DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén

Decreto Exento N°257/2022

CAPÍTULO 2 / ANEXO 2.4

Caracterización Ambiental de Suelos

2026

contacto@geaambiental.cl
+41 3832613
www.geaambiental.cl

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN 8

2. OBJETIVOS 9

2.1. Objetivo General 9

2.2. Objetivos Específicos 9

3. ÁREA DEL PROYECTO 10

3.1. Área de influencia 11

4. METODOLOGÍA 13

4.1. Planificación levantamiento de información 13

4.2. Planificación de las unidades de muestreo. 13

4.3. Levantamiento información de terreno 13

5. CRITERIOS QUE DETERMINAN CAPACIDAD DE USO DE SUELO 15

5.1. Criterios de Aproximación 16

5.1.1 Profundidad efectiva del suelo (cm). 16

5.1.2 Pendiente. 16

5.1.3 Pedregosidad Superficial 17

5.1.4 Clase de drenaje. 17

5.2. Criterios de Definición 18

5.2.1. Textura de suelo 18

5.2.2. Agua aprovechable 19

5.2.3. Pedregosidad subsuperficial 19

5.2.4. Clase de Erosión. 20

5.2.5. Clima 20

5.3. Criterios Especiales 21

5.3.1. Salinidad 22

6. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SUSTENTAR BIODIVERSIDAD (CSB) 22

7. SUSCEPTIBILIDAD A LA ACTIVACIÓN DE PROCESOS EROSIVOS 23

8. CLASIFICACIONES INTERPRETATIVAS DE SUELOS 24

8.1. Capacidad de Uso del Suelo (CCU). 24

8.1.1. Clase I 24

8.1.2. Clase II 24

8.1.3. Clase III 25

8.1.4. Clase IV 25

8.1.5. Clase V 26

8.1.6. Clase VI 26

8.1.7. Clase VII 27

8.1.8. Clase VIII 27

9. RESULTADOS 28

9.1. Clasificación de suelos en el área de estudio 28

9.1.1. Serie Cauquenes 28

9.2. Clasificación de las Unidades Homogéneas de Suelo 29

9.2.1. UHS – 1: Suelos ondulados 30

9.2.2. UHS – 2: Suelos de cerros 30

9.2.3. UHS – 3: Suelos de valle con pradera natural 30

9.2.4. UHS – 4: Suelos con plantaciones forestales 30

9.2.5. UHS – 5: Suelos cerros y valles con pradera natural 30

9.3. Caracterización fisicomorfológica del suelo en el área del proyecto 31

Calicata N°2. 33

Calicata N°3. 35

Calicata N°4. 36

Calicata N°5. 37

Calicata N°6. 37

Calicata N°7. 38

Calicata N°8. 40

Calicata N°9. 41

9.4. Caracterización fisicoquímica del suelo en el área de influencia 46
9.4.1. Análisis químico de muestras de suelo 46
9.4.2. Análisis físico de muestras de suelos 48
9.5. Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos 49
9.6. Capacidad de sustentar biodiversidad (CSB) 55
10. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO 61
10.1. Amenazas 61
10.2. Exposición 64
10.3. Vulnerabilidad 65
10.4. Riesgo climático 65
11. CONCLUSIÓN 67
12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 70
13. APENDICES 71
13.1. Apéndice 1. Análisis Químicos de suelo (C1 a la C9) 71
13.2. Apéndice 2. Análisis Físico de suelos del proyecto 78
13.3. Apéndice 3. Datos de precipitaciones mensuales últimos 10 años. Datos extraídos de la estación Nuinhue y Puralihue desde la plataforma www.agrometereologia.cl 78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén". 10

Figura 2. Área de influencia del proyecto y área de emplazamiento del proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias Coiquén". Fuente: Elaboración propia 12

Figura 3. Ubicación de Calicatas dentro del AI proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén" 15

Figura 4. Serie de Suelo presente en el "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén" 29

Figura 5. Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén". 31

Figura 6. Ubicación de la calicata 1 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C). 33

Figura 7. Ubicación de la calicata 2 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C). 34

