820	12,01
Lomajes	LOM	56,192	9,95
Otros usos	OU	17,566	3,11
Total		**564,806**	**100**

Fuente: Elaboración propia.

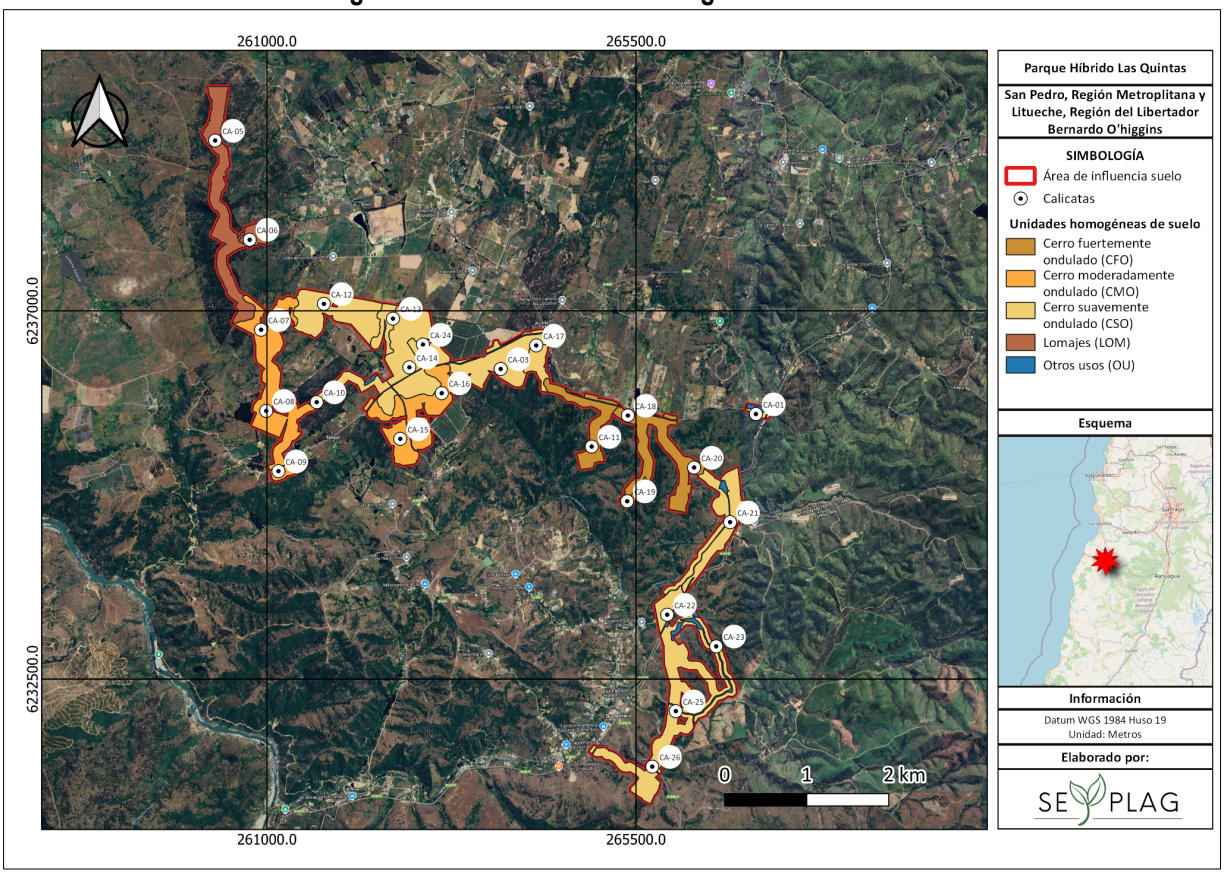
Tabla 6. Puntos de muestreo por UHS

Unidad Homogénea de Suelo	Símbolo	Punto de muestreo	Coordenadas (WGS 1984)		
			UTM Este	UTM Sur	Huso
Cerro Suavemente Ondulado	CSO	CA-01	266.963	6.235.738	19
		CA-03	263.851	6.236.289	19
		CA-10	261.607	6.235.883	19
		CA-12	261.695	6.237.085	19
		CA-13	262.537	6.236.905	19
		CA-14	262.737	6.236.309	19
		CA-17	264.284	6.236.577	19
		CA-21	266.648	6.234.416	19
		CA-22	265.881	6.233.285	19
		CA-23	266.479	6.232.898	19
		CA-24	262.903	6.236.588	19
		CA-25	265.986	6.232.106	19
		CA-26	265.699	6.231.428	19
	CMO	CA-07	260.929	6.236.769	19

Unidad Homogénea de Suelo	Símbolo	Punto de muestreo	Coordenadas (WGS 1984)		
			UTM Este	UTM Sur	Huso
Cerro Moderadamente Ondulado		CA-08	260.992	6.235.777	19
		CA-09	261.141	6.235.040	19
		CA-15	262.626	6.235.435	19
		CA-16	263.132	6.235.993	19
Cerro Fuertemente Ondulado	CFO	CA-11	264.961	6.235.340	19
		CA-18	265.402	6.235.720	19
		CA-19	265.393	6.234.672	19
		CA-20	266.209	6.235.084	19
Lomajes	LOM	CA-05	260.369	6.239.082	19
		CA-06	260.790	6.237.869	19
Otros Usos	OU	N.A.	-	-	-

Fuente: Elaboración propia. N.A.: No aplica.

Figura 4. Unidades homogéneas de suelo



Fuente: Elaboración propia.

5.3 Descripción Perfiles de Suelo

Unidad: Cerro Suavemente Ondulado (CSO)

Esta unidad se encuentra representada por los puntos de muestreo: CA-01, CA-03, CA-10 ,CA-12, CA-13, CA-14, CA-17, CA-21, CA-22, CA-23, CA-24, CA-25 y CA-26. Corresponden a suelos ligeramente profundos a muy profundos, con pendientes complejas entre 5-8%, es decir, suavemente onduladas. Presenta texturas gruesas (arenosa, areno francosa), moderadamente gruesas (franco arenosa) y texturas medias (franca), con estructuras de bloques subangulares en superficie que, en ocasiones, pueden variar en macizo en profundidad. Los colores predominantes en superficie se ubican en el matiz 10 YR y 7.5 YR, mientras que algunos perfiles se pueden encontrar un matiz 2.5 YR en profundidad. A lo largo del perfil se observan raíces finas y medias comunes a abundantes, las cuales varían a finas pocas hacia horizontes inferiores. En cuanto a la pedregosidad subsuperficial, se identifican horizontes sin pedregosidad hasta horizontes con pedregosidad abundante. Los horizontes no presentan reacción al ácido clorhídrico (HCL). El drenaje varía desde pobremente drenado hasta bien drenado, lo que se explica por la presencia de estratas limitantes y por la existencia de texturas más finas en aquellas calicatas con clasificación de drenaje inferior. A continuación, se presentan los detalles de las descripciones físico-morfológicas realizadas en esta unidad.

Tabla 7. Antecedentes punto de muestreo CA-01

Ubicación:	San Pedro, Melipilla, región Metropolitana
Pendiente:	Suavemente ondulado (5-8%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (1% de piedras)
Coordenadas:	266.963 m E 6.235.738 m S
Altitud:	279 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se registran heces de bovinos y equinos. Se observan rasgos erosivos, en específico, pérdida laminar del suelo asociada al pastoreo y tránsito animal.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Descripción del perfil de suelo CA-01

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-21	Color pardo (10 YR 4/3) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces finas abundantes y medias pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite ondulado abrupto.
B1 21-58	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/2) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares gruesos moderados. Consistencia moderadamente firme en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces finas comunes y medias pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite lineal claro.
B2 58-100	Color pardo fuerte (7.5 YR 5/8) en húmedo. Textura franca. Estructura en bloques subangulares gruesos débiles. Consistencia muy firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios comunes; raíces medias comunes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 1. Diagrama de fotografías CA-01



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 9. Antecedentes punto de muestreo CA-03

Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Suavemente ondulado (5-8%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (0%)
Coordenadas:	263.851 m E 6.236.289 m S
Altitud:	289 m.s.n.m.
Ambiente:	Plantación forestal
Observaciones del lugar:	Se registra una torre de monitoreo de viento y letrina antigua, además de tránsito humano y animal. Se observan rasgos erosivos, en específico, pérdida laminar del suelo.

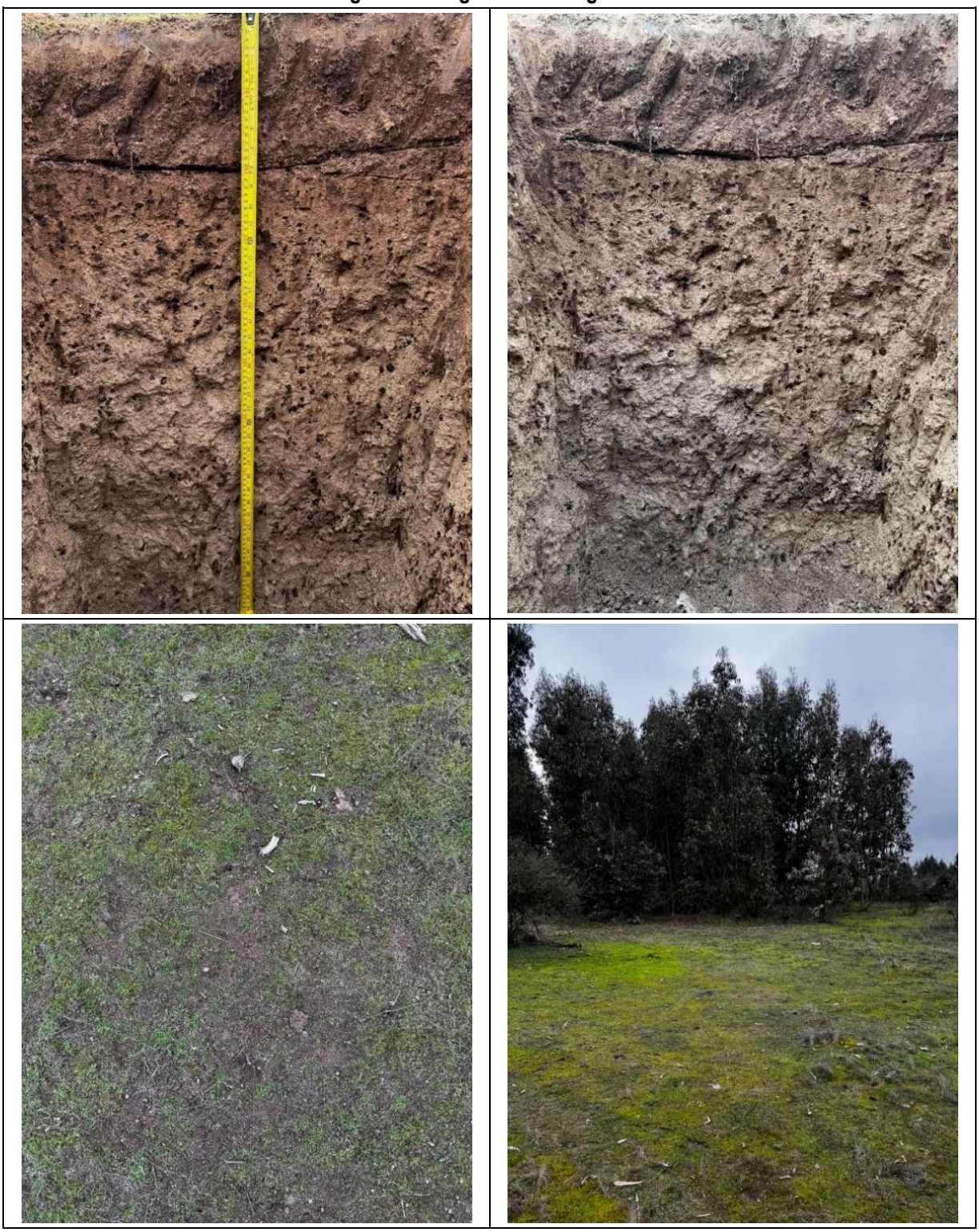
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Descripción del perfil de suelo CA-03

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-20	Color pardo (7.5 YR 4/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios comunes; raíces finas abundantes y medias pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de concreciones medias pocas. Límite lineal claro.
E 20-100	Color pardo amarillento (10 YR 5/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares gruesos débiles. Consistencia muy friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios pocos; raíces finas pocas y medias comunes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de moteados medios comunes de color rojo amarillento (5 YR 5/8) y concreciones gruesas abundantes.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 2. Diagrama de fotografías CA-03



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 11. Antecedentes punto de muestreo CA-10

Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Suavemente ondulado (5-8%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (0%)
Coordenadas:	261.607 m E 6.235.883 m S
Altitud:	319 m.s.n.m.
Ambiente:	Plantación forestal
Observaciones del lugar:	Se observa plantación de eucaliptos (*Eucalyptus globulus*). No presenta rasgos erosivos observables.

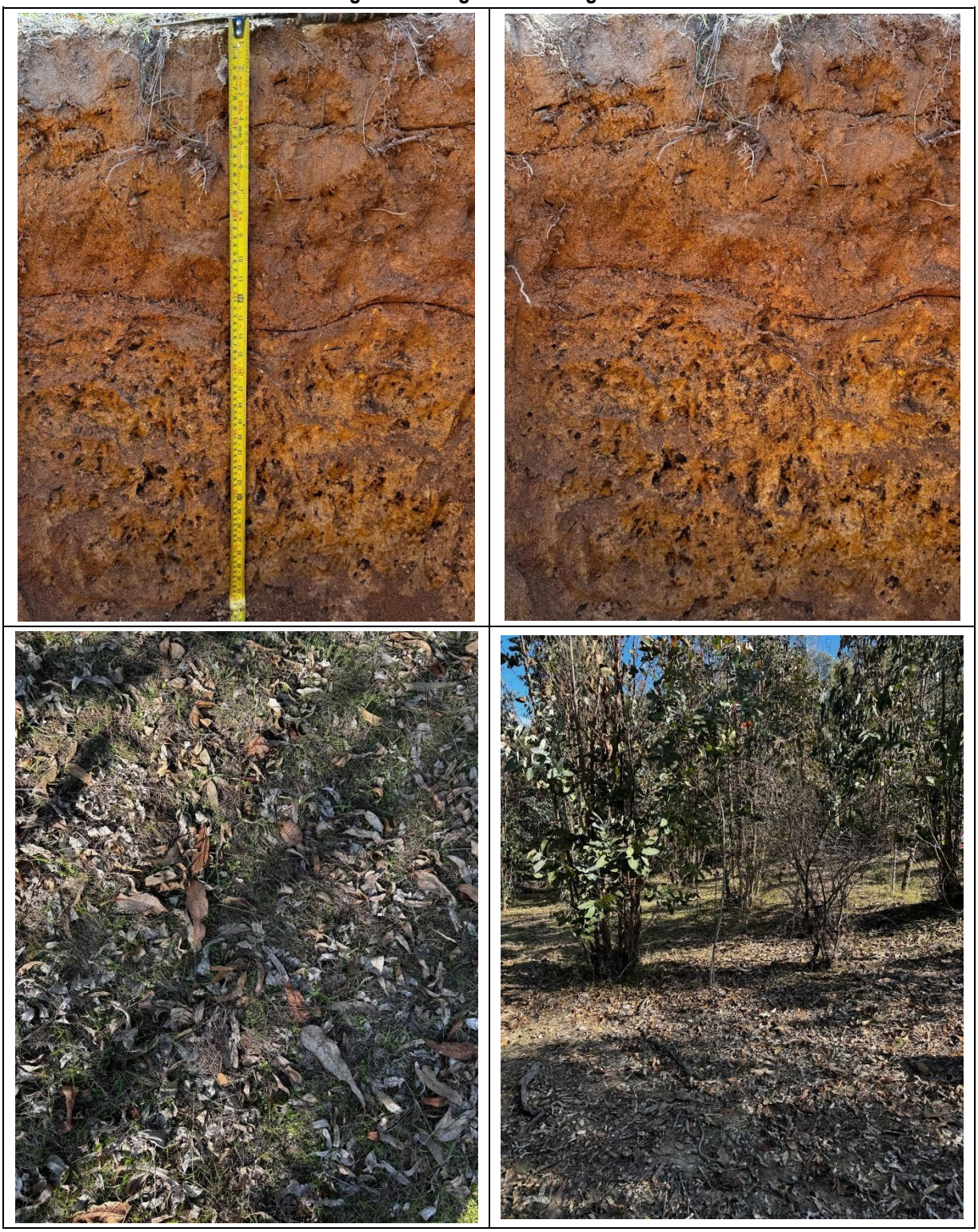
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Descripción del perfil de suelo CA-10

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-11	Color pardo amarillento (10 YR 5/6) en húmedo. Textura areno francosa. Estructura en bloques subangulares finos moderados. Consistencia muy friable en húmedo, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico. Poros finos y medios comunes; raíces finas abundantes, medias comunes y gruesas abundantes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite lineal claro.
B1 11-32	Color pardo fuerte (7.5 YR 5/6) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia friable en húmedo, ligeramente adhesivo y ligeramente plástico. Poros finos y medios comunes; raíces finas pocas, medias comunes y gruesas abundantes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite ondulado claro.
B2 32-68	Color amarillo parduzco (10 YR 6/8) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares medios débiles. Consistencia moderadamente firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios pocos; raíces gruesas pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de moteados finos pocos de color rojo (2.5 YR 5/6) y concreciones gruesas abundantes. Límite lineal gradual.
C 68-81	Color amarillo parduzco (10 YR 6/8) en húmedo. Roca meteorizada. Sin raíces. Sin efervescencia.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 3. Diagrama de fotografías CA-10



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 13. Antecedentes punto de muestreo CA-12

Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Suavemente ondulado (5-8%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (1% de gravas; 1% de piedras)
Coordenadas:	261.695 m E 6.237.085 m S
Altitud:	292 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se observan especies arbóreas de espino (*Acacia caven*), quillay (*Quillaja saponaria*) y tebo (*Retanilla trinervia*). Se registran rasgos erosivos asociados a pérdida laminar de suelo por tránsito animal, además de heces de ganado.

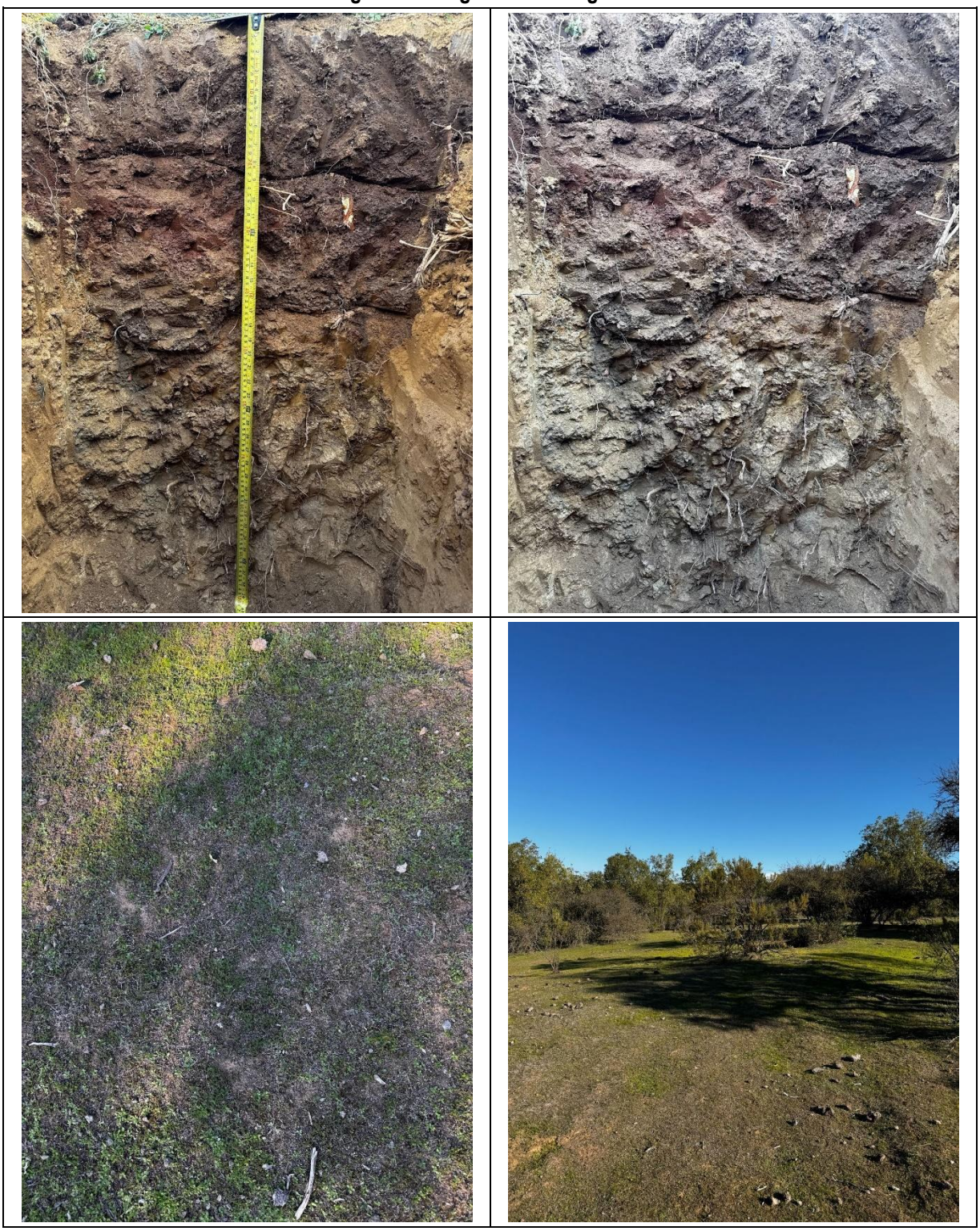
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Descripción del perfil de suelo CA-12

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-21	Color pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia moderadamente firme en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios comunes; raíces finas abundantes, medias y gruesas pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite ondulado claro.
B 21-43	Color pardo (7.5 YR 4/4) en un 70% y color pardo rojizo (10 YR 4/3) en un 30%, ambos en húmedo. Textura franco arcillosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia moderadamente firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios comunes; raíces finas comunes, medias y gruesas abundantes. Presenta gravas en un 5%. Sin efervescencia. Presencia de moteados finos pocos de color rojo amarillento (5 YR 5/6). Límite irregular claro.
BC 43-100	Color pardo oliva claro (2.5 Y 5/4) en húmedo. Textura franco limosa. Estructura en bloques subangulares medios débiles. Consistencia muy friable en húmedo, muy adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces medias y gruesas abundantes. Presenta gravas en un 30%. Sin efervescencia. Presencia de moteados finos abundates de color rojo amarillento (5 YR 5/6) y concreciones finas pocas.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 4. Diagrama de fotografías CA-12



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 15. Antecedentes punto de muestreo CA-13

Ubicación:	San Pedro, Melipilla, región Metropolitana
Pendiente:	Suavemente ondulado (5-8%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (0%)
Coordenadas:	262.537 m E 6.236.905 m S
Altitud:	280 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se observa presencia de espinos (Acacia caven) en bosque esclerófilo, ubicado cercano a cultivo de frutillas (Fragaria × ananassa). Se registra tránsito de animales en el sector. No presenta rasgos erosivos observables.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Descripción del perfil de suelo CA-13

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-33	Color pardo (10 YR 4/3) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios fuertes. Consistencia moderadamente firme en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios comunes y gruesos pocos; raíces finas comunes y medias pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de moteados finos abundantes de color rojo amarillento (5 YR 5/6). Límite lineal claro.
B 33-56	Color pardo amarillento claro (10 YR 6/4) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia muy firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios pocos; raíces finas pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de moteados medios abundantes de color pardo fuerte (7.5 YR 5/8). Límite lineal claro.
BC 56-100	Color pardo oliva claro (2.5 Y 5/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios débiles. Consistencia muy firme en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios pocos; sin raíces. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de moteados medios abundantes de color pardo fuerte (7.5 YR 5/8). Se observa material meteorizado en profundidad.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 5. Diagrama de fotografías CA-13



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 17. Antecedentes punto de muestreo CA-14

Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Moderadamente ondulado (8-15%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (0%)
Coordenadas:	262.737 m E 6.236.309 m S
Altitud:	279 m.s.n.m.
Ambiente:	Terrenos agrícolas
Observaciones del lugar:	Se observan equinos en los alrededores del punto de muestreo. Se registran rasgos erosivos asociadoas a cambios de color en superficie y ligera compactación superficial.