Figura 8. Ubicación de la calicata 3 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C). 35

Figura 9. Ubicación de la calicata 4 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C). 36

Figura 10. Ubicación de la calicata 5 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C). 37

Figura 11. Ubicación de la calicata 6 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C). 38

Figura 12. Ubicación de la calicata 7 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C). 39

Figura 13. Ubicación de la calicata 8 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C). 40

Figura 14. Ubicación de la calicata 9 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C). 41

Figura 15. Capacidad de Uso de Suelo (CUS) de cada calicata en el AI del proyecto "Ubicación geográfica del proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén". 43

Figura 16. Curvas de Nivel en el AI del proyecto “Ubicación geográfica del proyecto “Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén”. 54

Figura 17. Zonas de riesgo de erosión potencial en el AI del proyecto “Ubicación geográfica del proyecto “Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén”. 55

Figura 18. Temperatura media histórica (periodo 1980-2010) (a), escenario futuro (SSP5-8.5) (b) y diferencia de temperatura (futuro – histórico) (c) en la comuna de Quirihue. Datos extraídos de la plataforma RCLIM (https://arclim.mma.gob.cl/amenazas/). 62

Figura 19. Precipitación acumulada (mm) histórica (periodo 1980-2010) (a), en escenario futuro (SSP5-8.5) (b) y diferencia porcentual de precipitación (futuro – histórico) (c) en la comuna de Quirihue. Datos extraídos de la plataforma RCLIM (https://arclim.mma.gob.cl/amenazas/) 63

Figura 20. Días secos consecutivos históricos (periodo 1980-2010) (a), en escenario futuro (SSP5-8.5) (b) y diferencia porcentual de días secos consecutivos (futuro – histórico) (c) en la comuna de Quirihue. Datos extraídos de la plataforma RCLIM (https://arclim.mma.gob.cl/amenazas/) 64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de muestras según nivel de detalle del estudio. 13

Tabla 2. Coordenadas ubicación de calicata (UTM/UPS; Huso 18 H; Sistema WGS 84). 14

Tabla 3. Clase de profundidad de suelos 16

Tabla 4. Clases de pendiente. 16

Tabla 5. Clases de pedregosidad superficial. 17

Tabla 6. Clases de drenaje 17

Tabla 7. Clases de textura de suelos 18

Tabla 8. Clases de agua aprovechable 19

Tabla 9. Clases de pedregosidad subsuperficial. 20

Tabla 10. Clases de erosión. 20

Tabla 11. Clases de periodo libre de heladas 21

El viento ejerce un efecto mecánico directo sobre las plantas, desecamiento del ambiente y provoca erosión. Tabla 12. Categoría de viento 21

Tabla 13. Clases de salinidad 22

Tabla 14. Determinación de categorías de capacidad de sustentar biodiversidad..... 22

Tabla 15. Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos 23

Tabla 16. Superficie y proporción de las Unidades Homogéneas de Suelos (UHS) determinadas. 30

Tabla 17. Descripción calicata 1 32

Tabla 18. Descripción calicata 2 33

Tabla 19. Descripción calicata 3 35

Tabla 20. Descripción calicata 4 36

Tabla 21. Descripción calicata 5 37

Tabla 22. Descripción calicata 6 38

Tabla 23. Descripción calicata 7 39

Tabla 24. Descripción calicata 8 40

Tabla 25. Descripción calicata 9 41

Tabla 26. Unidades homogéneas de suelos, instalaciones y caminos, superficies, calicatas y CUS. 43

Tabla 27. Desglose de superficies del AI por obra, UHS y tipo de intervención (superficies netas). 45

Tabla 28. Síntesis de superficies del AI según tipo de intervención..... 46

Tabla 29. Resultados análisis químico de suelo muestras de suelo 48

Tabla 30. Resultados análisis físico de muestras de suelo 49

Tabla 31. Factores para la determinación de la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos. Escenario sin Proyecto (condición base)..... 50

Tabla 32. Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos. Escenario con Proyecto (fase de construcción, superficies despejadas). 51