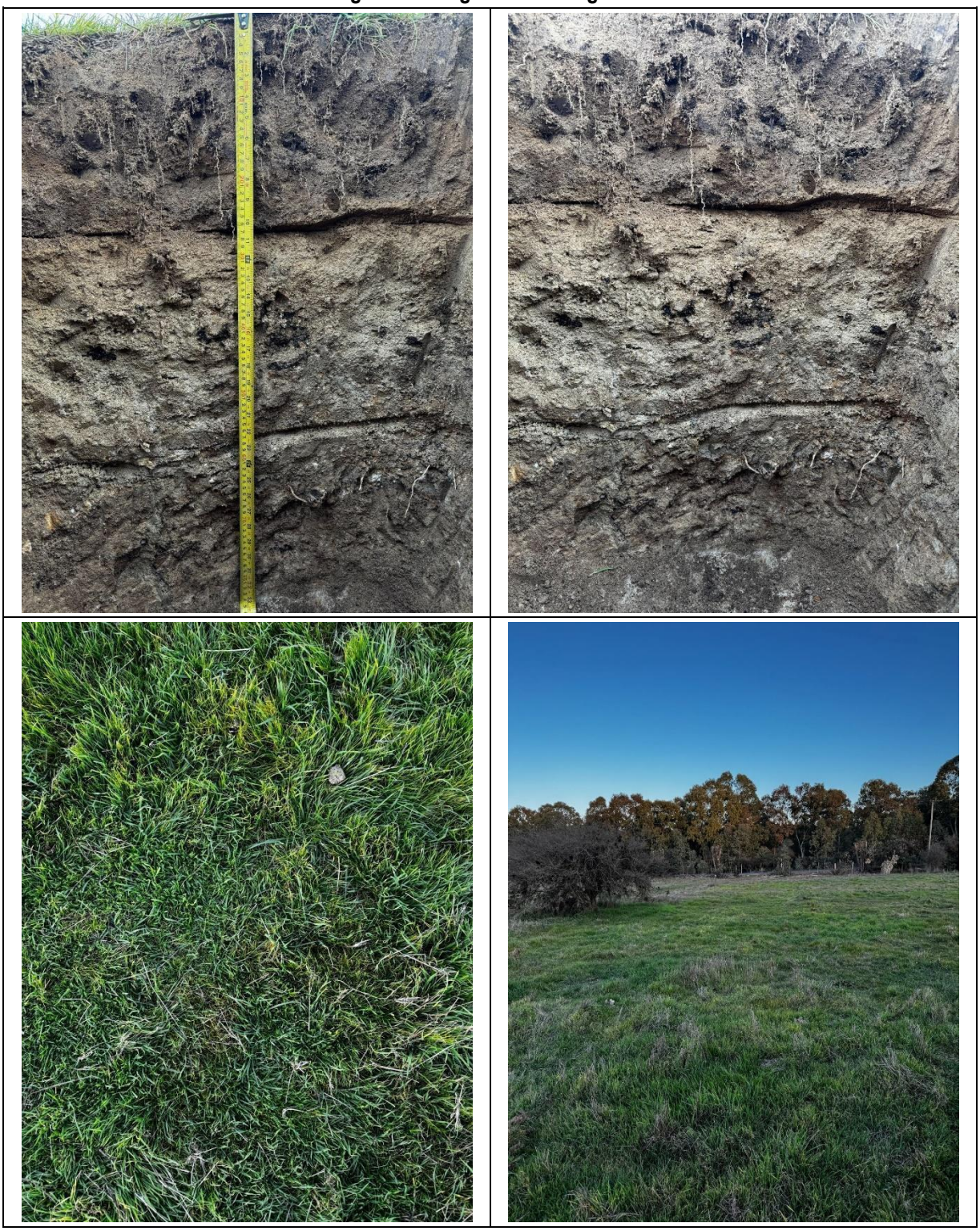
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Descripción del perfil de suelo CA-14

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-27	Color pardo (10 YR 4/3) en húmedo. Textura arenosa. Estructura en bloques subangulares finos fuerte. Consistencia muy friable en húmedo, no adhesivo y ligeramente plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces finas y medias abundantes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Se observan pequeñas y escasas acumulaciones de materia orgánica de color negro (10 YR 2/1). Límite lineal claro.
B 27-59	Color pardo rojizo claro (2.5 YR 6/3) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios débiles. Consistencia muy friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios comunes; raíces finas comunes y medias abundantes. Presenta gravas en un 5%. Sin efervescencia. Presencia de moteados medios comunes de color rojo (2.5 YR 4/8). Límite ondulado claro.
BC 59-85	Color pardo amarillento claro (10 YR 6/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Sin estructura (macizo). Consistencia moderadamente firme en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios pocos; raíces finas, medias y gruesas pocas. Presenta gravas en un 10%. Sin efervescencia. Límite lineal abrupto.
C 85-86	Color pardo muy pálido (10 YR 8/2) en húmedo. Roca meteorizada. Sin raíces. Sin efervescencia.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 6. Diagrama de fotografías CA-14



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 19. Antecedentes punto de muestreo CA-17

Ubicación:	San Pedro, Melipilla, región Metropolitana
Pendiente:	Suavemente ondulado (5-8%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (0%)
Coordenadas:	264.284 m E 6.236.577 m S
Altitud:	297 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque mixto
Observaciones del lugar:	Se observan espinos (*Acacia caven*) que colindan con plantación de eucalipto (*Eucalyptus globulus*). No presenta rasgos erosivos observables.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Descripción del perfil de suelo CA-17

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-27	Color pardo oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo. Textura areno francosa. Estructura en bloques subangulares finos fuertes. Consistencia friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes y gruesos comunes; raíces finas y medias comunes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de concreciones medias comunes y gruesas pocas. Límite lineal claro.
B1 27-36	Color pardo amarillento (10 YR 5/8) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares finos moderados. Consistencia muy friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios pocos; sin raíces. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de concreciones gruesas pocas en matriz reducida. Límite lineal abrupto.
B2 36-61	Color pardo fuerte (7.5 YR 4/6) en húmedo. Textura arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares medios débiles. Consistencia muy firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios pocos; sin raíces. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de moteados gruesos abundantes de color rojo (2.5 YR 4/8). Límite lineal claro.
C 61-88	Color variegado en húmedo. Textura arcillosa. Sin estructura (macizo). Consistencia extremadamente firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios pocos; sin raíces. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Se observa roca meteorizada.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 7. Diagrama de fotografías CA-17



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 21. Antecedentes punto de muestreo CA-21

Ubicación:	San Pedro, Melipilla, región Metropolitana
Pendiente:	Suavemente ondulado (5-8%)
Pedregosidad superficial:	Ligera (5% de gravas; 5% de piedras)
Coordenadas:	266.648 m E 6.234.416 m S
Altitud:	210 m.s.n.m.
Ambiente:	Terrenos agrícolas
Observaciones del lugar:	Se observa terreno arado y huellas de tránsito animal. Se registran rasgos erosivos asociados a pérdida laminar y costras coalescentes a causa de maquinaria agrícola.

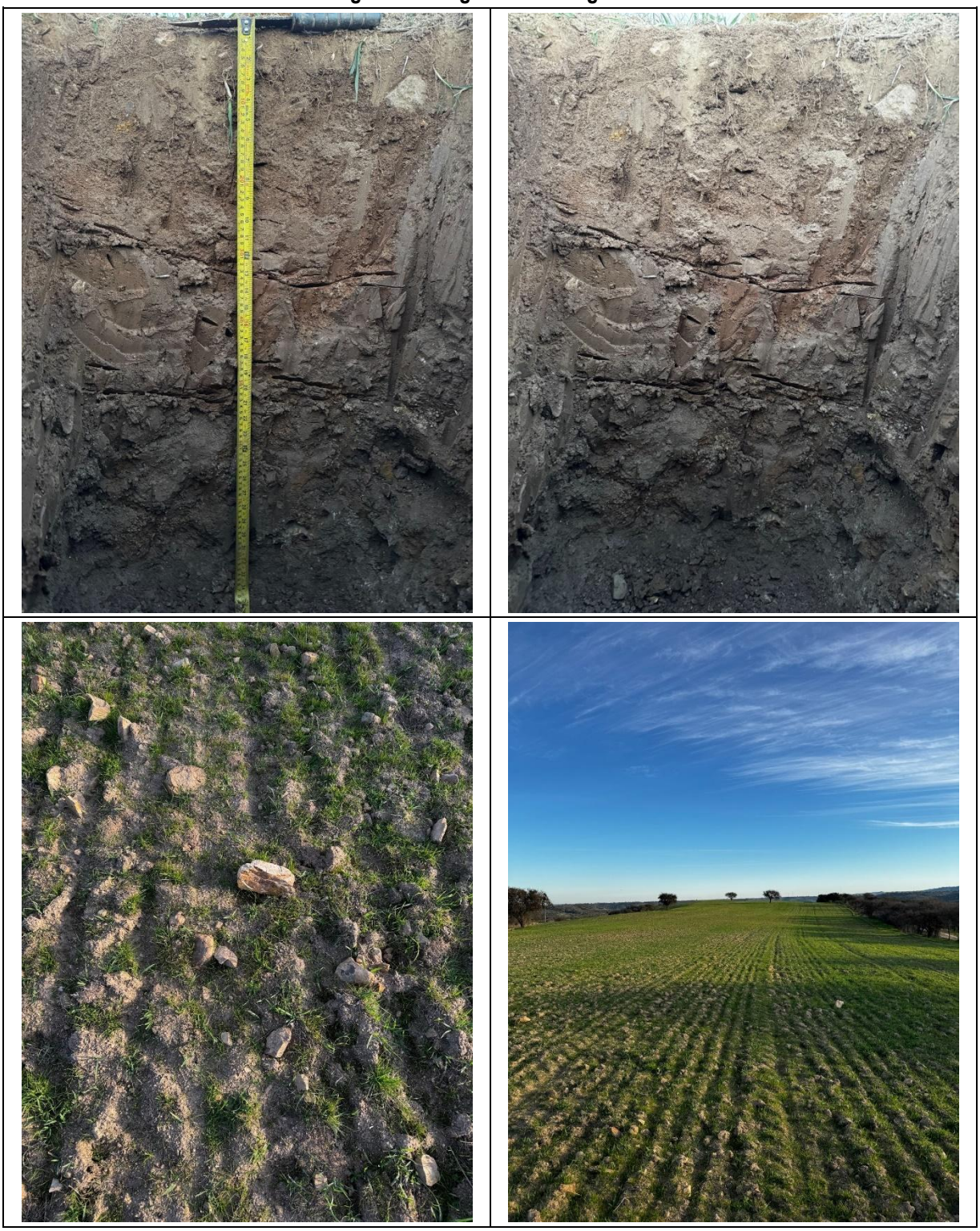
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Descripción del perfil de suelo CA-21

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-32	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces finas comunes y medias pocas. Presenta gravas en un 5%, piedras en un 5%. Sin efervescencia. Límite ondulado claro.
B1 32-51	Color pardo (7.5 YR 5/3) en húmedo. Textura arcillosa. Estructura en bloques subangulares gruesos débiles. Consistencia moderadamente firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios comunes; raíces finas pocas. Presenta gravas en un 5%, piedras en un 5%. Sin efervescencia. Presencia de cutanes. Límite lineal claro.
B2 51-86	Color pardo amarillento (10 YR 5/4) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares gruesos débiles. Consistencia moderadamente firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios comunes; sin raíces. Presenta gravas en un 5%, piedras en un 15%. Sin efervescencia. Presencia de moteados medios comunes de color pardo fuerte (7.5 YR 5/6). Límite lineal gradual.
C 86-88	Color pardo amarillento (10 YR 5/4) en húmedo. Roca meteorizada. Sin raíces. Sin efervescencia.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 8. Diagrama de fotografías CA-21



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 23. Antecedentes punto de muestreo CA-22

Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Suavemente ondulado (5-8%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (0%)
Coordenadas:	265.881 m E 6.233.285 m S
Altitud:	144 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se observan heces de animales. No presenta rasgos erosivos observables.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Descripción del perfil de suelo CA-22

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-33	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces finas comunes y medias pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite ondulado claro.
B 33-63	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares medios débiles. Consistencia moderadamente firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces finas comunes y gruesas pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de cutanes. Límite ondulado claro.
BC 63-100	Color pardo amarillento (10 YR 5/8) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Sin estructura (macizo). Consistencia muy firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios comunes; raíces medias pocas. Presenta gravas en un 15%. Sin efervescencia. Se observa material meteorizado hacia profundidad.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 9. Diagrama de fotografías CA-22



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 25. Antecedentes punto de muestreo CA-23

Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Suavemente ondulado (5-8%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (7% de gravas)
Coordenadas:	266.479 m E 6.232.898 m S
Altitud:	193 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se observan huellas de animales y presencia de heces. Al costado del sitio se encuentra un acopio de material de construcción. Se registran rasgos erosivos asociados a pérdida laminar por pastoreo y actividad animal.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Descripción del perfil de suelo CA-23

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-21	Color pardo (10 YR 4/3) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares gruesos moderados. Consistencia muy friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces finas abundantes. Presenta gravas en un 5%. Sin efervescencia. Presencia de lombrices. Límite ondulado claro.
B 21-52	Color pardo fuerte (7.5 YR 5/6) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios débiles. Consistencia muy friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios comunes; raíces finas pocas. Presenta gravas en un 20%. Sin efervescencia. Límite irregular claro.
C 52-90	Color pardo fuerte (7.5 YR 5/6) en húmedo. Roca meteorizada. Sin porosidad; sin raíces. Sin efervescencia.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 10. Diagrama de fotografías CA-23



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 27. Antecedentes punto de muestreo CA-24

Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Suavemente ondulado (5-8%)
Pedregosidad superficial:	Ligera (16% de gravas; 1% de piedras)
Coordenadas:	262.903 m E 6.236.588 m S
Altitud:	297 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se observa cultivo de frutillas (*Fragaria* × *ananassa*) y tanque de agua cercano. Se registran rasgos de erosión asociados a pérdida laminar.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Descripción del perfil de suelo CA-24

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-28	Color pardo (7.5 YR 4/2) en húmedo. Textura franca. Estructura en bloques subangulares medios fuertes. Consistencia moderadamente firme en húmedo, muy adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios comunes; raíces finas abundantes y medias comunes. Presenta gravas en un 15%. Sin efervescencia. Límite ondulado claro.
B 28-68	Color pardo (7.5 YR 5/4) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares gruesos moderados. Consistencia friable en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios pocos; raíces finas y medias pocas. Presenta gravas en un 25%. Sin efervescencia. Límite ondulado claro.
BC 68-100	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/6) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares finos débiles. Consistencia muy friable en húmedo, moderadamente adhesivo y ligeramente plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces finas pocas. Presenta gravas en un 45%. Sin efervescencia.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 11. Diagrama de fotografías CA-24



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 29. Antecedentes punto de muestreo CA-25

Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Suavemente ondulado (5-8%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (9% de gravas)
Coordenadas:	265.986 m E 6.232.106 m S
Altitud:	178 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se observa torre de alta tensión a 30 metros del punto de muestreo, y a 100 m aproximadamente se está construyendo un tranque y caminos vehiculares. Se registran rasgos erosivos asociados a pérdida laminar por actividad animal.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Descripción del perfil de suelo CA-25

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-39	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios fuertes. Consistencia muy friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes y gruesos pocos; raíces finas, medias abundantes y gruesas comunes. Presenta gravas en un 10%. Sin efervescencia. Límite ondulado abrupto.
B 39-87	Color pardo amarillento (10 YR 5/6) en húmedo. Textura arcillosa. Estructura en bloques subangulares gruesos moderados. Consistencia muy firme en húmedo, muy adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios comunes y gruesos abundantes; raíces finas pocas, medias y gruesas abundantes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite ondulado claro.
C 87-88	Color pardo fuerte (7.5 YR 5/8) en húmedo. Roca meteorizada. Sin raíces. Sin efervescencia.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 12. Diagrama de fotografías CA-25



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 31. Antecedentes punto de muestreo CA-26

Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Suavemente ondulado (5-8%)
Pedregosidad superficial:	Ligera (6% de gravas; 9% de piedras)
Coordenadas:	265.699 m E 6.231.428 m S
Altitud:	179 m.s.n.m.
Ambiente:	Plantación forestal
Observaciones del lugar:	Presencia de corral bovino. Se registran rasgos erosivos asociados a pérdida laminar de suelo y compactación, además de costras estructurales por tránsito animal.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. Descripción del perfil de suelo CA-26

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-17	Color pardo muy oscuro (7.5 YR 2.5/3) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares finos fuertes. Consistencia moderadamente firme en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios comunes y gruesos pocos; raíces finas comunes y medias pocas. Presenta gravas en un 5%, piedras en un 5%. Sin efervescencia. Límite lineal claro.
B 17-70	Color pardo (7.5 YR 4/3) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia muy firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios pocos; raíces finas y medias pocas. Presenta gravas en un 10%, piedras en un 20%. Sin efervescencia. Se observa roca meteorizada. Límite ondulado abrupto.
C 70-74	Color rojo pálido (2.5 YR 7/2) en húmedo. Presencia de roca consolidada con bajo proceso de meteorización hacia profundidad. Sin raíces. Sin efervescencia.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 13. Diagrama de fotografías CA-26



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Unidad: Cerro Moderadamente Ondulado (CMO)

Esta unidad se encuentra representada por los puntos de muestreo: CA-07, CA-08, CA-09 ,CA-15 y CA-16. Corresponden a suelos principalmente profundos, con excepción de CA-07 que representa suelo de clasificación muy profundo. Poseen pendientes complejas entre 8-15%, es decir, moderadamente ondulados. Presentan texturas moderadamente gruesas (franco arenosa) mayoritariamente, sin embargo se pueden encontrar texturas moderadamente finas (franco arcillosa) en profundidad. Respecto a los colores, estos se encuentran en el matiz 10 YR y 7.5 YR en superficie, variando algunos a 2.5 YR o 5 YR en profundidad. Se identifican raíces en su mayoría finas abundantes, medias pocas y gruesas pocas a abundantes a lo largo del perfil. En general, no presentan pedregosidad subsuperficial, a excepción de los suelos representados por la calicata CA-15 que poseen pedregosidad ligera y CA-08 pedregosidad moderada. No se observa reacción al ácido clorhídrico (HCl) en ninguno de los horizontes. El drenaje corresponde mayoritariamente a bien drenado, a excepción de los suelos representados por la calicata CA-09 que poseen un drenaje imperfecto, y CA-16 que representa suelos pobremente drenados.

A continuación, se presentan los detalles de las descripciones físico-morfológicas realizadas en esta unidad.

Tabla 33. Antecedentes punto de muestreo CA-07

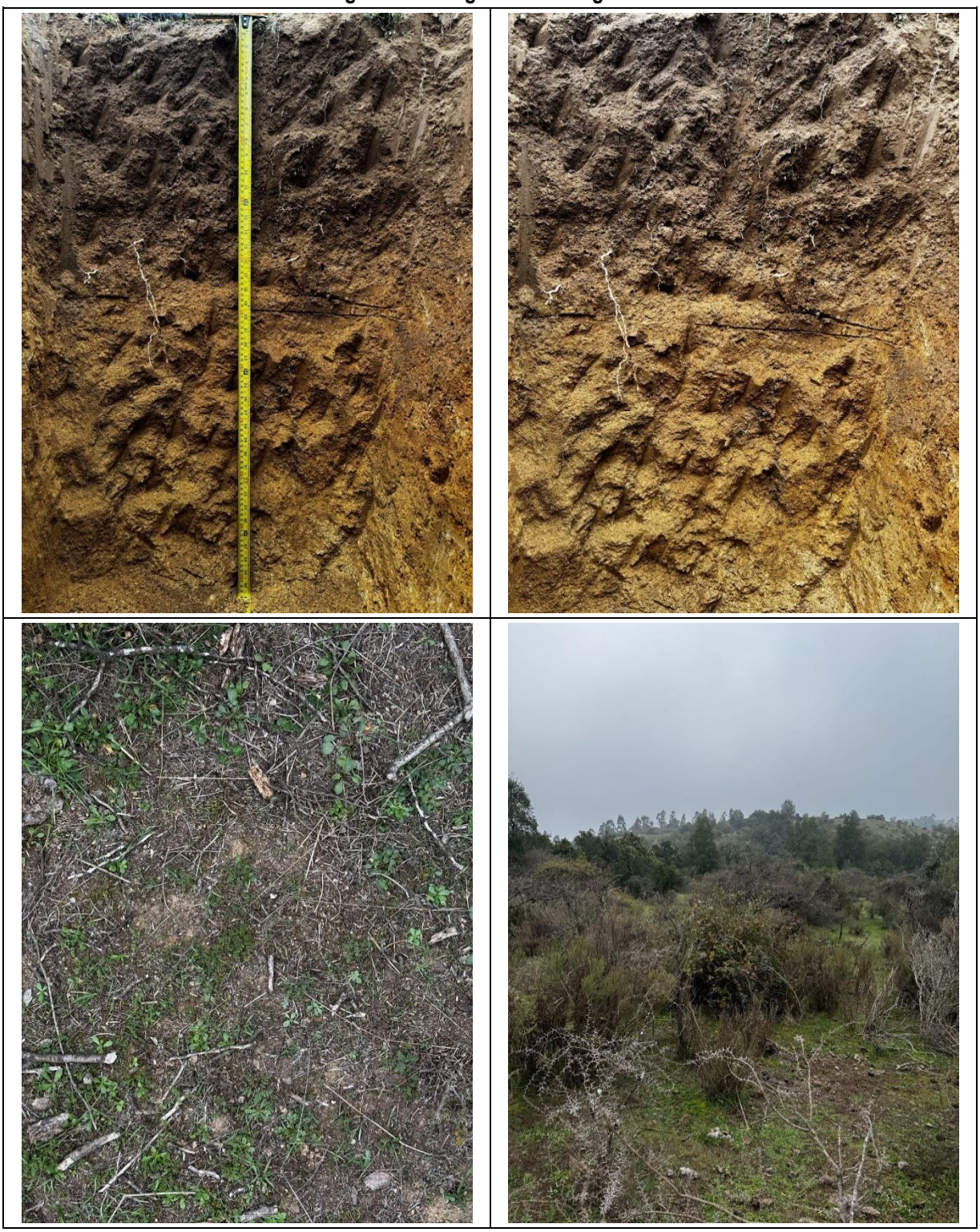
Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Moderadamente ondulado (8-15%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (1% de piedras)
Coordenadas:	260.929 m E 6.236.769 m S
Altitud:	381 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se observa bosque nativo con especies tales como espino (*Acacia caven*), quillay (*Quillaja saponaria*) y tebo (*Retanilla trinervia*). Presencia de rasgos erosivos asociados a pérdida laminar a causa de la actividad animal, se registran heces y huellas de tránsito animal.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. Descripción del perfil de suelo CA-07

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-48	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces finas abundantes, medias pocas y gruesas comunes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite lineal gradual.
B 48-103	Color pardo amarillento (10 YR 5/8) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares finos débiles. Consistencia muy friable en húmedo, moderadamente adhesivo y ligeramente plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces finas comunes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia localizada de roca meteorizada.

Fotografía 14. Diagrama de fotografías CA-07



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 35. Antecedentes punto de muestreo CA-08

Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Moderadamente ondulado (8-15%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (3% de gravas; 2% de piedras)
Coordenadas:	260.992 m E 6.235.777 m S
Altitud:	362 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se observan afloramientos rocosos (10%), además de presencia de caballos y vacas pastoreando en el entorno. Se registran rasgos erosivos asociados a pérdida laminar por tránsito animal.

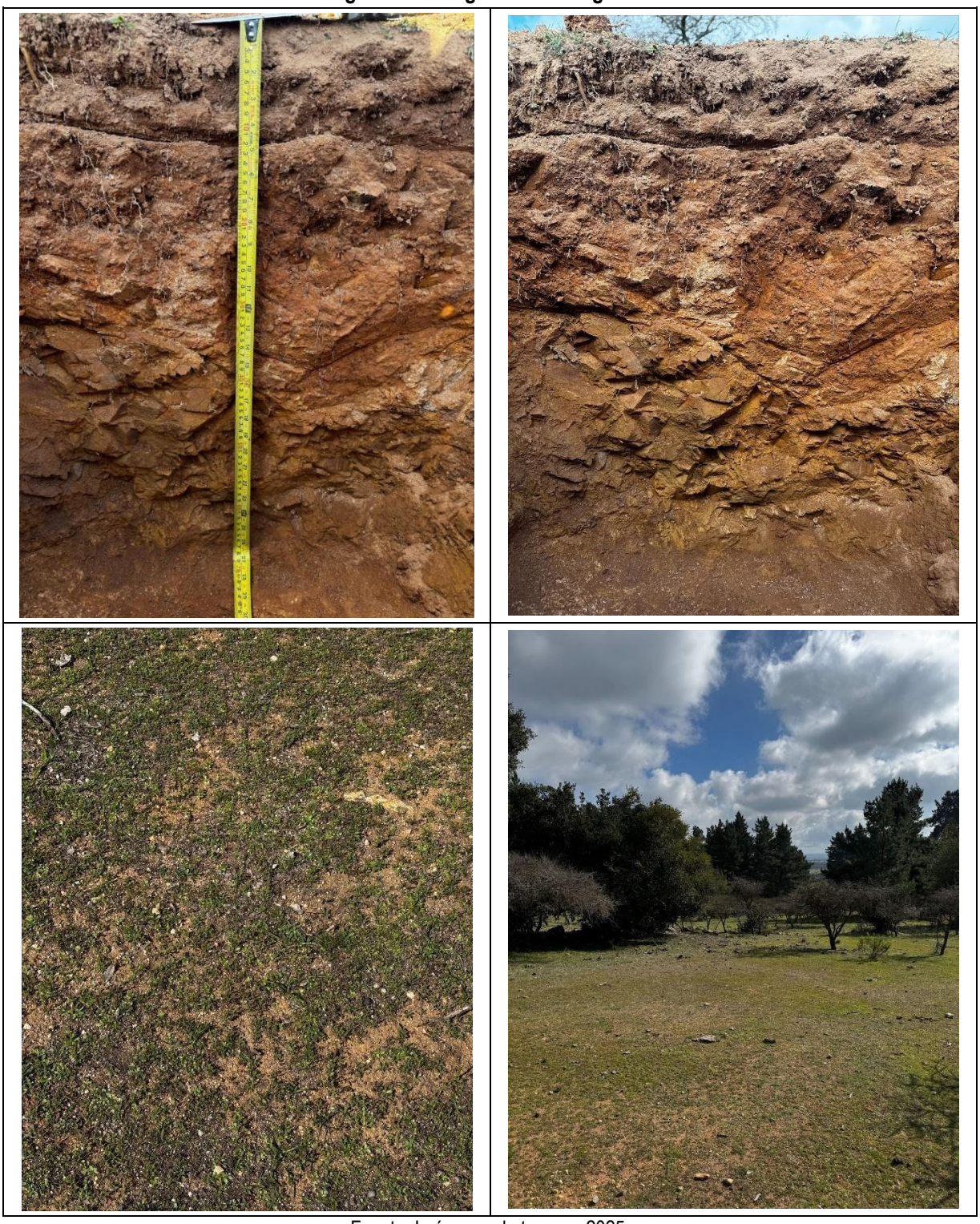
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. Descripción del perfil de suelo CA-08

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-10	Color pardo (7.5 YR 4/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios comunes; raíces finas abundantes y medias pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite lineal claro.
B 10-44	Color pardo fuerte (7.5 YR 4/6) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares finos moderados. Consistencia friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios comunes; raíces finas abundantes y medias pocas. Presenta gravas en un 5%. Sin efervescencia. Presencia de roca meteorizada. Límite ondulado claro.
C1 44-60	Color amarillo rojizo (7.5 YR 6/6) en húmedo. Textura franco arenosa. Sin estructura (macizo). Consistencia muy firme en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios pocos; raíces medias pocas. Presenta gravas en un 30%. Sin efervescencia. Presencia de roca meteorizada. Límite lineal gradual.
C2 60-63	Color amarillo rojizo (7.5 YR 6/6) en húmedo. Roca meteorizada. Sin raíces. Sin efervescencia.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 15. Diagrama de fotografías CA-08



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 37. Antecedentes punto de muestreo CA-09

Ubicación:	San Pedro, Melipilla, región Metropolitana
Pendiente:	Moderadamente ondulado (8-15%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (0%)
Coordenadas:	261.141 m E 6.235.040 m S
Altitud:	296 m.s.n.m.
Ambiente:	Praderas
Observaciones del lugar:	El punto de observación se encuentra en zona de lomaje con tránsito animal. Se observan canalículos y pérdida laminar.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38. Descripción del perfil de suelo CA-09

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-22	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios fuertes. Consistencia friable en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios abundantes y gruesos pocos; raíces finas comunes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite lineal claro.
B1 22-58	Color pardo muy oscuro (7.5 YR 2.5/3) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios fuertes. Consistencia friable en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios abundantes y gruesos pocos; raíces finas pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Se observa en límite inferior del horizonte concreciones gruesas comunes. Límite lineal gradual.
B2 58-100	Color pardo amarillento claro (10 YR 6/4) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Sin estructura (macizo). Consistencia muy firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios pocos; sin raíces. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Se observan moteados medios abundantes de color pardo amarillento (10 YR 5/8). Presencia de roca meteorizada que aumenta en profundidad.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 16. Diagrama de fotografías CA-09



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 39. Antecedentes punto de muestreo CA-15

Ubicación:	San Pedro, Melipilla, región Metropolitana
Pendiente:	Moderadamente ondulado (8-15%)
Pedregosidad superficial:	Ligera (10% de piedras)
Coordenadas:	262.626 m E 6.235.435 m S
Altitud:	289 m.s.n.m.
Ambiente:	Plantación forestal
Observaciones del lugar:	Se observa plantación de eucalipto (Eucalyptus globulus), presencia de troncos y montículos de suelo asociado a la extracción de árboles. Se registran rasgos erosivos asociados a pérdida laminar de suelo. Cercano al punto de muestreo hay basura depositada.

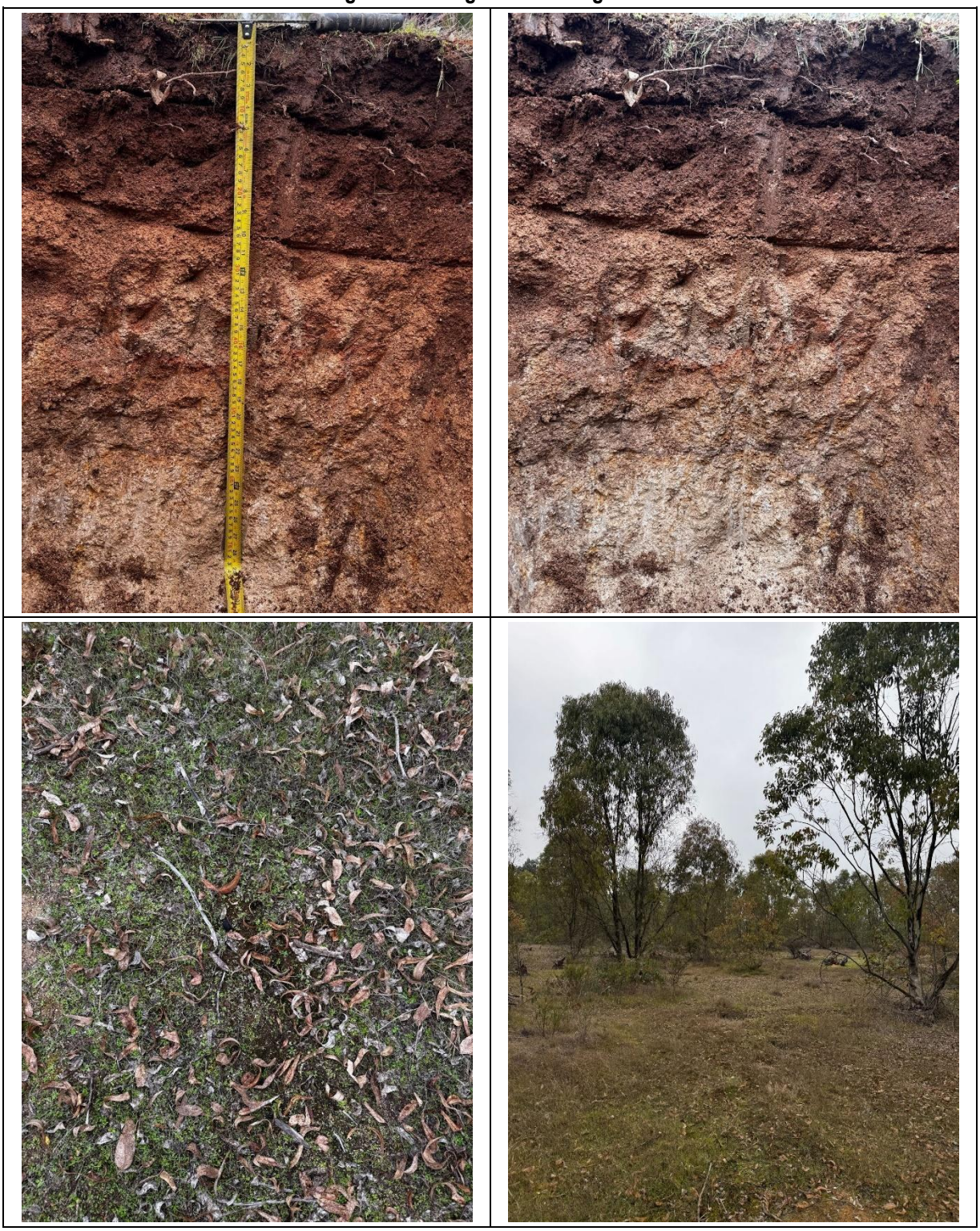
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40. Descripción del perfil de suelo CA-15

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-10	Color pardo oscuro (7.5 YR 3/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios fuertes. Consistencia muy friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces finas, medias y gruesas abundantes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite lineal abrupto.
B1 10-28	Color pardo rojizo (5 YR 4/4) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares finos fuertes. Consistencia friable en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios pocos y gruesos comunes; raíces finas abundantes, medias pocas y gruesas abundantes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite lineal claro.
B2 28-59	Color pardo muy pálido (10 YR 7/4) en un 80% y color rojo amarillento (5 YR 5/8) en un 20% ambos en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares gruesos débiles. Consistencia moderadamente firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios comunes; raíces gruesas pocas. Presenta gravas en un 10%. Sin efervescencia. Límite lineal gradual.
C 59-70	Color variegado en húmedo. Roca meteorizada. Sin raíces. Sin efervescencia. Se observa roca meteorizada que rompe a gravilla.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 17. Diagrama de fotografías CA-15



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 41. Antecedentes punto de muestreo CA-16

Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Moderadamente ondulado (8-15%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (1% de gravas; 2% de piedras)
Coordenadas:	263.132 m E 6.235.993 m S
Altitud:	281 m.s.n.m.
Ambiente:	Plantación forestal
Observaciones del lugar:	Se observan eucaliptos (Eucalyptus globulus) talados y afloramiento rocoso (5%). Se registran rasgos erosivos asociados a pérdida laminar por tránsito animal, además de heces de ganado.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42. Descripción del perfil de suelo CA-16

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-28	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia moderadamente firme en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios pocos; raíces finas, medias y gruesas pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de moteados finos pocos de color pardo fuerte (7.5 YR 5/8) y concreciones finas pocas. Límite ondular gradual.
BC 28-68	Color pardo (7.5 YR 5/4) en húmedo. Textura arcillosa. Sin estructura (macizo). Consistencia muy firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios pocos; raíces medias comunes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de moteados gruesos abundantes de color rojo (2.5 YR 4/6). Se observa roca meteorizada. Límite ondulado abrupto.
C 68-100	Color amarillo oliva (2.5 Y 6/6) en húmedo. Textura franco limosa. Sin estructura (macizo). Consistencia friable en húmedo, muy adhesivo y ligeramente plástico. Poros finos y medios pocos; sin raíces. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de moteados gruesos comunes de color pardo fuerte (7.5 YR 5/8). Se observa roca meteorizada.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 18. Diagrama de fotografías CA-16



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Unidad: Cerro Fuertemente Ondulado (CFO)

Esta unidad se encuentra representada por los puntos de muestreo: CA-11, CA-18, CA-19 ,CA-20. Corresponde mayoritariamente a suelos ligeramente profundos, con pendientes complejas entre 15-30%, es decir, fuertemente ondulados. Presentan texturas moderadamente gruesas (franco arenosa),y en algunos suelos texturas moderadamente finas (franco arcillo arenosa) en profundidad. Con estructura en bloques subangulares en superficie, así como bloques angulares hacia horizontes inferiores. Respecto a los colores, predominan los matices 10 YR y 7.5 YR, con variaciones a colores variegados en profundidad. Se describe la presencia de raíces finas comunes y abundantes, raíces medias y raíces gruesas pocas a lo largo del perfil. En general, no presenta pedregosidad subsuperficial, no obstante la calicata CA-18 presenta pedregosidad ligera y CA-20 pedregosidad moderada. Ninguno de los horizontes presenta reacción al ácido clorhídrico (HCl). El drenaje es principalmente bien drenado, debido a que en su mayoría posee texturas gruesas en sus horizontes.

A continuación, se presentan los detalles de las descripciones físico-morfológicas realizadas en esta unidad.

Tabla 43. Antecedentes punto de muestreo CA-11

Ubicación:	San Pedro, Melipilla, región Metropolitana
Pendiente:	Fuertemente ondulado (15-30%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (3% de gravas; 1% de piedras)
Coordenadas:	264.961 m E 6.235.340 m S
Altitud:	247 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se observa presencia de espinos (*Acacia caven*) y pastoreo de bovinos. Se registran rasgos erosivos asociados a pérdida laminar y cárcavas frecuentes.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44. Descripción del perfil de suelo CA-11

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-17	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares finos fuertes. Consistencia friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios comunes y gruesos pocos; raíces finas comunes. Presenta gravas en un 5%. Sin efervescencia. Pérdida de horizonte superficial. Límite ondulado abrupto.
R 17-40	Color variegado en húmedo. Material parental fragmentado. Raíces finas y medias comunes entre fracturas de la roca madre. Sin efervescencia. Material parental presenta rasgos de meteorización.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 19. Diagrama de fotografías CA-11



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 45. Antecedentes punto de muestreo CA-18

Ubicación:	San Pedro, Melipilla, región del Libertador General Bernardo O'Higgins
Pendiente:	Fuertemente ondulado (15-30%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (5% de gravas; 1% de piedras)
Coordenadas:	265.402 m E 6.235.720 m S
Altitud:	289 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se observa presencia de espinos (*Acacia caven*) y pastoreo bovino. Punto de muestreo se ubica cercano a tendido eléctrico. Se registran rasgos erosivos asociados a pérdida laminar por tránsito animal, además de compactación y costras estructurales por actividad ganadera.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46. Descripción del perfil de suelo CA-18

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-15	Color pardo oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares finos fuertes. Consistencia friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes y gruesos comunes; raíces finas comunes. Presenta gravas en un 5%. Sin efervescencia. Límite lineal abrupto.
B 15-43	Color pardo oscuro (7.5 YR 3/4) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques angulares finos fuertes. Consistencia moderadamente firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios abundantes y gruesos pocos; raíces finas pocas. Presenta gravas en un 5%. Sin efervescencia. Presencia de moteados finos pocos de color rojo amarillento (5 YR 4/6) y concreciones medias abundantes. Límite ondulado abrupto.
BC 43-100	Color pardo oscuro (7.5 YR 3/4) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques angulares finos débiles. Consistencia moderadamente firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios abundantes y gruesos pocos; sin raíces. Presenta gravas en un 8%. Sin efervescencia. Presencia de moteados medios comunes de color rojo amarillento (5 YR 4/6) y concreciones medias abundantes. Se observa roca meteorizada.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 20. Diagrama de fotografías CA-18



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 47. Descripción del perfil de suelo CA-19

Ubicación:	Litueche, Cardenal Caro, región Metropolitana
Pendiente:	Fuertemente ondulado (15-30%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (0%)
Coordenadas:	265.393 m E 6.234.672 m S
Altitud:	260 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque mixto
Observaciones del lugar:	Se observa presencia de espinos (Acacia caven), además de tránsito animal bovino y heces en superficie. Se registran rasgos erosivos asociados a compactación superficial.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48. Descripción del perfil de suelo CA-19

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-28	Color pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares finos fuertes. Consistencia friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes y gruesos comunes; raíces finas y medias abundantes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite lineal claro.
B 28-63	Color pardo fuerte (7.5 YR 4/6) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques angulares medios moderados. Consistencia moderadamente firme en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios comunes y gruesos pocos; raíces finas y medias pocas. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Límite lineal claro.
C 63-92	Color variegado en húmedo. Textura franco arenosa. Sin estructura (macizo). Consistencia muy firme en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios pocos; sin raíces. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Se observa material meteorizado que aumenta y se consolida hacia profundidad.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 21. Diagrama de fotografías CA-19



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 49. Antecedentes punto de muestreo CA-20

Ubicación:	San Pedro, Melipilla, región Metropolitana
Pendiente:	Fuertemente ondulado (15-30%)
Pedregosidad superficial:	Sin pedregosidad (4% de gravas; 1% de piedras)
Coordenadas:	266.209 m E 6.235.084 m S
Altitud:	239 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se observa pastoreo equino y bovino. Se registran rasgos erosivos asociados a pérdida laminar por tránsito y actividad animal.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50. Descripción del perfil de suelo CA-20

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-15	Color pardo (10 YR 4/3) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares gruesos moderados. Consistencia friable en húmedo, ligeramente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes y gruesos pocos; raíces finas y medias abundantes. Sin pedregosidad. Sin efervescencia. Presencia de lombrices en el horizonte Límite lineal claro.
B1 15-36	Color pardo oscuro (10 YR 3/3) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares medios débiles. Consistencia friable en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios abundantes; raíces finas y medias pocas. Presenta gravas en un 10%. Sin efervescencia. Límite ondulado claro.
B2 36-65	Color pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares medios débiles. Consistencia moderadamente firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios comunes; raíces finas pocas, medias comunes y gruesas abundantes. Presenta gravas en un 35%. Sin efervescencia. Límite ondulado claro.
C 65-76	Color color gris rojizo (5 Y 5/2) en húmedo. Roca meteorizada. Sin raíces. Sin efervescencia.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 22. Diagrama de fotografías CA-20



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Unidad: Lomajes (LOM)

Esta unidad se encuentra representada por los puntos de muestreo: CA-05 y CA-06. Corresponden a suelos ligeramente profundos y profundos, con pendientes complejas entre 30-45%, es decir, de lomajes. En general, poseen horizontes con texturas moderadamente gruesas (franco arenosa) y moderadamente finas (franco arcillosa arenosa), con estructura de bloques subangulares a lo largo del perfil. En cuanto a los colores de sus horizontes, se encuentran en el matiz 2.5 YR y 7.5 YR, variando en profundidad a matices de 5 YR y variegado. Se observaron raíces finas y medias abundantes y gruesas comunes en superficie, así como raíces finas comunes, y medias abundantes en profundidad. Los suelos representados por la calicata CA-05 no presentan pedregosidad subsuperficial, mientras que aquellos representados por la calicata CA-06 poseen pedregosidad moderada. No se observa reacción al ácido clorhídrico (HCl). El drenaje corresponde a bien drenado, ya que no se presencian estratas limitantes que dificultan el flujo de agua en el perfil. A continuación, se presentan los detalles de las descripciones físico-morfológicas realizadas en esta unidad.

Tabla 51. Antecedentes punto de muestreo CA-05

Ubicación:	San Pedro, Melipilla, región Metropolitana
Pendiente:	Moderadamente escarpado (30-45%)
Pedregosidad superficial:	Ligera (3% de gravas; 5% de piedras)
Coordenadas:	260.369 m E 6.239.082 m S
Altitud:	360 m.s.n.m.
Ambiente:	Plantación forestal
Observaciones del lugar:	Se registra plantación forestal de eucaliptos (Eucalyptus globulus). Se observan rasgos erosivos, en específico, pérdida laminar, exposición de raíces de carácter ocasional y presencia de cárcavas frecuentes.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52. Descripción del perfil de suelo CA-05

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
B 0-19	Color pardo rojizo oscuro (2.5 YR 2.5/4) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares finos moderados. Consistencia friable en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios abundantes y gruesos comunes; raíces finas y medias abundantes. Presenta gravas en un 5%. Sin efervescencia. Pérdida de horizonte superficial. Límite ondulado claro.
BC 19-44	Color rojo oscuro (2.5 YR 3/6) en húmedo. Textura franca. Estructura en bloques subangulares finos débiles. Consistencia friable en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios abundantes y gruesos pocos; raíces finas comunes y medias pocas. Presenta gravas en un 5%. Sin efervescencia. Presencia de fragmentos de roca con bajo grado de meteorización, además de restos vegetales en descomposición Límite lineal claro.
C 44-66	Color variegado en húmedo. Roca meteorizada. Sin raíces. Sin efervescencia.