Tabla 33. Grados de limitación para sustentar biodiversidad (CSB) de los suelos descritos según los criterios y clases evaluadas en las calicatas realizadas en el área de influencia del proyecto.... 58

Tabla 34. Determinación de categoría de capacidad de sustentar biodiversidad según calicata en el AI del proyecto. 60

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto “Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias” y “Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén”, en adelante el Proyecto, corresponde a una iniciativa de infraestructura de transmisión eléctrica zonal contemplada en el Decreto Exento N°257/2022 del Ministerio de Energía, que aprueba el Plan de Expansión del Sistema de Transmisión correspondiente al año 2021. El objetivo del Proyecto es reforzar la capacidad, seguridad y confiabilidad del sistema eléctrico en la zona, mediante la incorporación de nuevas instalaciones de transmisión eléctrica destinadas a mejorar la continuidad y calidad del suministro eléctrico.

En términos generales, el Proyecto considera la construcción y operación de la Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias a través del seccionamiento de la Línea 2x220 kV Dichato- Nueva Cauquenes, la Nueva Subestación Coiquén, una nueva Línea de Transmisión denominada 2x66 kV Las Delicias - Coiquén, de aproximadamente 9 km de longitud. El Proyecto se emplaza en la Región de Ñuble, principalmente en la comuna de Quirihue, y se somete al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental mediante una Declaración de Impacto Ambiental (DIA), de conformidad con lo establecido en el Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

La elaboración de la caracterización del componente edafológico considera una descripción y caracterización de los aspectos asociados a la litósfera existente en el área de emplazamiento del Proyecto. Lo anterior con la finalidad de contar con todos los antecedentes necesarios que permitan descartar efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire, en términos de extracción de sus recursos, emplazamiento de sus partes, obras, acciones, de sus emisiones, efluentes o residuos, afectar la permanencia del recurso, asociado a su disponibilidad, utilización y aprovechamiento racional futuro, alterar la capacidad de regeneración o renovación del recurso, o bien alterar las condiciones que hacen posible la presencia y desarrollo de las especies y ecosistemas, poniendo especial énfasis en aquellos recursos propios del país que sean escasos, únicos o representativos, de acuerdo a lo señalado en el Artículo 6 del D.S. N° 40/2012 y su última modificación mediante Decreto N°17/2026 correspondiente al Reglamento del SEIA.

La información es obtenida a partir de una revisión de los antecedentes bibliográficos y de información levantada en el área de estudio, enfocándose en recabar los datos necesarios y afines para una caracterización adecuada del área, tanto en su dimensión edafológica, sus características químicas, como también para establecer la capacidad de uso actual existente. Para ello se aplican metodologías oficiales definidas por la Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres (SEA, 2025).

Los resultados de este estudio permiten la identificación de los suelos que serán o podrían ser expuestos a sufrir cambios o efectos por alguna de las obras o acciones derivadas de la ejecución del proyecto, específicamente en la zona de construcción de

obras temporales y permanentes, las cuales se determinaron como Área de Influencia (AI) del proyecto.

El AI del componente suelo abarca una superficie de 9,87 ha, correspondiente a la suma de los polígonos de obras permanentes, obras temporales y caminos existentes que utilizará el Proyecto. De dicha superficie, 4,01 ha corresponden a caminos existentes y 5,86 ha a superficie de nueva intervención, de la cual 4,72 ha corresponden a ocupación permanente (plataformas de subestaciones y caminos nuevos), 0,96 ha a frentes de trabajo de las estructuras de línea (huella permanente de fundaciones y área de trabajo temporal) y 0,19 ha a intervención temporal (plazas de tendido e instalaciones de faena). El desglose por obra y tipo de intervención se presenta en la Tabla 27 y la Tabla 28.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Describir y caracterizar el medio edafológico en que se encuentra inserta el área de emplazamiento de este proyecto.