Fotografía 25. Diagrama de fotografías CA-05



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

Tabla 53. Antecedentes punto de muestreo CA-06

Ubicación:	San Pedro, Melipilla, región Metropolitana
Pendiente:	Moderadamente escarpado (30-45%)
Pedregosidad superficial:	Ligera (2% de gravas; 11% de piedras)
Coordenadas:	260.790 m E 6.237.869 m S
Altitud:	439 m.s.n.m.
Ambiente:	Bosque nativo
Observaciones del lugar:	Se registra bosque nativo compuesto por especies de quillay (*Quillaja saponaria*), boldo (*Peumus boldus*), peumo (*Crytocarya alba*) y tebo (*Retanilla trinervia*). Se observan rasgos erosivos asociados a pérdida laminar, además de heces y huella de animales.

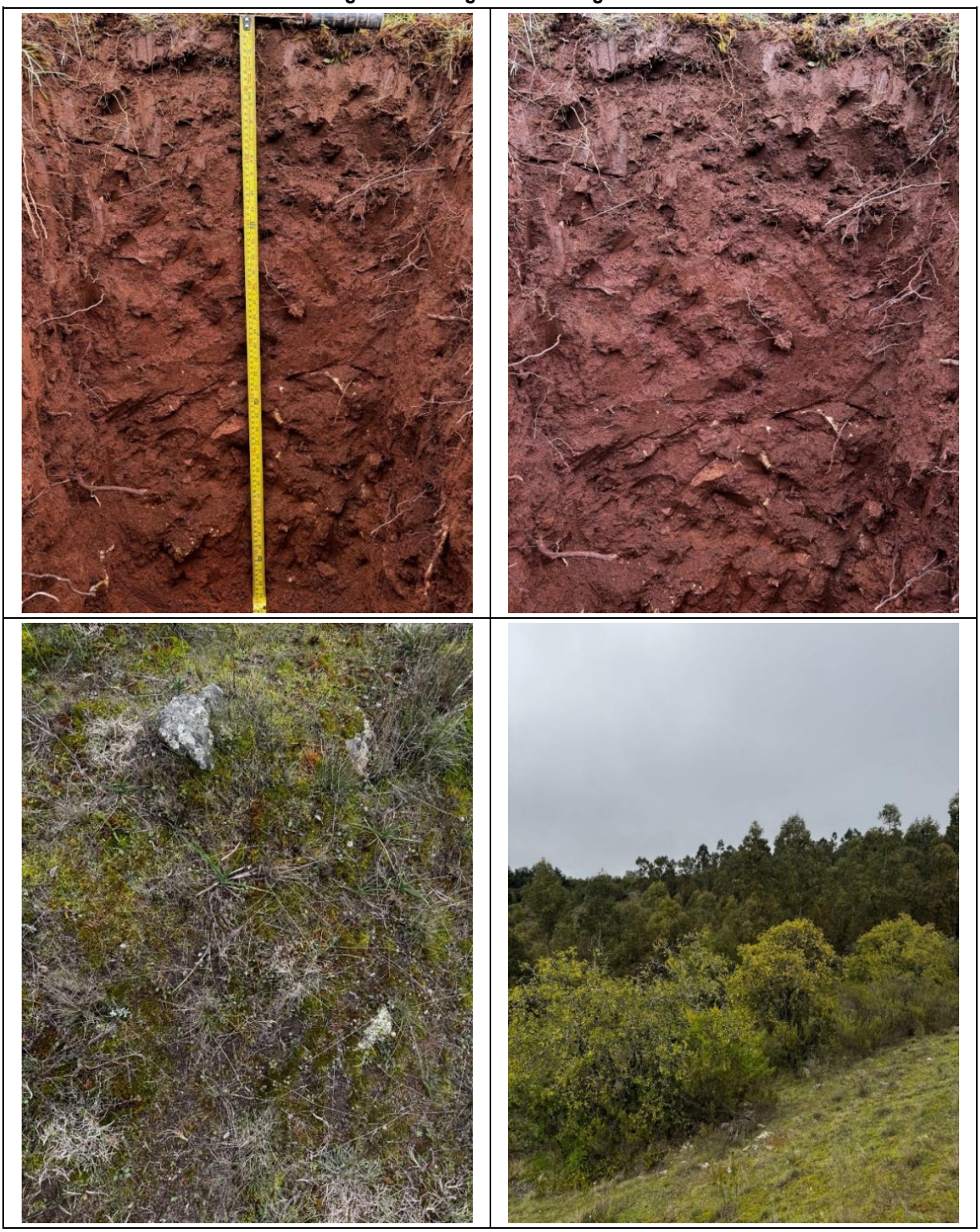
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54. Descripción del perfil de suelo CA-06

Horizonte Maestro – Profundidad (cm)	Descripción
A 0-20	Color pardo oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo. Textura franco arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia moderadamente firme en húmedo, moderadamente adhesivo y moderadamente plástico. Poros finos y medios pocos; raíces finas, medias abundantes y gruesas comunes. Piedras en un 10%. Sin efervescencia. Límite lineal claro.
B 20-56	Color pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares medios moderados. Consistencia moderadamente firme en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios pocos; raíces finas comunes, medias y gruesas abundantes. Presenta gravas en un 10%. Sin efervescencia. Presencia de carbón en el horizonte. Límite ondulado claro.
BC 56-100	Color rojo amarillento (5 YR 4/6) en húmedo. Textura franco arcillo arenosa. Estructura en bloques subangulares gruesos débiles. Consistencia friable en húmedo, muy adhesivo y muy plástico. Poros finos y medios pocos y gruesos abundantes; raíces finas pocas, medias comunes y gruesas abundantes. Presenta gravas en un 20%, piedras en un 25% en forma de material meteorizado y/o fragmentado. Sin efervescencia.

Fuente: Elaboración propia.

Fotografía 26. Diagrama de fotografías CA-06



Fuente: Imágenes de terreno, 2025.

5.4 Caracterización Físico-Química de Suelo

A partir de la información recopilada en terreno, en conjunto con los resultados analizados por el Laboratorio Agroanálisis de la Pontificia Universidad Católica (Anexo 1), se presentan los principales resultados de las propiedades físico-químicas de los suelos en el área de influencia del Proyecto. Cabe destacar que, la unidad de Otros Usos no presenta análisis de laboratorio, dado que no posee atributos correspondientes a una matriz edáfica, sino más bien a superficies en donde el suelo ha sido suprimido o alterado significativamente.

Unidad: Cerro Suavemente Ondulado (CSO)

En cuanto a las propiedades físicas, esta unidad presenta suelos que varían de ligeramente profundos a muy profundos, con predominio de texturas gruesas en superficie, como franco arenosa, areno francosa y arenosa. El drenaje muestra una amplia variabilidad, desde pobremente drenado hasta bien drenado. En los casos con drenaje deficiente, esta condición se debe principalmente a cambios abruptos hacia texturas más finas y/o a la pérdida de estructura en hacia los horizontes inferiores, lo que limita el movimiento del agua en profundidad. Como resultado, la retención de agua aprovechable fluctúa entre pobre (6,47 cm c.a.) y muy buena (19,11 cm c.a.), siendo menor en suelos con mayor proporción de texturas gruesas y porosidad gruesa.

Respecto a las propiedades químicas, estos suelos se clasifican como no salinos (<0,48 dS/m), no sódicos (RAS <2,11) y no calcáreos, ya que no presentan reacción al ácido clorhídrico (HCl). El pH se sitúa entre moderadamente ácido y neutro, con contenidos de materia orgánica en superficie 1,1% entre y 3,3%.

El análisis de fertilidad indica contenidos de nitrógeno entre 13 y 27 mg/kg. El fósforo presenta valores bajos, entre 1 y 24 mg/kg, según los criterios de laboratorio, sin embargo, la calicata CA-14 registra un valor excepcionalmente alto (166 mg/kg), asociado a su pH neutro, que favorece la disponibilidad de macronutrientes. En cuanto al potasio, la mayoría de los suelos muestra valores bajos, entre 67 y 172 mg/kg. Solo la calicata CA-26 presenta un contenido elevado (909 mg/kg), probablemente debido a que el punto de muestreo se ubicaba dentro de un corral bovino, donde las excretas aportan nutrientes adicionales. En general, los bajos contenidos de NPK se relacionan con el pH ácido de estos suelos, el cual limita la disponibilidad de nutrientes para las plantas.

Unidad: Cerro Moderadamente Ondulado (CMO)

En la unidad CMO, se describen principalmente suelos ligeramente profundos con predominancia de texturas moderadamente gruesas, tales como franco arenosa, en superficie. Aunque en su mayoría son suelos bien drenados, también se identifican suelos con drenaje imperfecto e incluso, pobremente drenados. Estas diferencias se evidencian principalmente por la presencia de estratas limitantes y variación de texturas finas en profundidad, donde se registran moteados y concreciones de variados tamaños y abundancia. La humedad aprovechable varía de buena (16,77 cm c.a.) a pobre (9,18 cm c.a.), debido a la proporción de suelo con texturas gruesas y con porosidad gruesas a lo largo del perfil.

Considerando las propiedades químicas, los suelos se clasifican en no salinos (<0,22 dS/m) y no sódicos (RAS<2,00), además de no calcáreos, dado que no se evidencia reacción al ácido clorhídrico en ningún punto de muestreo. Se registra un pH entre fuertemente ácido a neutro con un contenido de materia orgánica entre 0,9% a 1,9% en superficie.

Al analizar la fertilidad, se obtuvieron contenidos bajos de nitrógeno, fósforo y potasio. El nitrógeno disponible presenta valores menores a 24 mg/kg, mientras que el fósforo, en general, se encuentra por debajo de 4 mg/kg, rango considerado bajo según laboratorio. En cuanto al potasio, la mayoría de los suelos presentan valores

inferiores a 195 mg/kg; no obstante, las calicatas CA-08 y CA-15 registran concentraciones dentro del rango adecuado para este elemento, de acuerdo con la clasificación entregada por el laboratorio.

Unidad: Cerro Fuertemente Ondulado (CFO)

Respecto a las propiedades físicas, en general se describen suelos ligeramente profundos con presencia puntual de suelos delgados y muy profundos, además de texturas moderadamente gruesas, en específico, franco arenosa, que pueden variar a texturas moderadamente finas en profundidad. El drenaje en general es bien drenado, ya que no existen estratas limitantes que dificultan el flujo de agua en los horizontes, a excepción del suelo asociado a la calicata CA-18, en donde se observan rasgos redoximórficos en los horizontes inferiores, en específico moteado finos a medios y concreciones medias que aumentan de manera gradual. Se observa una capacidad de retención de agua que varía entre buena (17,84 cm c.a.) y muy pobre (3,09 cm c.a.).

En cuanto a las propiedades químicas, los resultados indican que se trata de suelos no salinos (<0,32 dS/m), no sódicos (RAS <0,71) y no calcáreos, ya que en terreno no se evidenció reacción al ácido clorhídrico (HCl). El pH registrado varía de moderadamente a levemente ácido, en concordancia con el contenido de materia orgánica (2,3–3,3%). Este comportamiento se debe a que la descomposición de la materia orgánica libera ácidos orgánicos que contribuyen a una ligera acidificación del suelo.

El análisis de fertilidad, enfocado en la disponibilidad de macronutrientes, reflejó un bajo contenido de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). El nitrógeno presentó valores entre 13 y 33 mg/kg. El fósforo presentó concentraciones bajas, entre 3 y 6 mg/kg, al igual que el potasio, cuyas concentraciones variaron entre 59 y 101 mg/kg. Sin embargo, la calicata CA-19 constituyó una excepción, registrando 142 mg/kg de fósforo y 365 mg/kg de potasio, valores considerados altos en relación con los rangos establecidos por el laboratorio. Una posible explicación de esta diferencia es que el punto de muestreo se encontraba en una zona de alto tránsito de bovinos, lo que genera un mayor aporte de nutrientes por las excretas de los animales, cabes destacar que este punto posee un pH (6.3) que favorece la disponibilidad de los nutrientes en el suelo.

Unidad: Lomajes (LOM)

Respecto a las propiedades físicas de esta unidad, se describen suelos ligeramente profundos y profundos, con texturas moderadamente gruesas, que en ocasiones tienden a variar a texturas moderadamente finas, con suelos sin pedregosidad subsuperficial y pedregosidad moderada. El drenaje corresponde a bien drenado, sin estratas limitantes, por lo que el agua es removida del suelo fácilmente. Estos suelos poseen agua aprovechable con valores que se encuentran entre regular (10,60 cm c.a.) y pobre (5,46 cm c.a.).

En cuanto a las propiedades químicas, los resultados indican que se trata de suelos no salinos (<0,11 dS/m), no sódicos (RAS <1,05) y no calcáreos, ya que en terreno no se evidenció reacción al ácido clorhídrico (HCl). El pH registrado se encuentra dentro del rango de fuertemente ácido a moderadamente ácido, mientras que sus valores de materia orgánica oscilan entre 1,8 y 2,0%.

El análisis de fertilidad, enfocado en la disponibilidad de macronutrientes, reflejó un bajo contenido de nitrógeno (N) y fósforo (P). El nitrógeno presentó valores entre 17 y 21 mg/kg, ,mientras que el fósforo mostró concentraciones de 2 a 7 mg/kg, valores inferiores al rango adecuado presentado por laboratorio. Finalmente, el potasio, entre 139 y 201 mg/kg, valores dentro del rango adecuado informado por laboratorio. Lo anterior guarda similitud con las unidades anteriormente abordadas, respecto a las condiciones que tienen efecto en los aportes de nutrientes al suelo.

5.5 Erosión

Para la caracterización de erosión en el área de influencia, se considera como información de referencia el análisis realizado por CIREN (2010) en la región Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins, en donde se evalúan los grados de erosión actual y potencial, considerando factores edáficos, topográficos y climáticos. A partir de esta información, en específico, de provincias de Melipilla y Cardenal Caro donde se ubica el área de influencia, se efectúa un cruce y contraste con los registros obtenidos en terreno, con el propósito de validar y complementar los resultados, identificando de manera más precisa las características particulares del medio físico que condicionan la erosión en el área de influencia del Proyecto. Cabe destacar que, se entiende erosión como un proceso en donde ocurre la destrucción o pérdida de las capas del suelo, por acción en conjunto o combinada del viento, agua y por factores antrópicos (CIREN, 2010).

Región Metropolitana

Esta región presenta 638 mil hectáreas con algún nivel de erosión (leve, moderada, severa o muy severa), representando un 44,3% de la superficie regional. Parte del territorio regional, en especial hacia la Cordillera de Los Andes, ha sido afectada por procesos erosivos de origen geológico que se desarrollan desde hace milenios. En este sentido, las comunas de Alhué y Colina concentran las mayores superficies con erosión severa y muy severa, siendo las más afectadas de la región, con un 70,1% y un 66,5% de su superficie erosionada, respectivamente.

En la Región Metropolitana, los suelos se caracterizan principalmente por la presencia de alfisoles con horizonte argílico, entisoles de escaso desarrollo, e inceptisoles con un desarrollo incipiente y minerales fácilmente alterables. También se encuentran mollisoles, distribuidos principalmente en el valle central de la región, vertisoles en zonas de relieve plano, y suelos misceláneos de diversas naturalezas (CIREN-CORFO, 1996). En cuanto al paisaje vegetal, este ha sufrido alteraciones, predominando actualmente formaciones de matorral esclerófilo y estepa arbustiva.

Al evaluar el riesgo de erosión potencial en la provincia de Melipilla, se observa un predominio de superficies con erosión severa y muy severa, que representan un 31,4% y 30,7%, respectivamente. En cuanto al índice de riesgo de erosión actual, se observa una variación significativa respecto de la erosión potencial, dentro de la cual se aprecia un aumento de la superficie con erosión de tipo moderada y baja o nula, con un 44,9% y 28,2% de las superficies respectivamente (CIREN, 2010).

Región Libertador General Bernardo O'Higgins

Esta región presenta 861 mil hectáreas con algún nivel de erosión (leve, moderadas, severa o muy severa), representando un 52,5% de la superficie regional. Una parte de este territorio, especialmente hacia la Cordillera de los Andes, también ha sido afectado por procesos erosivos de origen geológico que se han desarrollado durante milenios. Las comunas de Navidad y Paredones concentran los mayores índices de riesgo de erosión, tanto actual como potencial, registrando suelos con un 31% de erosión severa y un 27,8% de erosión muy severa.

En la Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, el relieve está conformado por la Cordillera de los Andes, Cordillera de la Costa y Planicies Litorales. En esta región predominan los suelos de régimen xérico, entre los cuales destacan los alfisoles, que suelen presentar problemas de drenaje debido a su alto contenido de arcilla y bajo nivel de materia orgánica. También se encuentran mollisoles, considerados excelentes suelos agrícolas por su buena estructura granular, alto contenido de materia orgánica y óptimo drenaje. Los vertisoles, por su parte, son suelos pesados y arcillosos, típicos de climas subhúmedos a áridos, mientras que los inceptisoles corresponden a

suelos incipientes y poco evolucionados. Finalmente, los andisoles se desarrollan a partir de depósitos de ceniza volcánica.

En cuanto a la vegetación, en las zonas de depresión intermedia predomina el desarrollo de formaciones arbustivas, mientras que en los sectores de la Cordillera de la Costa y la Cordillera de los Andes se observa la presencia de bosques esclerófilos. Cabe destacar el proceso de expansión urbana que ha experimentado la región, el cual ha ocurrido a expensas de terrenos agrícolas, praderas y matorrales (CONAF, 2002).

El riesgo de erosión potencial en la provincia de Cardenal Caro se concentra principalmente en superficies con erosión severa, que representan un 52,2% del total, seguidas por un 33,1% de áreas afectadas por erosión moderada. En cuanto al índice de riesgo de erosión actual, se observa una variación significativa respecto de la erosión potencial,en la cual la superficie con erosión severa disminuye, mientras que aquella con erosión moderada aumenta, alcanzando valores del 69,3% y 17,8%, respectivamente (CIREN, 2010).

A continuación, se presenta en la Tabla 63 y 64 las superficies con riesgo de erosión potencial y actual de las provincias de Melipilla y Cardenal Caro, de acuerdo a CIREN (2010).

Tabla 55. Superficie (ha) riesgo de erosión potencial en las provincias de Melipilla y Cardenal Caro

Provincia	Baja o nula	Moderada	Severa	Muy severa	Otras categorías	Suelos erosionados
Melipilla	98.417	39.052	125.167	128.163	16.824	407.623
Cardenal Caro	30.295	109.682	172.752	11.990	6.230	330.949

Fuente: CIREN, 2010.

Tabla 56. Superficie (ha) riesgo de erosión actual en las provincias de Melipilla y Cardenal Caro

Provincia	Baja o nula	Moderada	Severa	Muy severa	Otras categorías	Suelos erosionados
Melipilla	114.880	182.850	84.268	8.832	16.794	407.623
Cardenal Caro	35.241	229.513	58.856	1.242	6.096	330.949

Fuente: CIREN, 2010.

De acuerdo a la información registrada en terreno, en la unidad cerro suavemente ondulado (CSO) la mayoría se clasifica con erosión ligera con un 33,4%, en donde la cobertura vegetal se conforma, principalmente, de bosque nativo y los principales rasgos erosivos se resumen en pérdida laminar y/o compactación debido al tránsito y pastoreo animal, considerando las actividades de ganadería que se presentan en la zona. En menor proporción es posible encontrar suelos clasificados con erosión moderada (9,5%), en donde también se encuentran rasgos erosivos como pérdida laminar, además de encostramiento superficial debido a la actividad ganadera con mayor intensidad, en donde la cobertura vegetal varía entre terrenos agrícolas y plantación forestal. El resto de la superficie de la unidad, es decir, el 10,5% de la zona no presenta rasgos erosivos visibles, siendo clasificado con erosión no aparente.

La unidad cerro moderadamente ondulado (CMO) presenta suelos con erosión ligera en el 20,7% de la superficie con rasgos erosivos asociados a pérdida laminar y compactación por tránsito animal, similar situación a la unidad

anterior. El resto de la superficie se clasifica con erosión moderada, siendo representada por el 0,8% del área de influencia, en donde la categoría incrementa por la presencia de canalículos incipientes de carácter frecuente.

La unidad cerro fuertemente ondulado (CFO), al igual que las unidades anteriores, la mayoría de la superficie presenta erosión ligera con un 7,8%, en donde la cobertura vegetal que predomina es de bosque nativo con rasgos erosivos asociados a pérdida laminar, compactación y costras estructurales por la actividad ganadera en la zona. El 4,2% del área de influencia presenta erosión severa, en donde los principales rasgos erosivos corresponden a cárcavas frecuentes.

La unidad de lomajes (LOM) presenta en su mayoría erosión severa con un 9,0% del AI, en donde los principales rasgos erosivos corresponden a pérdida laminar junto con exposición de raíces de carácter ocasional y presencia de cárcavas frecuentes. También, se encuentran suelos con erosión ligera representando el 1,0% del área de influencia, en donde si bien se describe pérdida laminar, la cobertura vegetal asociada al bosque nativo cubre y protege la superficie ante agentes erosivos.

Por último, se identifica la unidad cartográfica de otros usos (OU), la cual no aplica para la clasificación de erosión. Esta unidad corresponde a superficie que ha sido modificada o alterada para el emplazamiento de edificaciones y/o caminos, por lo que ya no responde a factores ni procesos de formación de suelo. También se considera dentro de esta unidad la presencia de cuerpos de agua, tales como ríos, esteros o canales de regadío.

A continuación, se presenta la superficie representada por cada unidad homogénea de suelo y las clases de erosión identificadas.

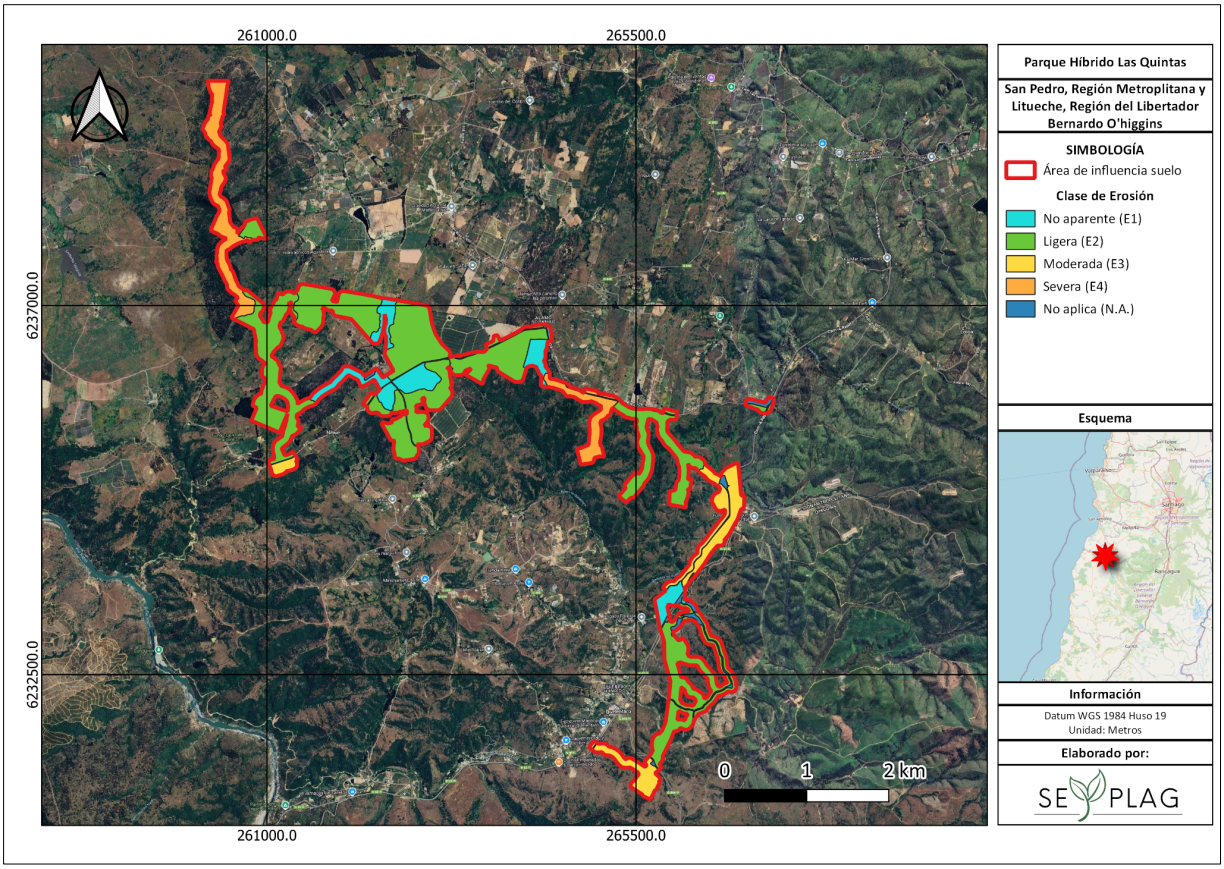
Tabla 57. Superficie de erosión en área de influencia del Proyecto

UHS	Punto de Muestreo	Clase de Erosión	Símbolo	Superficie	
				ha	%
Cerro suavemente ondulado (CSO)	CA-10, CA-13, CA-17, CA-22	No aparente	E1	59,25	10,5
	CA-01, CA-03, CA-12, CA-14, CA-23, CA-24, CA-25	Ligera	E2	188,71	33,4
	CA-21, CA-26	Moderada	E3	53,66	9,5
Cerro moderadamente ondulado (CMO)	CA-07, CA-08, CA-15, CA-16	Ligera	E2	116,94	20,7
	CA-09	Moderada	E3	4,69	0,8
Cerro fuertemente ondulado (CFO)	CA-18, CA-19, CA-20	Ligera	E2	43,98	7,8
	CA-11	Severa	E4	23,84	4,2
Lomajes (LOM)	CA-06	Ligera	E2	5,47	1,0
	CA-05	Severa	E4	50,72	9,0
Otros usos (OU)	N.A.	N.A.	-	17,57	3,1
Total				**564,81**	**100**

N.A.:No Aplica. Fuente: Elaboración propia, 2025.

La figura 5 presenta la representatividad de la erosión actual del área de influencia del Proyecto, mientras que los archivos digitales se presentan en el Anexo 2.

Figura 5. Clase de erosión en el área de influencia



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos

Según lo establecido en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres. Segunda Edición" (SEA, 2025), se evaluó la susceptibilidad de los suelos del área de influencia frente a la activación de procesos erosivos, tanto en su estado actual como con la intervención del proyecto.

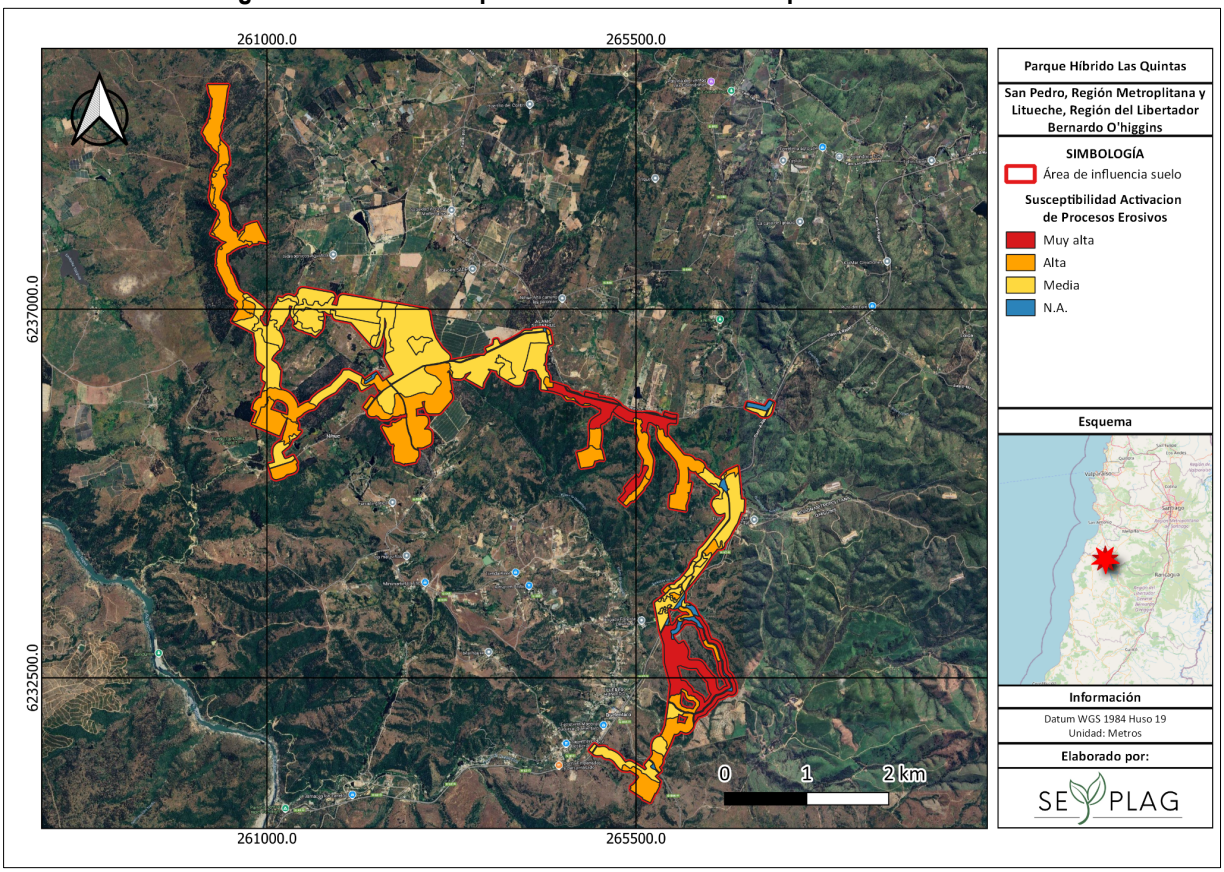
El análisis de la susceptibilidad de activación de procesos erosivos indica que, naturalmente, los suelos presentan condiciones que reflejan una media a muy alta susceptibilidad a la erosión, siendo el 47,58% de la superficie una susceptibilidad media, seguida de suelos con susceptibilidad alta y muy alta, con un 37,60 y 11,71% de la superficie total. La condición de alta a muy alta susceptibilidad está relacionada, principalmente, al alto riesgo edafotopográfico por el nivel de pendientes en el área de influencia y una mayor desprotección vegetacional ante coberturas vegetales de bosques y matorral-pradera abierta a muy abiertas, lo que influye en la protección de la superficie ante agentes erosivos. La condición media de susceptibilidad se ve atenuada por un nivel de pendientes menor al resto de la superficie y presencia de coberturas vegetales más densas o presencia de cultivos que reducen la desprotección. Cabe destacar que en un 3,11% de la superficie no aplica el análisis de susceptibilidad de activación de procesos erosivos, ya que corresponde a superficies previamente intervenidas, suprimidas o alteradas, las cuales no responden a factores ni procesos de formación del suelo.

Tabla 58. Superficie de Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos

Susceptibilidad Activación de Procesos Erosivos	Clase	Superficie	
		ha	%
Muy alta	4	66,117	11,71
Alta	3	212,372	37,60
Media	2	268,751	47,58
N.A.	-	17,566	3,11
Total		**564,806**	**100**

N.A.: No aplica. Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Susceptibilidad de activación de procesos erosivos



N.A.:No Aplica. Fuente: Elaboración propia, 2025.

Ahora bien, para la evaluación de la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos se consideran tanto las obras temporales como las obras permanentes del Proyecto. Las obras temporales incluyen áreas de acopio, instalación de faenas de trabajo y botaderos, mientras que las obras permanentes corresponden al área de paneles, plataformas, centros de transformación, subestación eléctrica, sistema BESS, redes de media y baja tensión soterradas, y caminos.

La ejecución de las partes, obras y acciones del Proyecto implica un aumento en la desprotección de la cobertura vegetal, lo que incrementa la vulnerabilidad de los suelos frente a los agentes erosivos, dejando el suelo expuesto de manera temporal o permanente durante la fase de ejecución. Como consecuencia, gran parte de la superficie del área de estudio incrementa su nivel de susceptibilidad, pasando de una condición media a alta. En este contexto, el 49,20% del área de estudio presenta una susceptibilidad alta a la activación de procesos erosivos, seguido por suelos con susceptibilidad media (26,61%) y muy alta (21,08%) del área de influencia total.

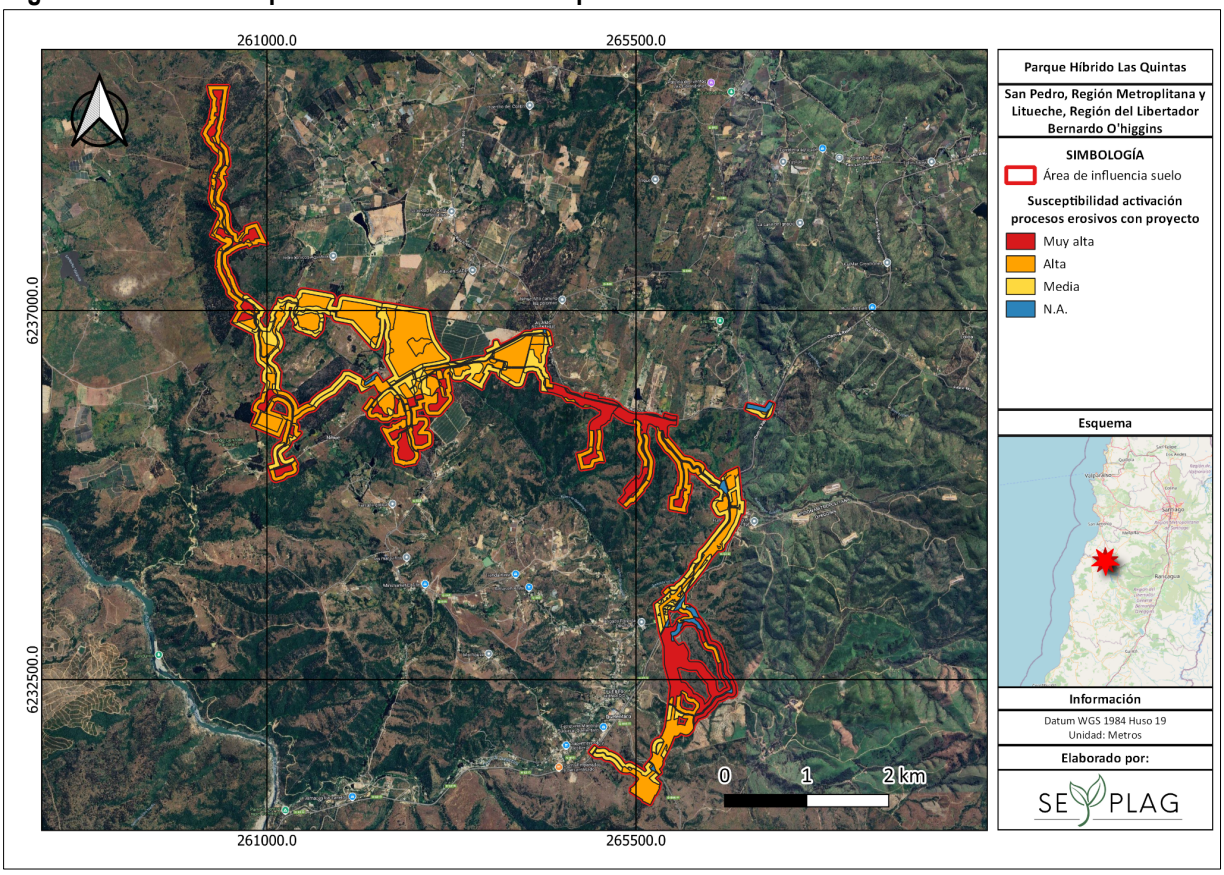
Cabe destacar que en el 3,11% de la superficie el análisis de susceptibilidad no es aplicable, dado que corresponde a áreas previamente intervenidas, suprimidas o alteradas, las cuales no responden a los factores ni a los procesos naturales de suelo.

Tabla 59. Superficie de Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos con obras

Susceptibilidad Activación de Procesos Erosivos	Clase	Superficie	
		ha	%
Muy alta	4	119,047	21,08
Alta	3	277,884	49,20
Media	2	150,309	26,61
N.A.	-	17,566	3,11
Total		**564,806**	**100**

N.A.: No aplica. Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Susceptibilidad de activación de procesos erosivos considerando intervención de obras



N.A.: No aplica. Fuente: Elaboración propia.

5.6 Clima

En el área de influencia del Proyecto se identifica en un clima templado cálido supratermal con régimen de humedad semi arido (Csb2Sa), siendo el Distrito 5-6-1: Litueche representativo de la zona. La temperatura varía entre un máximo de 27,9°C en enero y un mínimo de 5,7°C en julio, con un periodo favorable para la actividad vegetativa que dura 11 meses. La precipitación media anual es de 576 mm con un periodo seco de 7 meses. En relación a las heladas, se registran un promedio de 3 eventos, con un promedio de 339 días consecutivos libres de heladas. Por último, el promedio de la velocidad del viento es de 14,5 km/h según el registro de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC) en la estación Hidango Campex, región del Libertador General Bernardo O'Higgins (Santibañez, 2017).

En cuanto a la condición de inundación, las comunas de San Pedro y Litueche no presentan inundaciones asociadas a desbordes de ríos y esteros que cruzan las comunas ante precipitaciones intensas. Los cuerpos de agua más cercanos al área de influencia corresponden al Lago Rapel, ubicado a más de 4 km de distancia.

A partir de la información descrita de las variables climáticas en la zona, se procede a clasificar los factores climáticos que inciden sobre la capacidad de uso del suelo, según la Pauta de Estudios de Suelo (SAG, 2011):

Tabla 60. Criterios de clasificación variables climáticas

Variable	Condición	Clasificación	Símbolo
Período Libre de Heladas	150 o más días	Clase 1	F1
Vientos	<15 km/h	Ausente	V1
Inundación	Ninguna	Clase 1	I1

Fuente: Elaboración propia.

5.7 Clase Capacidad de Uso de Suelo

En el área de influencia, se presentaron 5 unidades homogéneas de suelo, las que fueron descritas por 26 calicatas en total, a partir de la información levantada en terreno, así como también de la obtenida en laboratorio (Anexo 1). A continuación, se asignan las clases de capacidad de uso a estos puntos de muestreo, considerando lo establecido en la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011 rectificada el 2016). En el Anexo 2 se representan cartográficamente las clases de capacidad de uso respectivas.

Unidad: Cerro Suavemente Ondulado (CSO)

Esta unidad se encuentra representada por los puntos de muestreo: CA-01, CA-03, CA-10 ,CA-12, CA-13, CA-14, CA-17, CA-21, CA-22, CA-23, CA-24, CA-25 y CA-26, las cuales abarcan una superficie de 301,597 ha que representa el 53,44% del área de influencia. Corresponden a suelos ligeramente profundos a muy profundos, con pendientes complejas entre 5-8%, es decir, suavemente onduladas. Presenta texturas gruesas, moderadamente gruesas y texturas medias, bien estructurado en superficie que, en ocasiones, pueden variar en macizo en profundidad. En cuanto a la pedregosidad subsuperficial, se identifican horizontes sin pedregosidad hasta horizontes con pedregosidad abundante. Los horizontes no presentan reacción al ácido clorhídrico (HCL). El drenaje varía desde pobremente drenado hasta bien drenado. A continuación, se presentan los detalles de las descripciones físico-morfológicas realizadas en esta unidad. }A continuación, se presentan las clases de capacidad de uso de suelo y sus parámetros de acuerdo con la Pauta de Estudios de Suelo (SAG, 2011 rectificado en 2016).

Tabla 61. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-01

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-01	III	s2	Corresponden a suelos arables que presentan leves limitaciones para el laboreo de los suelos, en este caso por el nivel de pendiente, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	**Pendiente**	**Pedregosidad Superficial**	**Drenaje**	**Textura**	**Agua aprovechable**	**Pedregosidad Sub-superficial**
Muy profundo (D6)	Suavemente ondulado (CK)	Sin pedregosidad (P1)	Bien drenado (W5)	Franco arenosa (Fa)	Muy buena (H1)	Sin pedregosidad (DP1)
Erosión	**Heladas**	**Vientos**	**Inundación**	**Salinidad**	**Sodicidad**	**Alcalinidad**
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-03

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-03	IV	w4	Corresponden a suelos en la última categoría de arables con limitantes relacionadas al pobre nivel de drenaje, por lo que se requieren manejos adecuados asociados a la restricción y/o prácticas de conservación de suelo.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	**Pendiente**	**Pedregosidad Superficial**	**Drenaje**	**Textura**	**Agua aprovechable**	**Pedregosidad Sub-superficial**
Muy profundo (D6)	Suavemente ondulado (CK)	Sin pedregosidad (P1)	Pobremente drenado (W2)	Franco arenosa (Fa)	Buena (H2)	Sin pedregosidad (DP1)
Erosión	**Heladas**	**Vientos**	**Inundación**	**Salinidad**	**Sodicidad**	**Alcalinidad**
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-10

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-10	III	s1	Corresponden a suelos arables que presentan leves limitaciones de arraigamiento para especies con raíces profundas, en este caso por la profundidad efectiva, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	**Pendiente**	**Pedregosidad Superficial**	**Drenaje**	**Textura**	**Agua aprovechable**	**Pedregosidad Sub-superficial**
Ligeramente profundo (D3)	Suavemente ondulado (CK)	Sin pedregosidad (P1)	Drenaje imperfecto (W3)	Areno francosa (aF)	Regular (H3)	Sin pedregosidad (DP1)
Erosión	**Heladas**	**Vientos**	**Inundación**	**Salinidad**	**Sodicidad**	**Alcalinidad**
No aparente (E1)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-12

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-12	III	s2	Corresponden a suelos arables que presentan leves limitaciones para el laboreo de los suelos, en este caso por el nivel de pendiente, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo.
CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO			
Profundidad	**Pendiente**	**Pedregosidad Superficial**	**Drenaje**	**Textura**	**Agua aprovechable**	**Pedregosidad Sub-superficial**
Muy profundo (D6)	Suavemente ondulado (CK)	Sin pedregosidad (P1)	Drenaje imperfecto (W3)	Franco arenosa (Fa)	Muy buena (H1)	Sin pedregosidad (DP1)
Erosión	**Heladas**	**Vientos**	**Inundación**	**Salinidad**	**Sodicidad**	**Alcalinidad**
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-13

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-13	IV	w4	Corresponden a suelos en la última categoría de arables con limitantes relacionadas al pobre nivel de drenaje, por lo que se requieren manejos adecuados asociados a la restricción y/o prácticas de conservación de suelo.
CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO			
Profundidad	**Pendiente**	**Pedregosidad Superficial**	**Drenaje**	**Textura**	**Agua aprovechable**	**Pedregosidad Sub-superficial**
Muy profundo (D6)	Suavemente ondulado (CK)	Sin pedregosidad (P1)	Pobremente drenado (W2)	Franco arenosa (Fa)	Buena (H2)	Sin pedregosidad (DP1)
Erosión	**Heladas**	**Vientos**	**Inundación**	**Salinidad**	**Sodicidad**	**Alcalinidad**
No aparente (E1)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-14

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-14	IV	s8	Corresponden a suelos en la última categoría de arables con limitantes relacionadas al bajo almacenamiento de agua, por lo que se requieren manejos adecuados asociados a la restricción y/o prácticas de conservación de suelo.
CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO			

Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Ligeramente profundo (D3)	Suavemente ondulado (CK)	Sin pedregosidad (P1)	Drenaje imperfecto (W3)	Arenosa (a)	Pobre (H4)	Ligera (DP2)
Erosión	**Heladas**	**Vientos**	**Inundación**	**Salinidad**	**Sodicidad**	**Alcalinidad**
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Tabla 67. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-17

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-17	IV	s4	Corresponden a suelos en la última categoría arable con limitantes relacionadas al pobre nivel de drenaje, debido a la condición edáfica, por lo que se requieren manejos adecuados asociados a la restricción y/o prácticas de conservación de suelo.
CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO			
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Ligeramente profundo (D3)	Suavemente ondulado (CK)	Sin pedregosidad (P1)	Pobremente drenado (W2)	Areno francosa (aF)	Pobre (H4)	Sin pedregosidad (DP1)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
No aparente (E1)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 68. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-21

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-21	III	s2	Corresponden a suelos arables que presentan leves limitaciones para el laboreo de los suelos, en este caso por el nivel de pendiente, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo.
CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO			
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Moderadamente profundo (D4)	Suavemente ondulado (CK)	Ligera (P2)	Drenaje imperfecto (W3)	Franco arenosa (Fa)	Regular (H3)	Moderada (DP3)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad

Moderada (E3)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 69. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-22

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante			
CA-22	III	s2	Corresponden a suelos arables que presentan leves limitaciones para el laboreo de los suelos, en este caso por el nivel de pendiente, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo.			
CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Muy profundo (D6)	Suavemente ondulado (CK)	Sin pedregosidad (P1)	Bien drenado (W5)	Franco arenosa (Fa)	Buena (H2)	Ligera (DP2)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
No aparente (E1)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-23

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante			
CA-23	IV	s8	Corresponden a suelos en la última categoría de arables con limitantes relacionadas al bajo almacenamiento de agua, por lo que se requieren manejos adecuados asociados a la restricción y/o prácticas de conservación de suelo.			
CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Ligeramente profundo (D3)	Suavemente ondulado (CK)	Sin pedregosidad (P1)	Bien drenado (W5)	Franco arenosa (Fa)	Pobre (H4)	Ligera (DP2)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 71. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-24

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-24	III	s2	Corresponden a suelos arables que presentan leves limitaciones para el laboreo de los suelos, en este caso por el nivel de pendiente, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo.
CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO			
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje
Muy profundo (D6)	Suavemente ondulado (CK)	Ligera (P2)	Bien drenado (W5)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)

Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Franca (F)	Buena (H2)	Moderada (DP3)
Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 72. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-25

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-25	III	s2	Corresponden a suelos arables que presentan leves limitaciones para el laboreo de los suelos, en este caso por el nivel de pendiente, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo.
CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO			
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje
Moderadamente profundo (D4)	Suavemente ondulado (CK)	Sin pedregosidad (P1)	Bien drenado (W5)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)

Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Franco arenosa (Fa)	Muy buena (H1)	Sin pedregosidad (DP1)
Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 73. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-26

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-26	III	s2	Corresponden a suelos arables que presentan leves limitaciones para el laboreo de los suelos, en este caso por el nivel de pendiente, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Moderadamente profundo (D4)	Suavemente ondulado (CK)	Ligera (P2)	Bien drenado (W5)	Franco arenosa (Fa)	Buena (H2)	Moderada (DP3)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
Moderada (E3)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Unidad: Cerro Moderadamente Ondulado (CMO)

Esta unidad se encuentra representada por los puntos de muestreo: CA-07, CA-08, CA-09 ,CA-15 y CA-16, los cuales representan una superficie total de 121,632 ha, es decir, el 21,54% del área de influencia. Corresponden a suelos principalmente profundos con pendientes complejas entre 8-15%, es decir, moderadamente ondulados. Presentan texturas moderadamente gruesas mayoritariamente en superficie, con pedregosidad subsuperficial que varía de nula a moderada. No se observa reacción al ácido clorhídrico (HCl) en ninguno de los horizontes. El drenaje corresponde mayoritariamente a bien drenado, pero que en sectores puede variar a imperfecto o pobremente drenado. A continuación, se presentan las clases de capacidad de uso de suelo y sus parámetros de acuerdo con la Pauta de Estudios de Suelo (SAG, 2011 rectificado en 2016).