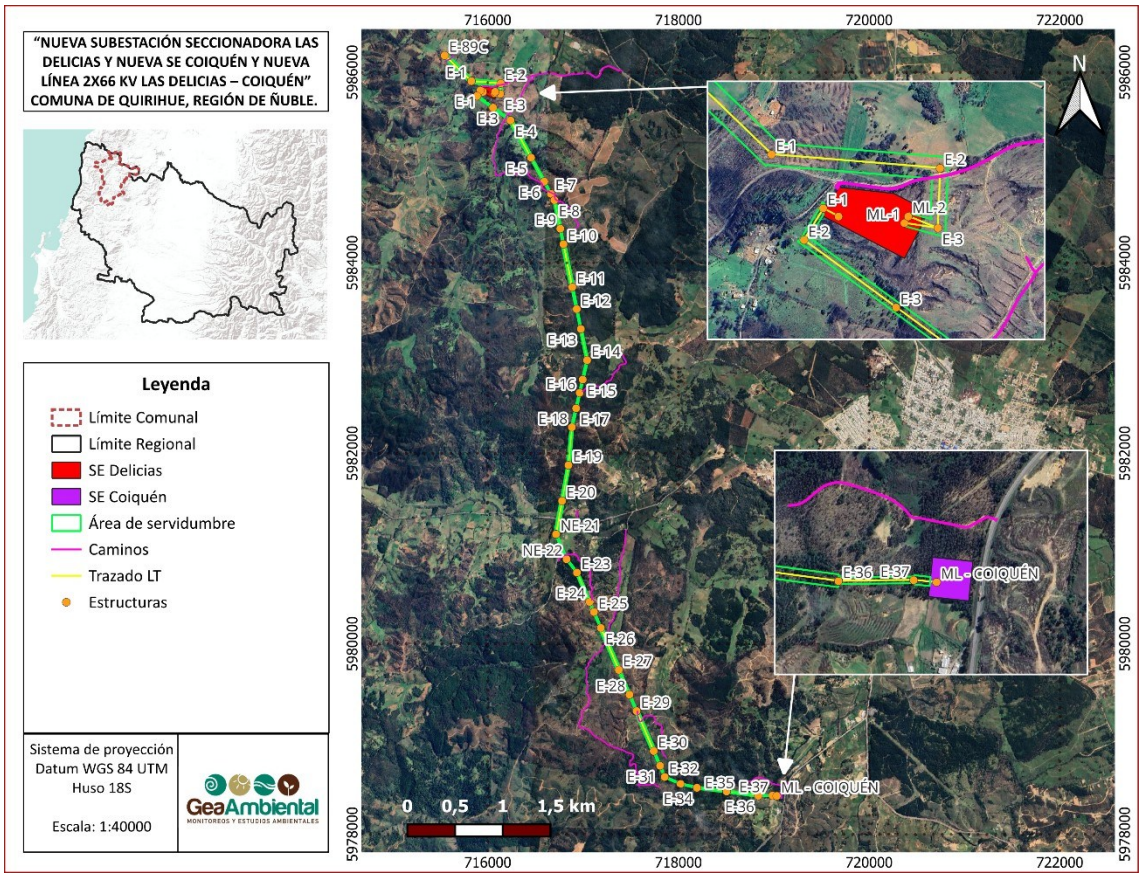
2.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar el estado actual del recurso natural suelo desde el punto de vista físico, morfológico y químico;
- Determinar la Clase de Capacidad de Uso de los Suelos (CUS), en el área de influencia del Proyecto, definiendo las limitaciones a su uso, en vista de las pautas estandarizadas de reconocimiento y clasificación;
- Caracterizar la erosión actual y potencial para el área de Influencia del Proyecto;
- Determinar la Capacidad de sustentar biodiversidad de los suelos (CSB);
- Estimar la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos en el Área de Influencia;
- Evaluar los posibles efectos adversos del cambio climático sobre el objeto de protección suelo en el área de influencia del Proyecto.

3. ÁREA DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en la comuna de Quirihue, región de Ñuble, como se puede ver en la Figura 1.

Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén".