Tabla 74. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-07

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-07	IV	s2	Corresponden a suelos en la última categoría de arables sin grandes riesgos de erosión con manejos adecuados de las limitantes en torno a pendiente, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Muy profundo (D6)	Moderadamente ondulado (DK)	Sin pedregosidad (P1)	Bien drenado (W5)	Franco arenosa (Fa)	Buena (H2)	Sin pedregosidad (DP1)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad

Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 75. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-08

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-08	IV	s2	Corresponden a suelos en la última categoría de arables sin grandes riesgos de erosión con manejos adecuados de las limitantes en torno a pendiente, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Ligeramente profundo (D3)	Moderadamente ondulado (DK)	Sin pedregosidad (P1)	Bien drenado (W5)	Franco arenosa (Fa)	Regular (H3)	Moderada (DP3)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 76. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-09

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-09	IV	s2	Corresponden a suelos en la última categoría de arables sin grandes riesgos de erosión con manejos adecuados de las limitantes en torno a pendiente, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Ligeramente profundo (D3)	Moderadamente ondulado (DK)	Sin pedregosidad (P1)	Drenaje imperfecto (W3)	Franco arenosa (Fa)	Pobre (H4)	Sin pedregosidad (DP1)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
Moderada (E3)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 77. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-15

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-15	IV	s2	Corresponden a suelos en la última categoría de arables sin grandes riesgos de erosión con manejos adecuados de las limitantes en torno a pendiente, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Ligeramente profundo (D3)	Moderadamente ondulado (DK)	Sin pedregosidad (P1)	Bien drenado (W1)	Franco arenosa (Fa)	Regular (H3)	Ligera (DP2)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 78. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-16

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-16	IV	s2	Corresponden a suelos en la última categoría de arables sin grandes riesgos de erosión con manejos adecuados de las limitantes en torno a pendiente, por lo que se requieren prácticas de conservación de suelo.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Ligeramente profundo (D3)	Moderadamente ondulado (DK)	Sin pedregosidad (P1)	Pobremente drenado (W2)	Franco arenosa (Fa)	Regular (H3)	Sin pedregosidad (DP1)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Unidad: Cerro Fuertemente Ondulado (CFO)

Esta unidad se encuentra representada por los puntos de muestreo: CA-11, CA-18, CA-19 ,CA-20, abarcando una superficie de 67,820 ha, es decir, el 12,01% del área de influencia. Corresponde mayoritariamente a suelos ligeramente profundos, con pendientes complejas entre 15-30%, es decir, fuertemente ondulados. Presentan texturas moderadamente gruesas y en algunos sectores texturas moderadamente finas en profundidad. En general, la pedregosidad subsuperficial varía entre nula a moderada. No presenta reacción al ácido clorhídrico (HCl). El drenaje es principalmente bien drenado. A continuación, se presentan las clases de capacidad de uso de suelo y sus parámetros de acuerdo con la Pauta de Estudios de Suelo (SAG, 2011 rectificado en 2016).

Tabla 79. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-11

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-11	VII	s1	Corresponden a suelos no aptos para laboreo con limitaciones severas en torno a la profundidad efectiva, siendo suelos muy delgados y por tanto, restringiendo el desarrollo de especies. Su uso se puede adecuar para pastoreo y/o explotación forestal.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Muy delgado (D1)	Fuertemente ondulado (EK)	Sin pedregosidad (P1)	Bien drenado (W5)	Franco arenosa (Fa)	Muy pobre (H5)	Sin pedregosidad (DP1)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
Severa (E4)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 80. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-18

ID (Punto de muestreo)	**CCUS**	**Subclase**	**Observaciones de la limitante**
CA-18	VI	s2	Corresponden a suelos no aptos para el laboreo, dada su limitante relacionada al nivel de pendiente, por lo que su uso se restringe a actividad ganadera o explotación forestal.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	**Pendiente**	**Pedregosidad Superficial**	**Drenaje**	**Textura**	**Agua aprovechable**	**Pedregosidad Sub-superficial**
Muy profundo (D6)	Fuertemente ondulado (EK)	Sin pedregosidad (P1)	Drenaje imperfecto (W3)	Franco arenosa (Fa)	Buena (H2)	Ligera (DP2)
Erosión	**Heladas**	**Vientos**	**Inundación**	**Salinidad**	**Sodicidad**	**Alcalinidad**
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-19

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-19	VI	s2	Corresponden a suelos no aptos para el laboreo, dada su limitante relacionada al nivel de pendiente, por lo que su uso se restringe a actividad ganadera o explotación forestal.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	**Pendiente**	**Pedregosidad Superficial**	**Drenaje**	**Textura**	**Agua aprovechable**	**Pedregosidad Sub-superficial**
Ligeramente profundo (D3)	Fuertemente ondulado (EK)	Sin pedregosidad (P1)	Bien drenado (W5)	Franco arenosa (Fa)	Regular (H3)	Sin pedregosidad (DP1)
Erosión	**Heladas**	**Vientos**	**Inundación**	**Salinidad**	**Sodicidad**	**Alcalinidad**
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-20

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-20	VI	s2	Corresponden a suelos no aptos para el laboreo, dada su limitante relacionada al nivel de pendiente, por lo que su uso se restringe a actividad ganadera o explotación forestal.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	**Pendiente**	**Pedregosidad Superficial**	**Drenaje**	**Textura**	**Agua aprovechable**	**Pedregosidad Sub-superficial**
Ligeramente profundo (D3)	Fuertemente ondulado (EK)	Sin pedregosidad (P1)	Bien drenado (W5)	Franco arenosa (Fa)	Regular (H3)	Moderada (DP3)
Erosión	**Heladas**	**Vientos**	**Inundación**	**Salinidad**	**Sodicidad**	**Alcalinidad**
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Unidad: Lomajes (LOM)

Esta unidad se encuentra representada por los puntos de muestreo: CA-05 y CA-06 con una superficie de 56,566 ha, lo que representa el 9,95% del área de influencia. Corresponden a suelos ligeramente profundos a profundos, con pendientes complejas entre 30-45%, es decir, de lomajes. En general, poseen horizontes con texturas moderadamente gruesas y moderadamente finas. La pedregosidad subsuperficial va de nula a moderada. No se observa reacción al ácido clorhídrico (HCl). El drenaje corresponde a bien drenado, ya que no se presencian estratas limitantes que dificultan el flujo de agua en el perfil. A continuación, se presentan las clases de capacidad de uso de suelo y sus parámetros de acuerdo con la Pauta de Estudios de Suelo (SAG, 2011 rectificado en 2016).

Tabla 83. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-05

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-05	VI	s2	Corresponden a suelos no aptos para el laboreo, dada su limitante relacionada al nivel de pendiente, por lo que su uso se restringe a actividad ganadera o explotación forestal.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Ligeramente profundo (D3)	De Lomajes (FK)	Sin pedregosidad (P1)	Bien drenado (W5)	Franco arcillosa arenosa (FAa)	Pobre (H4)	Sin pedregosidad (DP1)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
Severa (E4)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 84. Clasificación Clase Capacidad de Uso de Suelo CA-06

ID (Punto de muestreo)	CCUS	Subclase	Observaciones de la limitante
CA-06	VI	s2	Corresponden a suelos no aptos para el laboreo, dada su limitante relacionada al nivel de pendiente, por lo que su uso se restringe a actividad ganadera o explotación forestal.

CRITERIOS QUE DETERMINAN LA CAPACIDAD DE USO DE SUELO						
Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Drenaje	Textura	Agua aprovechable	Pedregosidad Sub-superficial
Muy profundo (D6)	De Lomajes (FK)	Ligera (P2)	Bien drenado (W5)	Franco arenosa (Fa)	Regular (H3)	Moderada (DP3)
Erosión	Heladas	Vientos	Inundación	Salinidad	Sodicidad	Alcalinidad
Ligera (E2)	150 días o más (F1)	Ausente (V1)	Ninguna (I1)	No salino (S0)	No sódico (N0)	No calcáreo (A0)

Fuente: Elaboración propia.

Resumen Clases de Capacidad de Uso de Suelo

A partir de las clasificaciones presentadas para cada UHS, se presenta en la tabla 85 un resumen de las superficies y representatividad abarcadas en cada unidad y sus respectivas clases de capacidad de uso de suelo consideradas en el área de influencia de suelo, así como también en la tabla 86 se indica las CCUS por tipo obras del proyecto, asociadas a la superficie de intervención. En la figura 8 se representan las clases de capacidad de uso de suelos en el área de influencia.

Tabla 85. Superficies desglosadas por unidad de suelo y clase de capacidad de uso

Unidad Homogénea de Suelo	Punto de muestreo	Clase Capacidad de Uso	Limitantes	Superficie área de influencia	
				ha	%
Cerro Suavemente Ondulado	CA-10	III	s1	29,975	5,31
	CA-01, CA-12, CA-21, CA-22, CA-24, CA-25, CA-26	III	s2	126,168	22,33
	CA-17	IV	s4	10,344	1,83
	CA-03, CA-13	IV	w4	48,334	8,56
	CA-14, CA-23	IV	s8	86,772	15,36
Cerro Moderadamente Ondulado	CA-07, CA-08, CA-09, CA-15, CA-16	IV	s2	121,634	21,54
Cerro Fuertemente Ondulado	CA-11	VII	s1	23,841	4,22
	CA-18, CA-19, CA-20	VI	s2	43,980	7,79
Lomajes	CA-05, CA-06	VI	s2	56,192	9,95
Otros usos	N.A.	N.A.	-	17,566	3,11
Total				**564,806**	**100**

N.A.: No Aplica. Fuente: Elaboración propia.

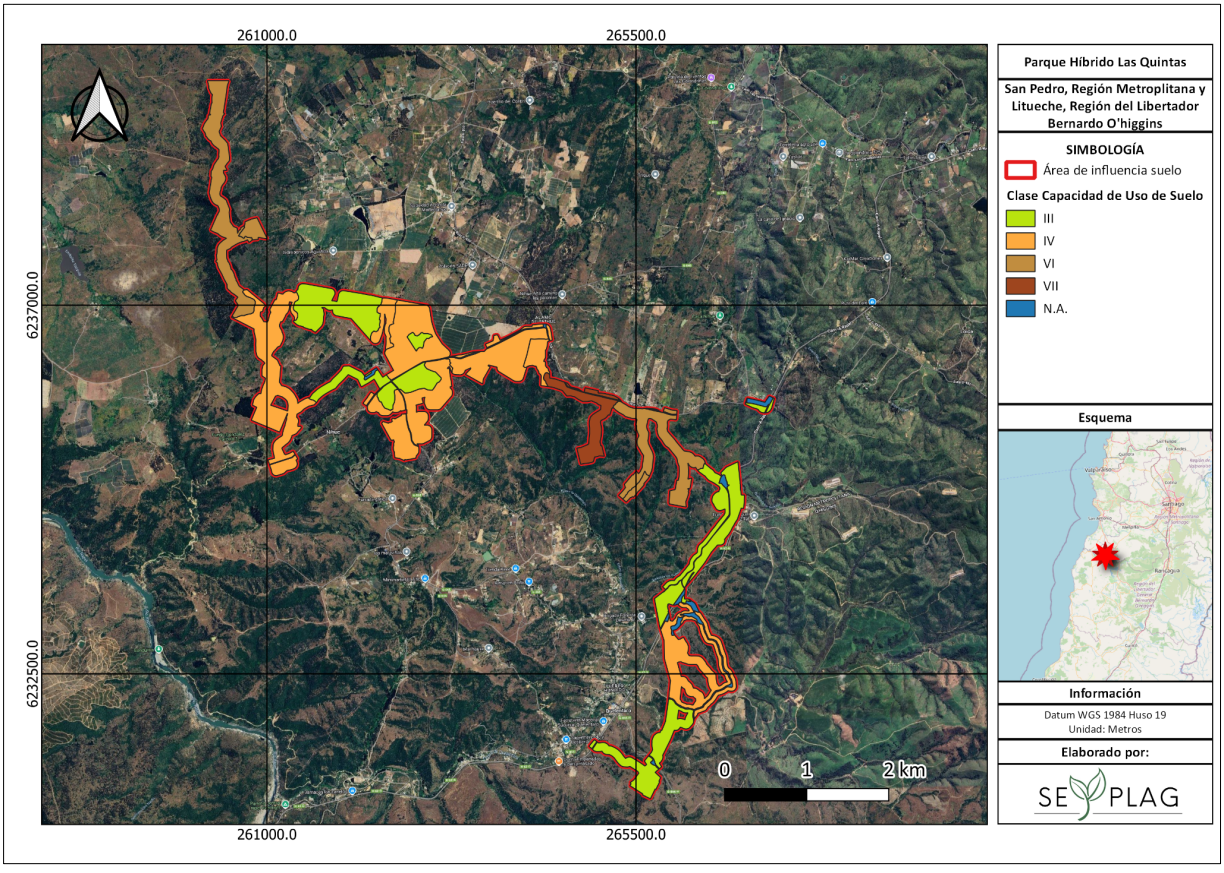
Tabla 86. Superficies desglosadas por obras del proyecto y clase de capacidad de uso

Tipo de obra	Unidad Homogénea de Suelo	Clase Capacidad de Uso	Superficie área de intervención	
			ha	%
Temporales	Cerro Suavemente Ondulado	III	4,756	2,73
		IV	0,125	0,07
	Cerro Moderadamente Ondulado	IV	8,383	4,82
	Lomajes	VI	1,334	0,77
	Otros usos	N.A.	0,040	0,02
Permanentes	Cerro Suavemente Ondulado	III	44,084	25,34

Tipo de obra	Unidad Homogénea de Suelo	Clase Capacidad de Uso	Superficie área de intervención	
			ha	%
		IV	58,458	33,60
	Cerro Moderadamente Ondulado	IV	29,848	17,15
	Cerro Fuertemente Ondulado	VI	7,980	4,59
		VII	4,760	2,74
	Lomajes	VI	13,520	7,77
	Otros usos	N.A.	0,711	0,41
Total			**173,999**	**100**

N.A.: No Aplica. Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Clase de capacidad de uso de suelo en el área de influencia



N.A.: No Aplica. Fuente: Elaboración propia.

5.8 Evaluación Ambiental Recurso Suelo

A partir de lo solicitado en el artículo 6° letra a) del Reglamento SEIA, en donde se menciona que se debe considerar "La pérdida de suelo o de su capacidad para sustentar biodiversidad por degradación, erosión,

impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes", se procede a evaluar la capacidad del suelo de sustentar y sostener biodiversidad, considerando las características físico-químicas intrínsecas de los suelos en el área de influencia del Proyecto. Para esto, se clasifican los criterios que determinan la clase de capacidad de uso de suelo para cada calicata descrita, según lo establecido en la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres. Segunda Edición (SEA, 2025).

Unidad: Cerro Suavemente Ondulado (CSO)

La unidad Cerro Suavemente Ondulado (CSO) presenta en su mayoría suelos con clases de capacidad de uso con similar representatividad, siendo clasificados como suelos clase III y IV con un 27,65% y 25,75% del área de influencia, respectivamente. Las principales limitantes para su aptitud productiva son el nivel de pendiente, en algunos sectores se indica drenaje insuficiente, baja humedad aprovechable, pedregosidad subsuperficial moderada y en menor medida, presencia de suelos delgados. Las limitaciones identificadas, a excepción del drenaje, reflejan la capacidad de sustentar biodiversidad, en donde varía entre media (17,22%), alta (9,34%) y muy alta (26,75%). En este sentido, el análisis de la unidad demuestra que, pese a las limitaciones, los suelos mantienen condiciones adecuadas para sustentar especies, ya sean de carácter agrícola o aquellas que buscan conservar el rol ecológico dentro del ecosistema.

En relación a los servicios ecosistémicos de la unidad CSO, se considera la relación entre la capacidad de uso de suelo y la capacidad de sustentar biodiversidad para determinar la funcionalidad edáfica en cuánto a los servicios de soporte, regulación y aprovisionamiento.

En primer lugar, los servicios ecosistémicos de soporte reflejan que, a pesar de la limitaciones moderadas, asociada a pendiente, pedregosidad subsuperficial, humedad aprovechable y profundidad variable, estas no comprometen de forma significativa los procesos edáficos esenciales. En este caso, las propiedades químicas, como ausencia de salinidad y sodicidad, así como los niveles de pH, favorecen la mantención de ciclos biogeoquímicos, en específico, el ciclado de nutrientes, en donde la presencia de raíces refuerzan el rol del suelo como espacio de soporte funcional para diversas especies, esto es coherente con con una CSB media a muy alta con la capacidad de sostener comunidades vegetales adaptadas a condiciones de fertilidad moderada y disponibilidad hídrica variable.

Respecto a los servicios ecosistémicos de regulación, la unidad presenta una topografía suavemente ondulada con una cobertura vegetal asociada a bosque nativo y matorral-pradera, lo que contribuye a la regulación de procesos erosivos, limitando la pérdida de suelo por escorrentía superficial o acción del viento. Asimismo, aunque se identifican sectores con drenaje insuficiente o baja humedad aprovechable, estas condiciones permiten una regulación hídrica a escala local, regulando la infiltración y por tanto, el escurrimiento a sectores cercanos. Por último, al considerar los servicios de aprovisionamiento, las limitaciones descritas pueden restringir la aptitud agrícola intensiva, sin embargo, estos suelos presentan la capacidad de sustentar usos productivos extensivos, forraje o servicios asociadas a sistemas silvoagropecuarios de bajo impacto, así como también la provisión indirecta de bienes asociadas a la plantación forestal, tales como biomasa vegetal o maderera. En conjunto, la unidad CSO si bien presentan limitaciones, estas no implican una pérdida de funcionalidad ecológica, sino que orientan su manejo hacia el manejo y conservación de su capacidad de sustentar biodiversidad a largo plazo.

Unidad: Cerro Moderadamente Ondulado (CSO)

La unidad Cerro Moderadamente Ondulado (CMO) presenta suelos con clase IV con una extensión del 21,54% del área de influencia, es decir suelos arables, pero que consideran manejos para la conservación de los suelos ante

limitaciones edáficas. La principal limitante de los suelos descritos corresponde al nivel de pendiente y en segundo lugar, la humedad aprovechable. Estas limitaciones se condicen, en general, con una alta (5,61%) a muy alta (15,13%) capacidad de sustentar biodiversidad, siendo una muy baja proporción de la superficie una CSB media (0,83%). En este sentido, la unidad presenta condiciones favorables para sustentar especies de carácter silvoagropecuario o vegetación que cumple un rol ecológico en el ecosistema.

Considerando el enfoque de servicios ecosistémicos, se identifican servicios de soporte, regulación y aprovisionamiento. En relación a los servicios ecosistémicos de soporte, la unidad CMO presenta una profundidad efectiva profunda a muy profunda, ausencia de salinidad, sodicidad y carbonatos y un amplio rango de pH, que permite el desarrollo del sistema de raíces de manera extensa. Si bien los bajos contenidos de materia orgánica y fertilidad natural reducida podrían limitar la productividad vegetal, estas condiciones no comprometen la funcionalidad ecológica del suelo, sino que conforman un ambiente típico de topografías de ladera, capaz de sostener biodiversidad adaptada a tales condiciones. Esta condición es coherente con la alta proporción de superficie con CSB alta y muy alta dentro de la unidad, reflejando un suelo que permite ser hábitat y soporte de comunidades vegetales diversas.

En cuánto a los servicios de regulación, los suelos cumplen un rol relevante en el control de procesos erosivos y regulación hídrica local. Las pendientes moderadamente onduladas indican una mayor susceptibilidad a la activación de procesos erosivos, evidenciada por ejemplo, en la presencia de erosión laminar o canalículos incipientes, no obstante, estas manifestaciones no implican una degradación generalizada del suelo. La variabilidad del drenaje puede favorecer la retención temporal de agua en determinados sectores, moderando los flujos hídricos, a la vez que condiciona la composición de especies hacia aquellas que toleran temporalmente estados de saturación en la matriz. Estas características manifiestan el rol del suelo como regulador de la estabilidad del paisaje, considerando prácticas de manejo acordes a las limitaciones, especialmente topográficas.

La unidad presenta suelos con condición arable, pero que requieren prácticas de manejo y conservación de suelo debido, principalmente, a sus limitaciones por pendiente. Esta condición restringe la agricultura intensiva, pero permite otros servicios de aprovisionamiento relacionada a usos productivos compatibles, tales como sistemas silvoagropecuarios o praderas adaptadas a condiciones de baja fertilidad y disponibilidad hídrica variable, así como también vegetación nativa de bosque que aporta a la producción de biomasa vegetativa y leñosa de uso local o tradicional.

En este sentido, la unidad CMO aporta bienes ecosistémicos de forma limitada pero sostenible, en equilibrio con su alta capacidad ecológica, reforzando la importancia de orientar su manejo hacia la conservación de los servicios de soporte y regulación que sustentan la estabilidad del ecosistema.

Unidad: Cerro Fuertemente Ondulado (CFO)

La unidad Cerro Fuertemente Ondulado (CMO) presenta mayoritariamente suelos clase VI con una extensión del 7,79% del área de influencia, seguido de suelos clase VII con una representatividad del 4,22% del AI, es decir, corresponden a suelos no arables y que en general, presentan limitaciones significativas por el grado de pendiente y profundidad efectiva. Dada las limitantes identificadas, la superficie con capacidad de sustentar biodiversidad varía entre media (7,80%) y muy baja (4,23%), siendo condiciones significativamente restrictivas para sustentar especies que no se encuentren adaptadas a las condiciones presentes en la unidad.