Fuente: Elaboración propia

3.1. Área de influencia

Para determinar el AI del componente suelo, se utilizó la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres, Segunda Edición (SEA, 2025), la "Guía Áreas de Influencia en Ecosistemas Terrestres (SEA, 2024) y la Guía Áreas de Influencia en el SEIA (SEA, 2026) elaboradas por el Servicio de Evaluación Ambiental, las cuales definen el área de influencia según lo indicado por el Decreto N°40/2012, Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental (RSEIA) del Ministerio del Medio Ambiente, vigente desde el 24 de diciembre de 2013, el cual señala en la letra a) del Artículo 2° que esta corresponde a: "…*El área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad si el Proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias*".

El área de influencia (AI) del suelo está determinada por el espacio geográfico que ocuparán las distintas partes, acciones y obras físicas del proyecto, las cuales podrían afectar a este componente debido a la pérdida, compactación, erosión y deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

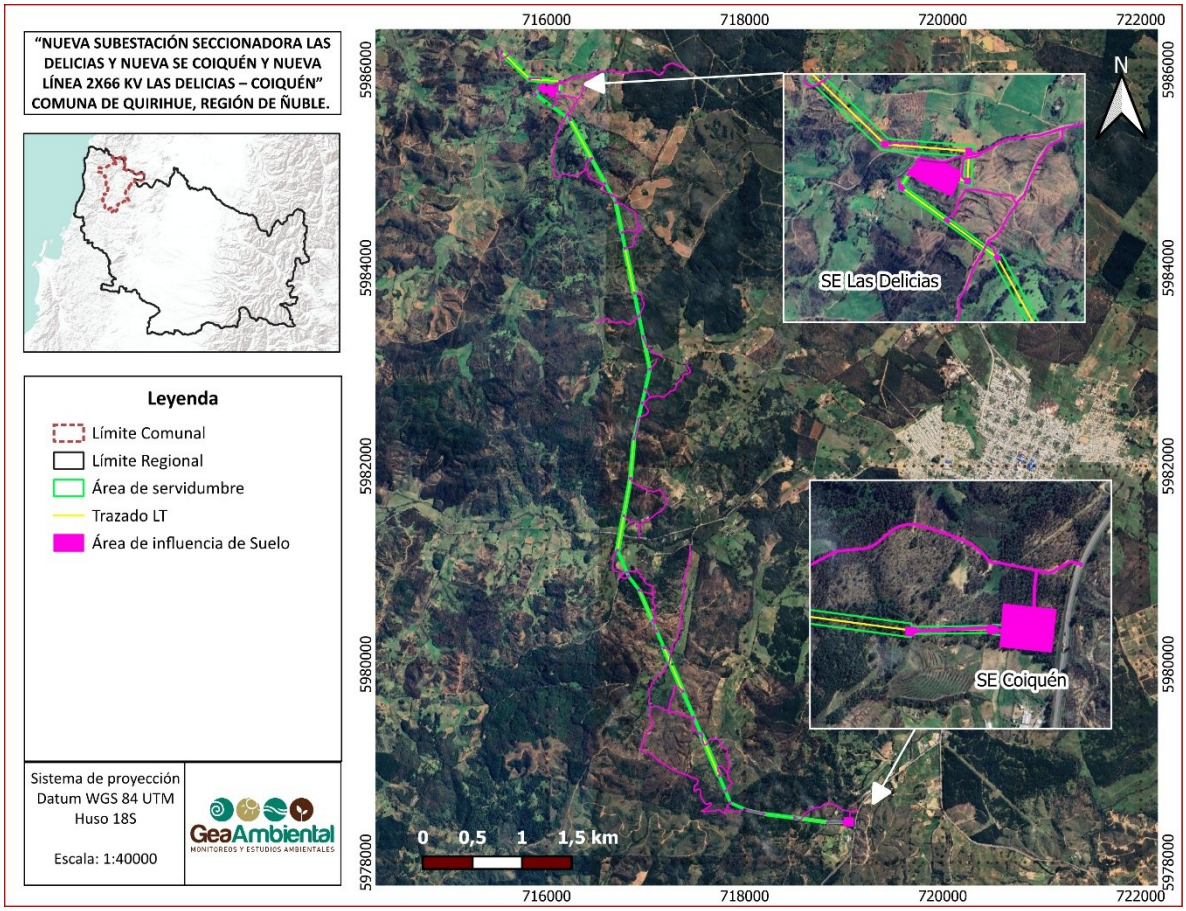
Para el presente proyecto, el AI del componente suelo abarca una superficie total de aproximadamente 9,87 hectáreas. Esta delimitación corresponde al espacio geográfico que ocuparán las partes, obras y acciones del Proyecto en las cuales se manifiestan los factores generadores de impacto sobre el suelo, abarcando obras permanentes, obras temporales y los caminos existentes que serán utilizados. Es importante precisar que no toda la superficie del AI implica pérdida permanente de suelo. Esta superficie fue delimitada a partir de la cartografía de obras del Proyecto actualizada a agosto de 2026. Las 9,87 ha se componen de tres tipos de superficie: (i) superficie de pérdida permanente de suelo, correspondiente a las obras que ocuparán el terreno durante toda la vida útil del Proyecto (plataformas de subestaciones, caminos nuevos y fundaciones de estructuras); (ii) superficie de intervención temporal, que se utilizará sólo durante la fase de construcción y será recuperada al término de ésta (instalaciones de faena, plazas de tendido y área de trabajo de las estructuras); y (iii) caminos existentes, que ya se encuentran intervenidos, por lo que su uso sin modificaciones no genera nueva pérdida de suelo.