A partir de las características edáficas de la unidad CFO, es posible identificar un conjunto de servicios ecosistémicos que está fuertemente condicionada por la topografía, profundidad efectiva y procesos erosivos, más

que por las propiedades químicas del suelo. En términos de servicios de soporte, los suelos presentan una capacidad limitada para sustentar especies. Si bien, se describen abundantes raíces finas, bien drenaje y aireación del suelo que reflejan funcionalidad del medio edáfico, las altas pendientes junto con baja retención de agua aprovechable pueden limitar el desarrollo y productividad vegetal, condicionando la composición de especies a aquellas comunidades adaptadas a estrés hídrico y baja fertilidad natural.

En cuánto a los servicios de regulación, las pendientes fuertemente onduladas influyen en una alta susceptibilidad a la pérdida de suelo, lo que limita la capacidad reguladora frente a procesos erosivos, especialmente en sectores de cobertura vegetal abierta. Sin embargo, la mantención de coberturas vegetales nativas cumplen un rol clave en la atenuación del escurrimiento superficial y protección del suelo frente a una potencial degradación del suelo. Asimismo, la unidad presenta buen drenaje general, pero con una retención hídrica variable, lo que genera una regulación hídrica de carácter limitado, en donde predomina el control del escurrimiento de agua y estabilidad física del suelo, más que el almacenamiento prolongado del agua en el perfil.

Respecto a los servicios de aprovisionamiento, los suelos clase VI y VII reflejan la condición de suelo no arables con limitaciones severas que impiden usos agrícolas intensivos o productivos convencionales. En este contexto, el aporte de bienes ecosistémicos se restringen a la provisión indirecta asociada a la mantención de cobertura vegetales protectoras del suelo, posibles usos silvopastoriles extensivos de baja carga en sectores específicos y al aprovechamiento de recursos naturales compatibles con la conservación de suelo.

Finalmente, la unidad CFO cumple un rol ecológico principalmente en la regulación de procesos y protección del sistema edáfico más que en la provisión directa de bienes, lo que reafirma una visión de manejo orientada a la conservación y prevención de la degradación en superficie del recurso edáfico.

Unidad: Lomajes (LOM)

La unidad de Lomajes (LOM) presenta suelos con clase VI representando el 9,95% del área de influencia, es decir, corresponde a suelos no arables con limitaciones importantes, en este caso, por el nivel de pendientes fuertemente onduladas. Las limitaciones identificadas reflejan una capacidad media para sustentar biodiversidad en toda la superficie de la unidad, dada la condición topográfica significativa.

De acuerdo a las características físicas y químicas del suelo descrito en la unidad, los servicios ecosistémicos se encuentran condicionados, principalmente, por las limitaciones físicas y topográficas, en específico, por las pendientes pronunciadas y ocurrencias de procesos erosivos, más que por restricciones por la condición química y biológica del suelo. En cuánto a los servicios de soporte, los suelos evidencian perfiles ligeramente profundos a profundos con buena estructura y abundante desarrollo de raíces, sin embargo, la baja a regular disponibilidad de agua aprovechable, fertilidad natural restringida por los bajos contenidos de nitrógeno y fósforo, además de la inestabilidad física asociada a la pendiente y rasgos erosivos, limitan la capacidad de sustentar biodiversidad, siendo suelos con capacidad de soportar comunidad vegetacionales adaptadas a estrés hídrico, así como a baja disponibilidad de nutrientes.

En relación a los servicios ecosistémicos de regulación, la unidad LOM presenta pendientes altas, además de erosión laminar y cárcavas, lo que refleja una reducida capacidad del suelo para regular procesos erosivos, incrementando la susceptibilidad a la pérdida de suelo. No obstante, la presencia de cobertura vegetal continua cumple un rol esencial para atenuar el escurrimiento superficial y estabilizar el suelo en superficie. Asimismo, el buen drenaje favorece la disminución del escurrimiento, aunque la infiltración se puede ver restringida y por tanto, el almacenamiento de agua en el perfil, dadas las texturas finas descritas, condicionando así la regulación hídrica.

Respecto a los servicios de aprovisionamiento, estos se encuentran limitados y su clase de capacidad de uso VI lo refleja, dada la condición de suelos no arables con restricciones significativas para actividad agrícolas o productivas intensivas. En este sentido, los bienes ecosistémicos se restringen a usos extensivos, tales como la mantención de cobertura vegetales que protejan al suelo, eventuales usos silvopastoriles o un aporte indirecto de recursos asociados al bosque nativo, como biomasa leñosa o vegetal.

Por último, la unidad de Lomajes presenta una capacidad edáfica limitada, asociadas más bien al rol ecológico en la protección del suelo y regulación de procesos erosivos, más que en la provisión directa de bienes, siendo fundamental las prácticas y manejos de conservación, estabilización del suelo y control de erosión.

A continuación, en la tabla 87 se presenta la capacidad de sustentar biodiversidad para el área de influencia evaluada y en la tabla 88, su desglose por área de intervención y tipos de obras del Proyecto.

Tabla 87. Limitantes para capacidad de sustentar biodiversidad (CSB) en área de influencia

Unidad Homogénea de Suelo	Símbolo UHS	Punto de muestreo	Categoría CSB	Superficie	
				ha	%
Cerro Suavemente Ondulado	CSO	CA-14, CA-17, CA-23	Media	97,115	17,22
		CA-21, CA-26	Alta	52,651	9,34
		CA-01, CA-03, CA-10, CA-12, CA-13, CA-22, CA-24, CA-25	Muy alta	150,827	26,75
Cerro Moderadamente Ondulado	CMO	CA-09	Media	4,692	0,83
		CA-08	Alta	31,615	5,61
		CA-07, CA-15, CA-16	Muy alta	85,327	15,13
Cerro Fuertemente Ondulado	CFO	CA-11	Muy baja	23,841	4,23
		CA-18, CA-19, CA-20	Media	43,98	7,80
Lomajes	LOM	CA-05, CA-06	Media	56,192	9,95
Otros Usos	OU	N.A.	N.A.	17,566	3,12
Total				**564,806**	**100**

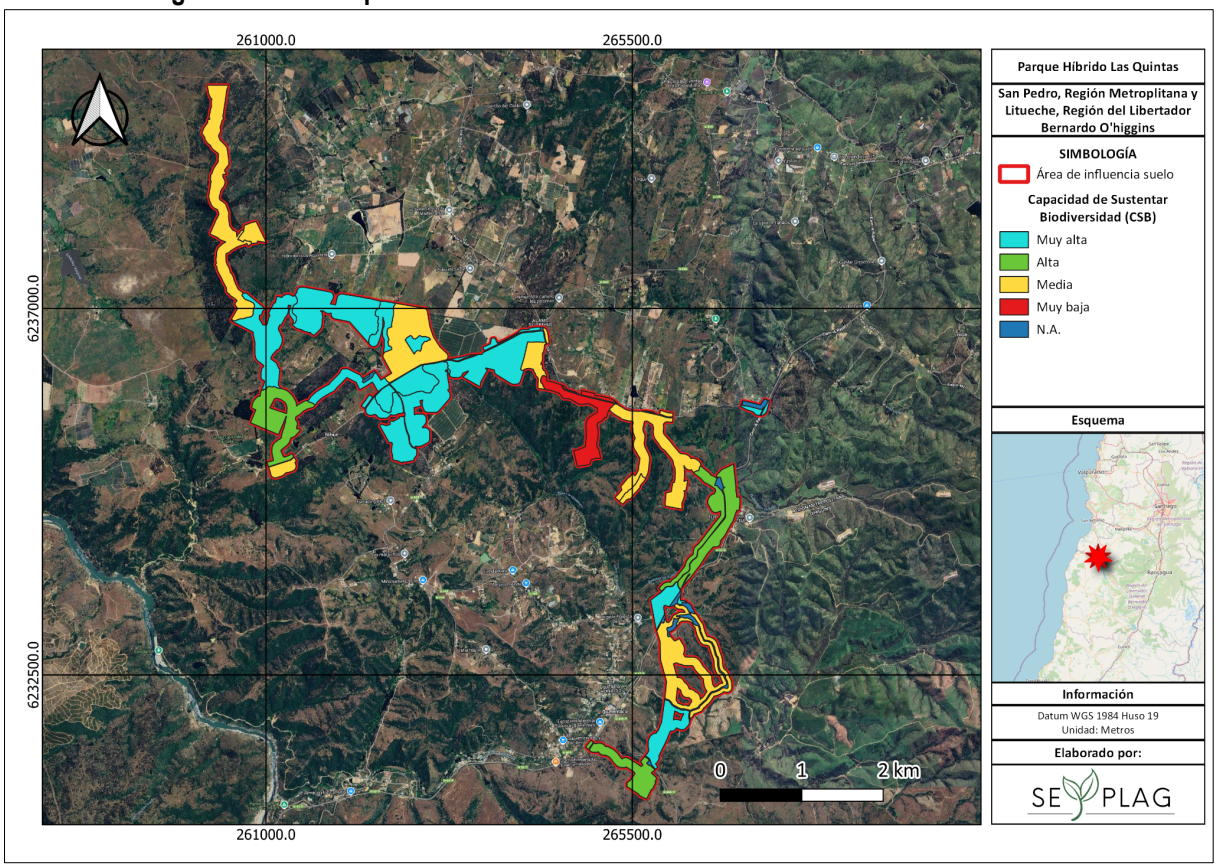
N.A.: No Aplica. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 88. Limitantes para capacidad de sustentar biodiversidad (CSB) en área de intervención

Tipo de obra	Unidad Homogénea de Suelo	Categoría CSB	Superficie área de intervención	
			ha	%
Temporales	Cerro Suavemente Ondulado	Muy alta	2,118	1,22
		Alta	2,763	1,59
	Cerro Moderadamente Ondulado	Muy alta	2,424	1,39
		Alta	4,468	2,57
		Media	1,491	0,86
	Lomajes	Media	1,334	0,77
	Otros usos	N.A.	0,04	0,02
Permanentes	Cerro Suavemente Ondulado	Muy alta	60,727	34,90
		Alta	7,083	4,07
		Media	34,732	19,96
	Cerro Moderadamente Ondulado	Muy alta	24,767	14,23
		Alta	4,546	2,61
		Media	0,535	0,31
	Cerro Fuertemente Ondulado	Media	7,98	4,59
		Muy baja	4,76	2,74
	Lomajes	Media	13,52	7,77
	Otros usos	N.A.	0,711	0,41
Total			**173,999**	**100**

N.A.: No Aplica. Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Capacidad de sustentar biodiversidad en el área de influencia



N.A.: No Aplica. Fuente: Elaboración propia.

5.9 Evolución del Suelo Considerando los Efectos del Cambio Climático

El estado de desarrollo de un suelo es producto de la interacción de los factores de formación, es decir, clima, litología, organismos y relieve en un tiempo determinado (Luzio, 2010). Dentro de ellos, el clima, como condición atmosférica caracterizada principalmente por la temperatura, precipitación, vientos y evapotranspiración potencial, toma relevancia debido a la variación en sus propiedades que puede persistir en períodos prolongados, ya sea por procesos internos naturales como por cambios antropógenos en la composición de la atmósfera o uso de la tierra (IPCC, 2018) y que puede afectar al desarrollo pedogénico y por tanto, el rol del suelo para sustentar biodiversidad.

A partir de lo anterior, para evaluar la evolución del componente, se analizó los efectos del cambio climático en el componente suelo, de acuerdo a la variación en los factores que inciden en su formación y cómo estos pueden alterar la condición futura del recurso. Para esto se utiliza el marco de evaluación de Riesgo basado en la interacción entre Amenazas, Exposición y Vulnerabilidad, las cuales se abordan a continuación.

Amenazas

Dentro de las amenazas, se consideró el cambio que experimentaran las variables climáticas de temperatura, precipitaciones, evapotranspiración y viento potencial, entre el pasado reciente (1980-2010) y el futuro mediano (2035-2065). Estas variables se evalúan a partir de simulaciones climáticas proyectadas en el escenario más desfavorable de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), es decir, en el cual no se ha implementado

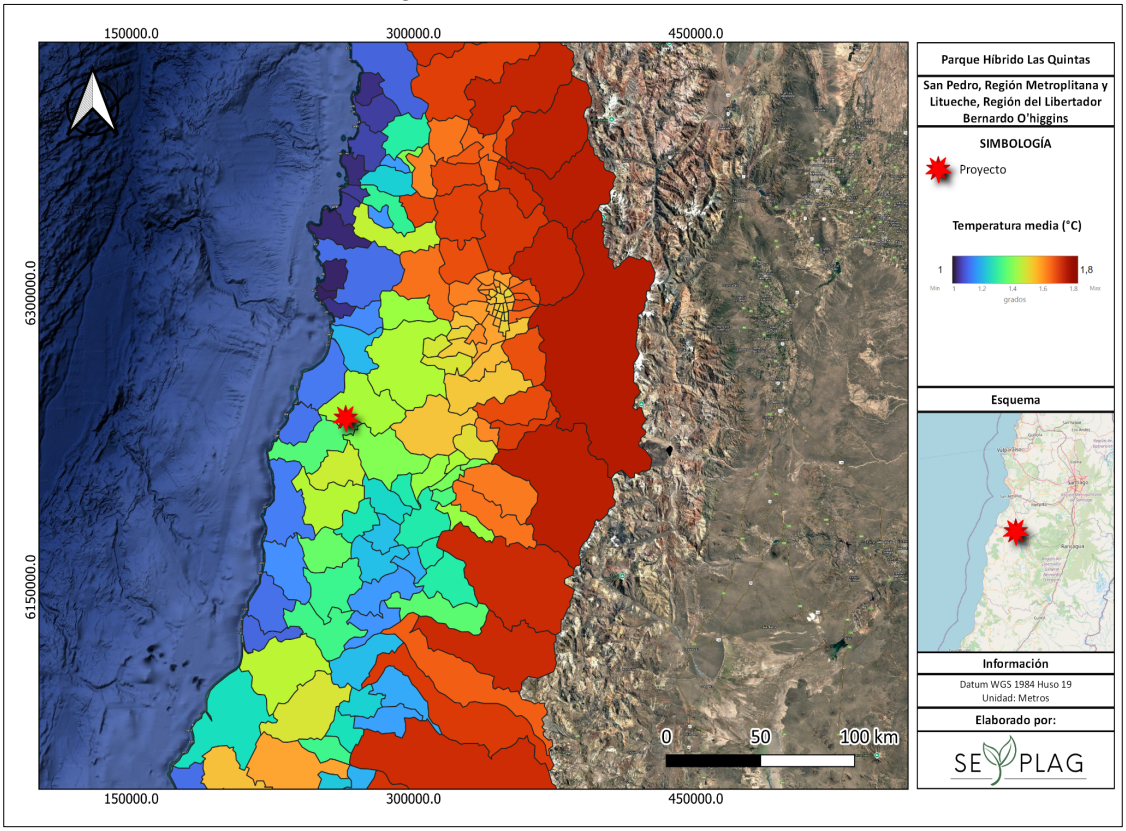
medidas de mitigación suficientes y las concentraciones de CO^2 se han incrementado de manera significativa (Pica et al., 2020).

El Proyecto se extiende entre dos comunas, por lo que a continuación se evaluarán las amenazas en ambas. La comuna de San Pedro presentará un aumento de la temperatura media de 1,52 °C, y una disminución considerable de las precipitaciones acumuladas de un 12,26%. Ambas variables guardan relación con la evapotranspiración potencial, la cual se estima que aumente 0,35 mm, debido al incremento en la evaporación del suelo y la transpiración de la cubierta vegetal por el aumento de la temperatura. Respecto a la frecuencia de eventos de sequía, se proyecta un aumento en un 12,20%, lo cual guarda relación con la disminución de las precipitaciones acumuladas a futuro. Finalmente, el viento medio presenta una disminución en un 1,53% en la comuna a largo plazo.

Por otra parte, la comuna de Litueche, presenta un aumento en su temperatura media de un 1,43% y una disminución acumulada de 12,15% en sus precipitaciones acumuladas. Tales registros son consistentes con un aumento en la evapotranspiración potencial de 0,30 mm, situación similar a la ocurrida en la comuna de San Pedro. Respecto a los eventos de sequía aumentaran un 13,33%, también concordante con la disminución en su porcentaje de precipitaciones acumuladas. Por último, el viento medio presenta una disminución en 1,41% a futuro en la comuna.

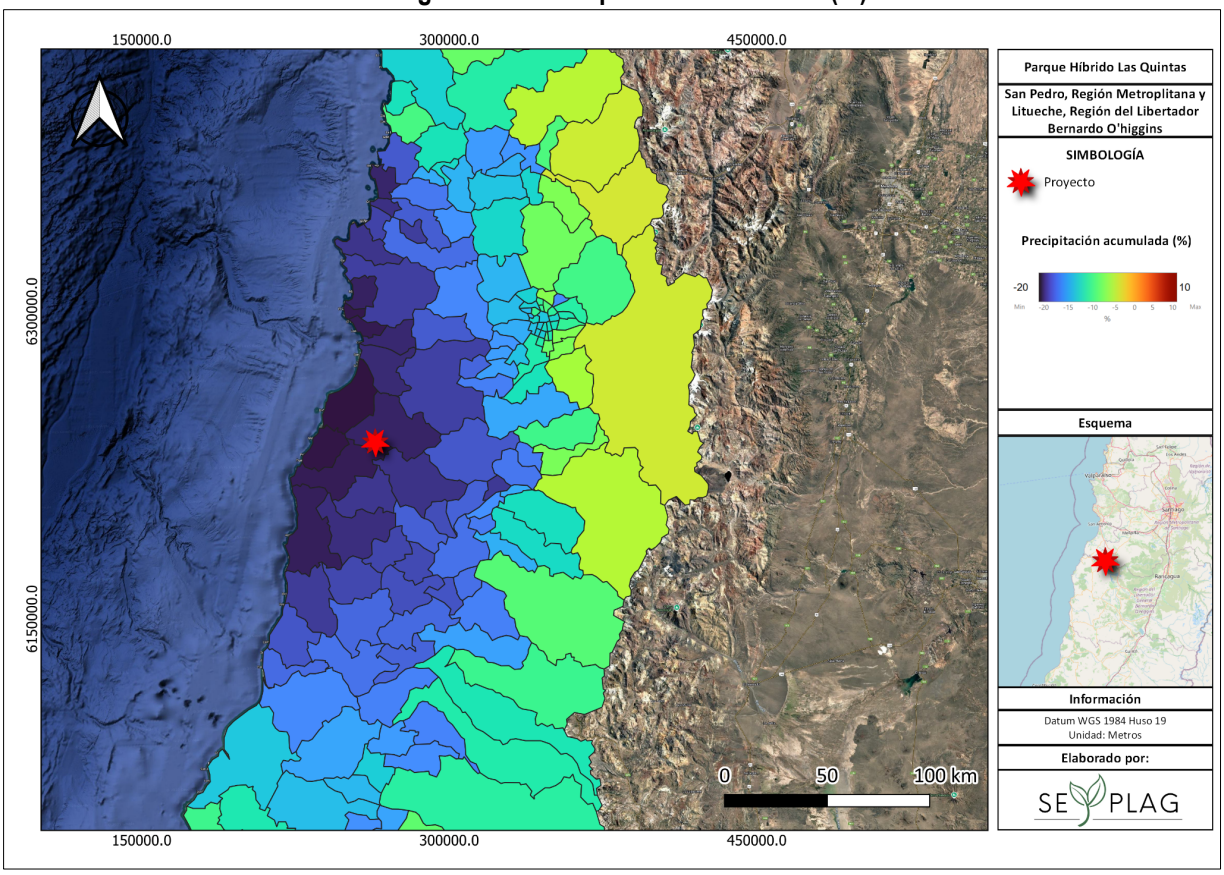
Al evaluar todas las variables, la zona se clasifica bajo una condición de amenaza alta. Las variaciones se observan en las Figuras 10 a la 14.

Figura 10. Temperatura media (°C)



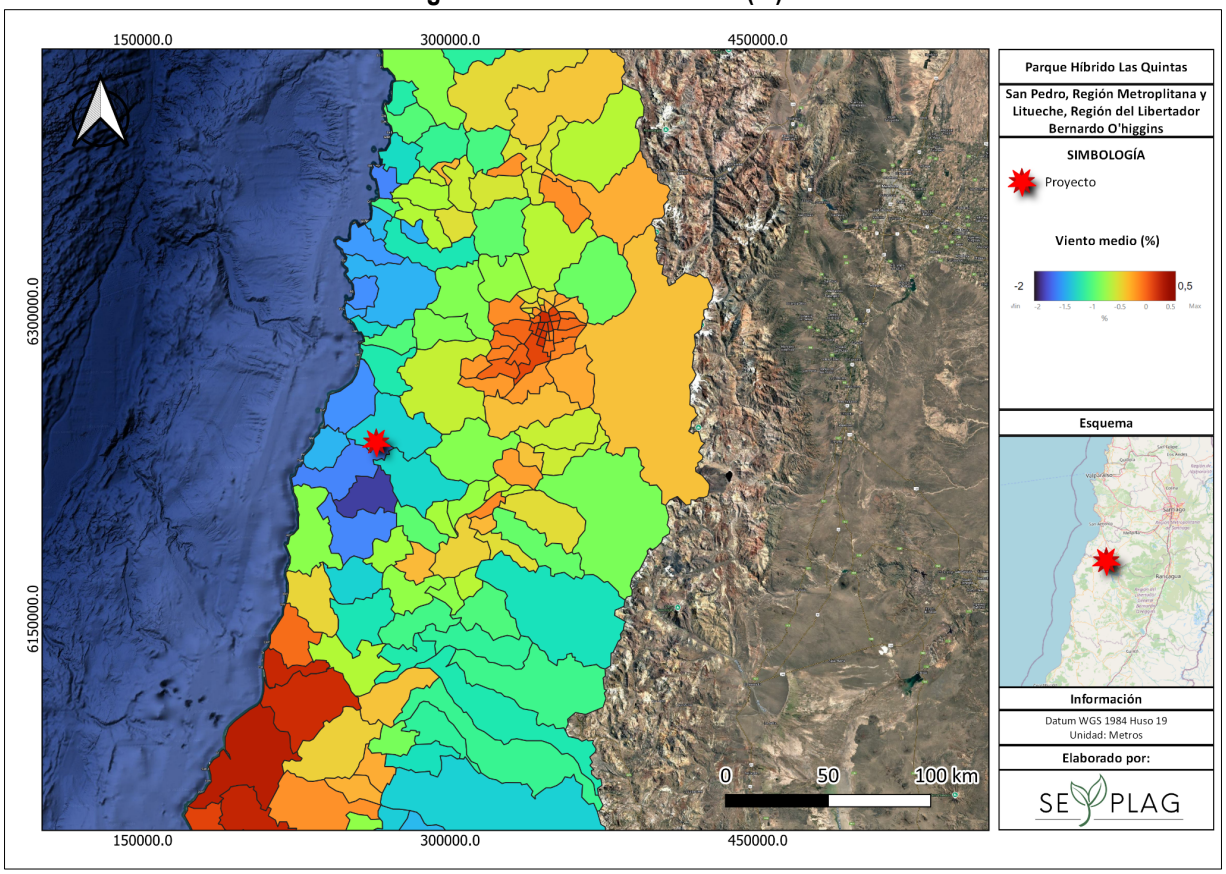
Fuente: Explorador de Amenazas (MMA, 2020).