La extensión del AI se fundamenta en la identificación de los factores generadores de impacto (FGI) asociados principalmente de la fase de construcción del Proyecto. Entre las acciones y obras que definen esta área se incluyen: la corta y despeje de vegetación, los movimientos de tierra y excavaciones, el acondicionamiento de terreno, la habilitación de accesos y caminos internos, la construcción y habilitación de instalaciones de faenas, las zonas de acopio de materiales, y la construcción de las fundaciones para las estructuras eléctricas y subestaciones.

En consecuencia, el AI integra el espacio geográfico donde todas las acciones, ya sean de carácter temporal o permanente, presentan el potencial de generar

alteraciones sobre el recurso edáfico, tales como pérdida de suelo, compactación, aumento de susceptibilidad a la erosión o deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Figura 2. Área de influencia del proyecto y área de emplazamiento del proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias Coiquén".



Fuente: Elaboración propia

4. METODOLOGÍA

4.1. Planificación levantamiento de información

El trabajo de gabinete se realizó en base a una revisión de bibliografía relacionada con la zona donde se emplaza el proyecto, como cartas agrológicas, mapas de la zona y estudios agrológicos, con el objetivo de identificar las características edafológicas de los puntos de muestreo para la presente línea de base.

4.2. Planificación de las unidades de muestreo.

Las unidades de muestreo (calicatas o cortes de perfil) se planificaron de acuerdo con la distribución de las obras y las series de suelo presentes. La determinación del número de unidades de muestreo tiene directa relación con el nivel de detalle del estudio. Los niveles de detalle y los números de muestras para cada uno se encuentran determinados en la Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres (SEA 2025), según se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Número de muestras según nivel de detalle del estudio.

Nivel de detalle	Objetivo	Número de observaciones	Escala de cartografía
Muy alto (muy intensivo)	Para levantamiento de mayor detalle pertinente para un EIA.	4 o más por ha	1: 2.500
Alto (intensivo)		1 por cada 0,8 a 4 ha	1: 10.000
Moderadamente alto (detallado)		1 cada 5 a 25 ha	1: 25.000
Moderado (semi-detallado)		1 cada 20 a 100 ha	1: 50.000
Moderado (semi-detallado)	Para levantamiento de menor detalle pertinente para una DIA.	1 cada 20 a 100 ha	1: 50.000
Bajo (bajo detalle)		1 cada 100 a 400 ha	1: 100.000
Muy bajo (reconocimiento)		Menos de 1 cada 400 ha	1: 250.000

Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental, 2025. Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. Segunda edición, Santiago, Chile.

Para el presente estudio se determinó que el nivel de detalle que se utilizará será Alto (intensivo) por lo que se realizaron 9 calicatas en el área de estudio del Proyecto, equivalentes a una densidad aproximada de una observación cada 1,1 ha, dentro del rango de 1 cada 0,8 a 4 ha establecido para dicho nivel. Lo anterior considerando que la superficie total del AI, asociada a obras permanentes, obras temporales y caminos existentes y proyectados, alcanza 9,87 ha.

4.3. Levantamiento información de terreno

Una vez recopilados los antecedentes y definidos los puntos de muestreo (calicatas o cortes naturales), se realizó una campaña de terreno el 5 y 6 de mayo del 2026 en el Área de Estudio.

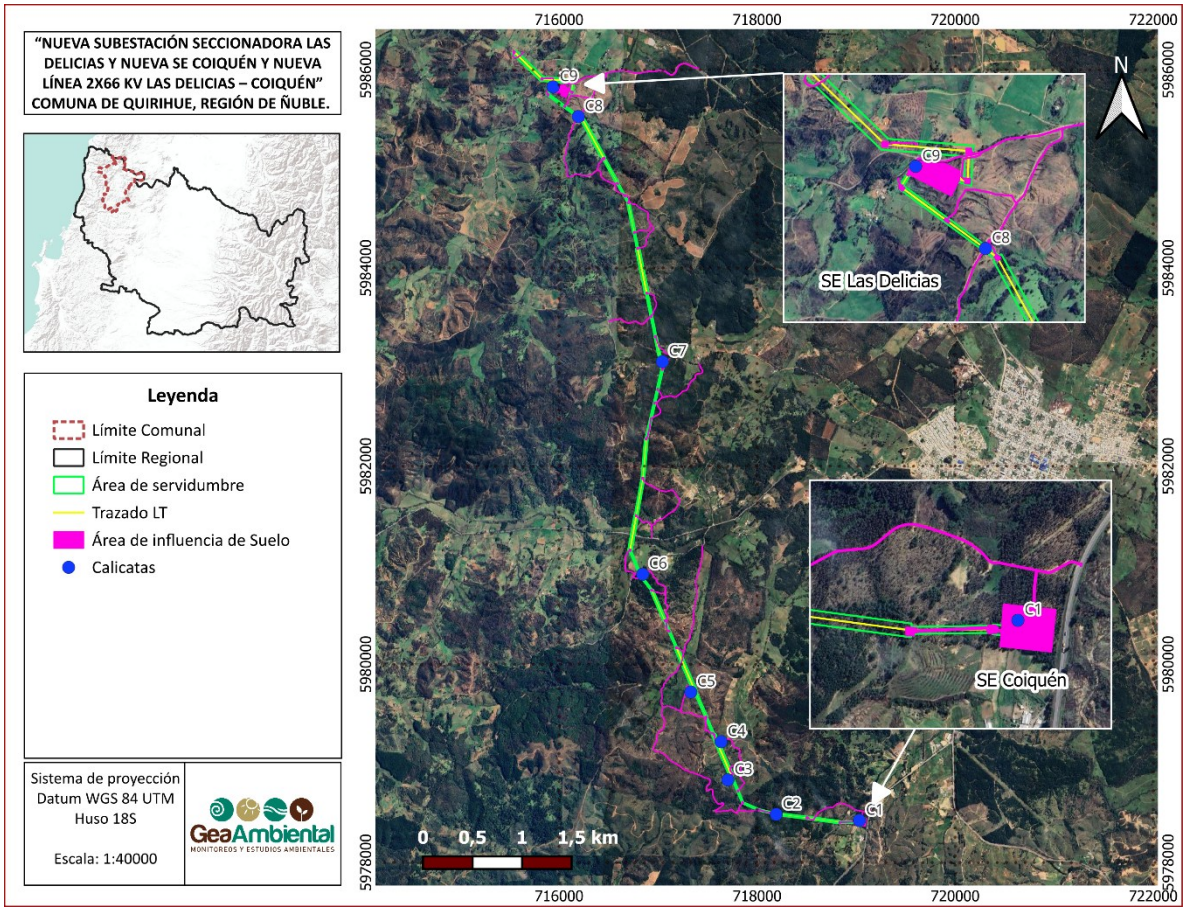
La descripción agrológica se realizó en base a 9 calicatas distribuidas en el área de estudio en sectores representativos del suelo.