Figura 11. Precipitación acumulada (%)



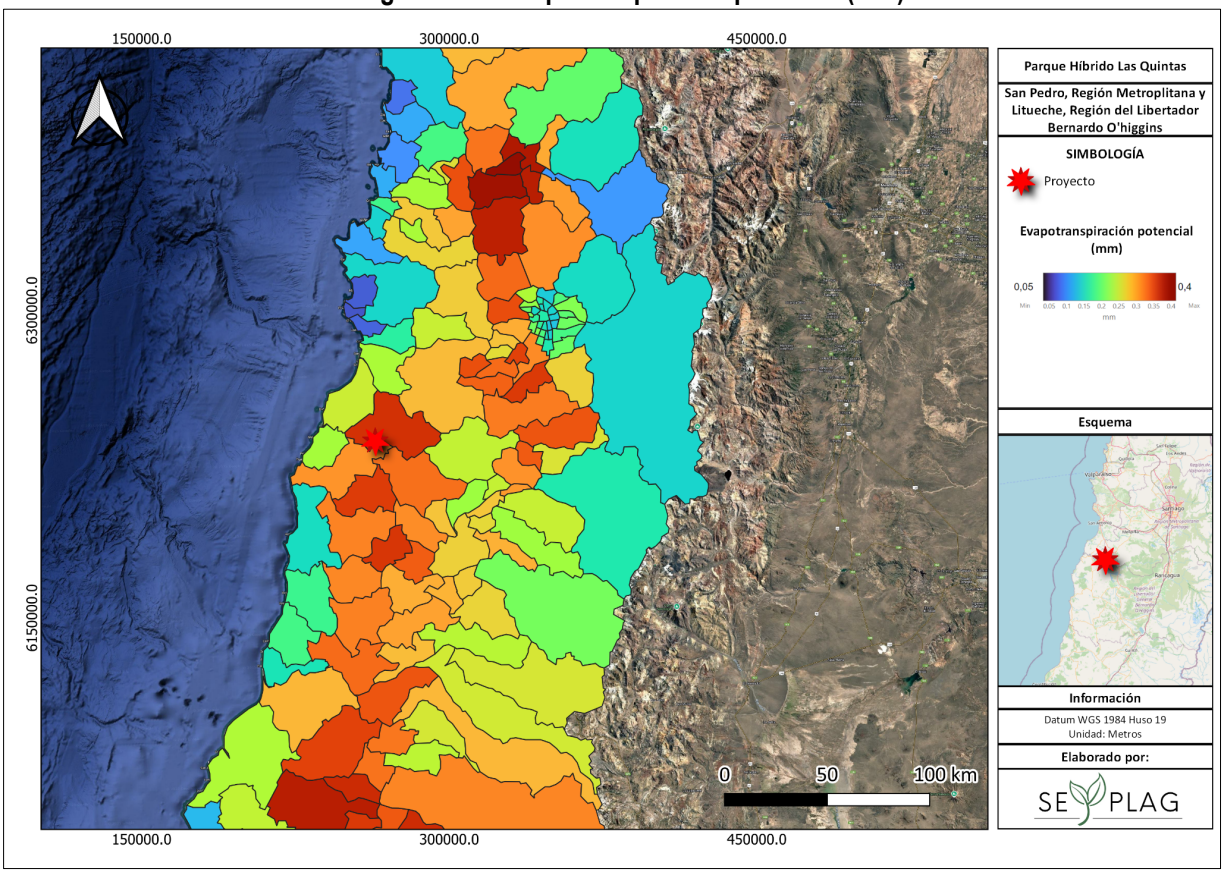
Fuente: Explorador de Amenazas (MMA, 2020).

Figura 12. Viento medio (%)



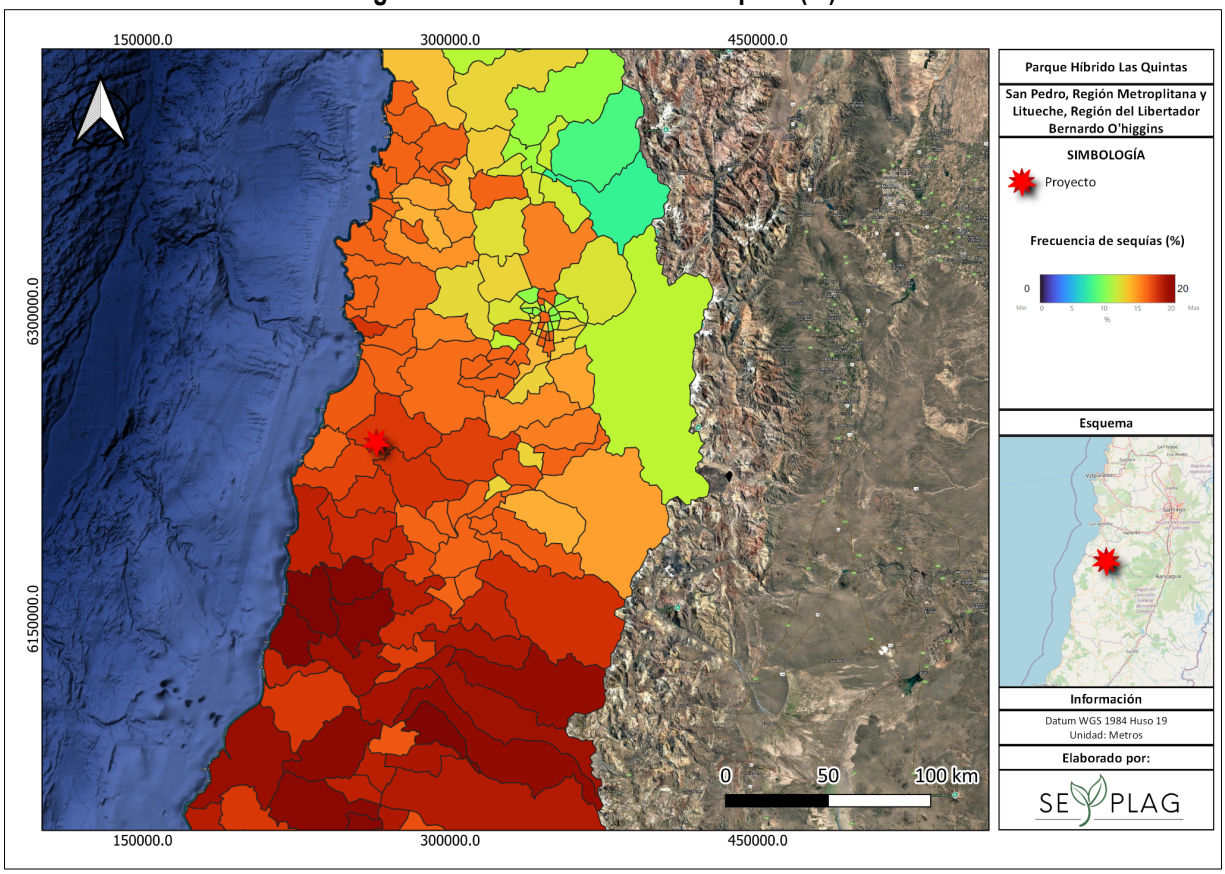
Fuente: Explorador de Amenazas (MMA, 2020).

Figura 13. Evapotranspiración potencial (mm)



Fuente: Explorador de Amenazas (MMA, 2020).

Figura 14. Frecuencia de sequías (%)



Fuente: Explorador de Amenazas (MMA, 2020).

Exposición

Para determinar la exposición, se debe tener en cuenta la ubicación y extensión geográfica del AI en donde se manifiestan las variaciones climáticas. El presente Proyecto abarca una superficie de 564,806 ha entre las comunas de San Pedro, región Metropolitana y Litueche, región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Los suelos se posicionan de manera transicional entre laderas y piedmont de la Cordillera de la Costa, en donde se describe, en su mayoría, la presencia de bosque nativo, formaciones de matorral-pradera, plantaciones y cultivos agrícolas, dando cuenta de los múltiples usos de suelo en el área de influencia.

Los suelos del área de influencia, desarrollados principalmente en las unidades Cerro Suavemente Ondulado (CSO, Cerro Moderadamente Ondulado (CMO) y en, menor proporción, Cerro Fuertemente Ondulado (CFO) y Lomajes (LOM), presentan un grado de exposición variado frente a las amenazas climáticas proyectadas para las comunas de San Pedro y Litueche, caracterizadas por un aumento significativo de de la temperatura media, disminución relevante de las precipitaciones, incremento de la evapotranspiración potencial y una leve reducción del viento medio.

En la unidad Cerro Suavemente Ondulado (CSO), el aumento de temperatura y reducción de las precipitaciones intensifican el déficit hídrico estacional, lo que incrementa la exposición de estos suelos a estrés hídrico, especialmente en sectores específicos con drenaje deficiente o valores bajos de agua aprovechable. Esta condición

puede afectar el desarrollo de la cobertura vegetal que protege el suelo, aumentando la susceptibilidad a erosión superficial en eventos de lluvia concentrada, aun cuando la precipitación total anual disminuya.

La exposición de los suelos de la unidad CMO, en ambas comunas, se considera relevante, dado que las proyecciones climáticas indican cambios significativos en las variables que inciden en los procesos edáficos. En particular, el aumento proyectado de la temperatura media, junto con la disminución marcada de las precipitaciones acumuladas, conforman un escenario de mayor estrés hídrico para los suelos. Esta condición se ve reforzada por el incremento de la evapotranspiración potencial y aumento en la frecuencia de eventos de sequía, lo que incrementa la demanda hídrica de las especies que cubren el suelo y reduce la disponibilidad de agua aprovechable en el perfil de suelo, siendo esta última una limitante en los suelos descritos en la unidad. Asimismo, el escenario de disminución sostenida de precipitaciones pueden intensificar los procesos de desecación del suelo y aumentar la susceptibilidad a la erosión hídrica. No obstante, la disminución proyectada del viento en ambas comunas, se presenta como un proceso favorable que podría atenuar parcialmente los procesos erosivos por acción eólica, aunque este efecto positivo resulta secundario frente al predominio del déficit hídrico.

En la unidad Cerro Fuertemente Ondulado (CFO), se identifica un incremento de la exposición de los suelos bajo un escenario climático más cálido, además de la reducción de las precipitaciones y aumento de la evapotranspiración potencial, en donde se intensifica el estrés hídrico estacional, especialmente en suelos con una profundidad efectiva limitada, restringiendo la capacidad del suelo para mantener una cobertura vegetal continua que proteja la superficie ante la acción de agente erosivos.

La unidad de Lomajes (LOM), presenta limitaciones edáficas mayores dada su topografía, por lo que predomina una mayor exposición ante la intensificación de procesos erosivos bajo escenarios de disminución de la cobertura vegetal y aumento de los eventos de sequía. En este sentido, el aumento de temperatura y mayor evapotranspiración potencial reducen la humedad del suelo, incrementando la exposición a pérdida de suelo superficial, independiente de la leve disminución proyectada del viento.

Considerando la variación de los factores climáticos en su conjunto, la exposición de los suelos es influenciada principalmente por factores de disponibilidad hídrica y procesos erosivos, más que por restricciones en las propiedades químicas del suelo. De esta manera se estima que la exposición del área de influencia ante los efectos del cambio climático sería alta para la superficie actual.

- **Vulnerabilidad**

En relación a la vulnerabilidad del recurso, esta resulta de la interacción entre la exposición de los suelos ante las amenazas climáticas y el conjunto de condiciones edáficas que moderan su sensibilidad y capacidad adaptativa para así, determinar su propensión a ser afectado negativamente.

Al evaluar la sensibilidad de los suelos, estos presentan una respuesta variada, pero que en general es condicionada por las limitaciones físicas descritas. En las unidades CSO y CMO, la sensibilidad se expresa principalmente por el aumento del déficit hídrico y reducción de la humedad aprovechable, lo que puede afectar el desarrollo de la cobertura vegetal que cubre el suelo. En contraste, las unidades con pendientes mayores, es decir, las unidades CFO y LOM, las mismas amenazas se traducen en una mayor propensión a procesos erosivos, lo que incrementa la sensibilidad del medio edáfico.

En cuanto a la capacidad adaptativa, los suelos presentan cobertura vegetacionales capaces de amortiguar las variaciones climáticas. Al evaluar las condiciones edáficas, las unidades CSO y CMO presentan suelos clase III y IV con un 27,65% y 47,29% del área de influencia, respectivamente, con estructuras relativamente estables con

ausencia de restricciones químicas y que, por tanto, se reflejan en una capacidad de sustentar biodiversidad media a muy alta, en donde las características descritas en ambas unidades favorecen la mantención de procesos edáficos claves, así como también, la resilienci frente a un aumento de temperatura o disminución de precipitaciones, siempre y cuando se apliquen prácticas de manejo y conservación de suelo. En contraste, las unidades CFO y LOM, presentan suelos clase VI representando el 9,95% y clase VII con una representatividad del 4,22% del AI, en donde la capacidad adaptativa se ve limitada por la topografía, menor profundidad efectiva y susceptibilidad a la erosión, lo que reduce la posibilidad de recuperación del suelo, incluso en sector con mayor capacidad de sustentar biodiversidad. En este contexto, las prácticas y manejos que incentiven el desarrollo de la cobertura vegetal continua cumplen un rol amortiguador relevante para hacer frente a las proyecciones climáticas.

En síntesis, dada las condiciones de sensibilidad y capacidad adaptativa en el AI, se puede determinar una vulnerabilidad media, con un gradiente determinado principalmente por la pendiente y disponibilidad hídrica del suelo, es decir, aquellas unidades con una topografía más abrupta presentan una mayor vulnerabilidad, debido a la sinergia entre déficit hídrico y pérdida de cobertura vegetal, en comparación a los suelos con pendientes suaves.

Riesgo climático

Considerando la interacción entre las amenazas, exposición y vulnerabilidad de los suelos, se estima que el riesgo climático del recurso edáfico en el área de estudio es alto. Esto se debe principalmente a la intensificación de déficit hídrico, ante las menores precipitaciones y aumento de temperatura, lo cual reduce la capacidad del suelo para sostener comunidades vegetacionales, si es que no se emplean medidas de manejo enfocadas en la conservación de suelo, especialmente, en sectores de mayor pendiente, en donde la topografía y erodabilidad de los suelos pueden ser variables relevantes ante procesos eventuales procesos erosivos.

6. CONCLUSIONES

El Proyecto se ubica entre las comunas de San Pedro, región Metropolitana y Litueche, región del Libertador General Bernardo O'Higgins, la cual considera la construcción y operación de un parque de energías renovables de carácter híbrido, que integra generación eólica y solar, además de un sistema de almacenamiento de energía mediante baterías (BESS, Battery Energy Storage System). La superficie de ocupación de las obras corresponde a 173,999 ha, distribuidas en 159,361 ha de obras permanentes y 14,638 ha de obras temporales. A partir de las obras proyectadas, se definió el área de influencia, considerando geomorfología, nivel de pendientes, cobertura vegetacional y series de suelo descritas en la zona, siendo así la superficie total del área de influencia de 564,806 ha.

Esta se posiciona sobre laderas y piedmont que transiciona entre la Cordillera de la Costa y los valles. Esta zona presenta pendientes complejas entre suavemente onduladas a lomajes. En general, los suelos presentan características variables de profundidad, en donde aquellos con mayor pendiente tienden a presentar menor profundidad; en superficie se desarrolla estructura en bloques subangulares que puede variar a macizo en profundidad, contenido de materia orgánica y nutrientes entre bajo a moderado. La mayoría de los suelos corresponden a clase IV con 47,29% del área de influencia, seguido de suelos clase III con 27,65%, clase VI con 17,74% y en menor proporción, suelos clase VII con 4,22% de la superficie total. Las principales limitantes en el área de influencia se asocian al nivel de pendiente, humedad aprovechable, pedregosidad subsuperficial y drenaje deficiente en sectores específicos. La superficie restante corresponde a zonas de otros usos, en donde el suelo ha sido suprimido o alterado, por lo que la superficie no ha pasado por procesos de formación de suelo. En este sentido, la capacidad de sustentar biodiversidad refleja que la superficie presenta en su mayoría una capacidad muy alta (41,81% del AI), seguida de suelos con capacidad media (35,76% del AI), alta (15,10% del AI) y muy baja (4,22%). Las superficies con menor CSB responden principalmente a factores topográficos significativos, el resto de las limitantes se presentan como limitaciones leves.

Cabe destacar que, al considerar solo el área de intervención del Proyecto, es decir, la ocupación efectiva de obras temporales y permanentes, se clasifica la mayoría del suelo en clase de capacidad de uso IV con un 54,64%, luego se encuentran suelos con clase III con 28,07% y en menor ocupación, suelos con clase VI y VII, con un 13,12% y 2,74% respectivamente. Respecto a la capacidad de sustentar biodiversidad, la mayor parte de la superficie ocupada por obras se clasifica en una capacidad muy alta (51,75%), seguido de suelos con capacidad media (34,25%) y alta (10,84%) y en proporción ínfima, una capacidad muy baja (2,74%).

En cuanto a la erosión determinada en terreno, se determinó que el 62,87% presenta erosión ligera, asociada a una mayor cobertura vegetal que protege el suelo ante agentes erosivos, seguido de suelos con erosión severa con 13,38%, no aparente con 10,49% y moderada con 10,33% de la superficie total. Los principales rasgos erosivos en el área de influencia correspondían a pérdida laminar y encostramiento superficial, en zonas de mayor pendiente fue posible identificar canalículos y/o cárcavas.

Ahora bien, al evaluar la susceptibilidad de los suelos ante la activación de procesos erosivos, se evidencia que los suelos del área de estudio presentan, en su mayoría, condiciones naturales que los sitúan entre una susceptibilidad media (47,58%) a alta (37,60%), destacando la categoría media como la más representativa de la superficie, seguida por áreas con susceptibilidad muy alta (11,71%). Los niveles más elevados de susceptibilidad se asocian principalmente al riesgo edafotopográfico derivado de pendientes pronunciadas y a una menor protección vegetal, especialmente en sectores con coberturas de bosque y matorral nativo abierto, lo que incrementa la exposición del

suelo a agentes erosivos. En contraste, las áreas con susceptibilidad media presentan pendientes moderadas y una mayor densidad de cobertura vegetal, plantaciones forestales o presencia de cultivos, lo que atenúa el riesgo.

La evaluación de la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos, considerando tanto las obras temporales como permanentes del Proyecto, evidencia que la ejecución de sus distintas partes y acciones genera un aumento en la desprotección de la cobertura vegetal, lo que incrementa la vulnerabilidad de los suelos frente a agentes erosivos durante la fase de construcción, de manera temporal o permanente. Como resultado, se experimenta un aumento en su nivel de susceptibilidad, predominando la categoría alta (49,20%), que abarca más de la mitad de la superficie, seguida por suelos con susceptibilidad media (26,61%) y muy alta (21,08%). Este incremento se asocia directamente a la exposición del suelo derivada de la habilitación de infraestructuras y áreas operativas del Proyecto. Finalmente, una fracción menor de la superficie corresponde a áreas previamente intervenidas o alteradas, en las cuales no resulta aplicable el análisis de susceptibilidad al no responder a los procesos naturales de formación del suelo.

En cuanto al análisis de riesgo climático, que considera la interacción entre amenazas climáticas, grado de exposición y vulnerabilidad de los suelos, se concluye que el riesgo del recurso edáfico en el área de estudio es alto. Esta condición se explica principalmente por la intensificación del déficit hídrico proyectado y aumento de temperaturas, siendo factores que comprometen la capacidad del suelo para sustentar comunidades vegetales que lo protejan ante eventuales procesos erosivos.

Finalmente, considerando los suelos descritos en el área de influencia, así como los análisis de propiedades físico-químicas, erosión, susceptibilidad ante procesos erosivos y riesgo climático, se concluye que la capacidad de los suelos para sustentar biodiversidad, en su mayoría, se clasifican entre muy alta a media, y en aquellos sectores que se clasifica en baja se ve limitada por factores topográficos significativos, así como por las restricciones por humedad aprovechable. Dado lo anterior, la mantención de cobertura vegetal e implementación de prácticas orientadas al manejo y protección de suelos son fundamentales para preservar la funcionalidad del recurso, ya sea en el entorno natural como considerando la proyección de obras.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Börguel, R. 1983. Geografía de Chile: Tomo II Geomorfología. Instituto Geográfico Militar. 182 p.
- Casanova, M. 2010. Estudios de Suelo. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 29 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. (Pub. CIREN N°154). Santiago, Chile: CIREN. 50 p.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 2010. Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile: Región Libertador General Bernardo O'Higgins. Síntesis de resultados. (Pub. CIREN N°146). Santiago, Chile: CIREN. 50 p.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 1996. Estudio Agrológico Región Metropolitana. Descripciones de suelos, materiales y símbolos. (Pub. CIREN N°115). Santiago, Chile: CIREN. 431 p.
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 1996. Estudio Agrológico VI Región. Descripciones de suelos, materiales y símbolos. (Pub. CIREN N°114). Santiago, Chile: CIREN. 484 p.
- Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2019. Informe Actualización Catastro Región Metropolitana de Santiago. Consultado en https://sit.conaf.cl/
- Corporación Nacional Forestal (CONAF). 2020. Informes Actualizaciones Catastros Región de OHiggins. Consultado en https://sit.conaf.cl/
- Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, en inglés). 2018. Resumen para responsables de políticas. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 ºC con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza [Masson-Delmotte V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor y T. Waterfield (eds.)].
- Luzio, W. 2010. Suelos de Chile. Universidad de Chile, 364 p.
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2020. Atlas Riesgo Climático. Consultado en https://arclim.mma.gob.cl/atlas/about/
- Ministerio de Medio Ambiente (MMA). 2022. GEOPORTAL SIMBIO, Ministerio de Medio Ambiente. Consultado en https://apps.mma.gob.cl/visorsimbio.
- PICA–TÉLLEZ, A.; GARREAUD, R.; MEZA, F.; BUSTOS, S.; FALVEY, M.; IBARRA, M.; DUARTE, K.; ORMAZÁBAL, R.; DITTBORN, R. y SILVA, I.; 2020. Informe Proyecto ARClim: Atlas de Riesgos Climáticos para Chile. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia, Centro de Cambio Global UC y Meteodata para el Ministerio del Medio Ambiente a través de La Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). Santiago, Chile.
- Santibáñez, Q. 2017. Atlas agroclimático de Chile. Estado actual y tendencias del clima.Tomo III: Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule. Santiago, Chile: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas: FIA.
- Servicio Agrícola Ganadero (SAG). 2011, rectificada en 2016. Pauta para estudio de suelos. Servicio de Evaluación Ambiental. 26 p.
- Servicio Agrícola Ganadero (SAG). 2016. Evaluación de Impactos de Riesgo de Activación de Procesos Erosivos. 88 p.

- Servicio Agrícola Ganadero (SAG). 2019. Guía de evaluación ambiental: recurso natural Suelo. 14 p.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2024. Guía metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA. Primera edición, Santiago, Chile. 85 p.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2024. Guía áreas de influencia en ecosistemas terrestres. Servicio de Evaluación Ambiental 108 p.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2025. Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres en el SEIA. Segunda edición, Santiago, Chile. 220 p.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2025. Manual para la utilización de la geoinformación en el proceso de evaluación de impacto ambiental. Primera edición. Santiago, Chile. 85 p.
- USDA. 2012. Field book for Describing and Sampling Soils. National Soil Survey Center, Natural Resources Conservation Service. 300p.