Tabla 2. Coordenadas ubicación de calicata (UTM/UPS; Huso 18 H; Sistema WGS 84).

ID Calicata	Coordenadas geográficas	
	Este	Norte
C1	719032.84	5978423.24
C2	718193.07	5978484.85
C3	717705.13	5978832.54
C4	717636.00	5979218.00
C5	717330.00	5979719.00
C6	716844.00	5980908.00
C7	717043.00	5983054.00
C8	716195.00	5985528.00
C9	715940.00	5985828.00

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Ubicación de Calicatas dentro del AI proyecto “Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén”



Fuente: Elaboración propia

Se realizó una caracterización física y morfológica del perfil del suelo en base a una calicata utilizando las “Pautas para Estudios de Suelos desarrolladas por el Servicio Agrícola y Ganadero” (SAG, 2001 y 2011, rectificada), el “Manual de Reconocimiento de Suelos” (USDA, 2017), la “Guía de Evaluación Ambiental del Recurso Natural Suelo” (SAG, 2011) y la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres, Segunda Edición (SEA, 2025), adoptado por las instituciones y especialistas que realizan estudios en el país.

5. CRITERIOS QUE DETERMINAN CAPACIDAD DE USO DE SUELO

Los principales criterios para la clasificación de capacidad de uso de los suelos (CCUS), han sido organizados en tres grupos según la incidencia relativa sobre la clasificación de suelos: criterios de aproximación, definición y criterios especiales.

5.1. Criterios de Aproximación

Los criterios de aproximación son aquellos que permiten clasificar los suelos, según puedan o no ser laboreados, agrupándolos en suelos arables y no arables. Estos son: Profundidad, Pendiente, Pedregosidad Superficial y Clase de Drenaje. La base de esta información puede ser obtenida en gabinete (fotointerpretación, pattern, información de series de suelo, etc.).

5.1.1 Profundidad efectiva del suelo (cm).

La profundidad del suelo se define como la distancia que existe en sentido vertical entre la superficie del suelo y una limitante de tipo permanente que dificulte el paso de la raíz o el paso del agua. Para determinar la profundidad efectiva se deberá considerar, además, la pedregosidad interna del perfil cuando esta resulte limitante para el arraigamiento. En la siguiente tabla se describen las diferentes clases de profundidades efectivas de suelo:

Tabla 3. Clase de profundidad de suelos

Símbolo	Clase	Profundidad efectiva (cm)
D1	Muy delgado	<20
D2	Delgado	20 a 40
D3	Ligeramente profundo	40 a 70
D4	Moderadamente profundo	70 a 90
D5	Profundo	>90
D6	Muy Profundo	-

Fuente: SAG, 2011.

5.1.2 Pendiente.

La pendiente se entenderá como el grado de inclinación de la superficie con respecto a su proyección horizontal, en dirección al escurrimiento del flujo de agua, medida como proporción numérica en porcentaje. Este parámetro, junto con la posición del paisaje, define la conformación de la superficie terrestre mediante la cuantificación de las diferencias de elevación, que en su conjunto se conoce como la configuración topográfica. En la siguiente tabla se describen las diferentes clases de pendientes:

Tabla 4. Clases de pendiente.

Símbolo	Clase	Pendiente (%)
1	Plano	<1
2	Ligeramente inclinado	1 a <3
3	Suavemente inclinado	3 a <5
4	Moderadamente inclinado	5 a <8
5	Fuertemente inclinado	8 a <15
6	Ligeramente escarpado	15 a <30
7	Moderadamente escarpado	30 a <45

Símbolo	Clase	Pendiente (%)
8	Escarpado	45 a <60
9	Muy escarpado	>60

Fuente: SAG, 2011.

5.1.3 Pedregosidad Superficial

La Pedregosidad superficiales el contenido de fragmentos gruesos que interfieren en las labores de labranza, crecimiento de raíces y el movimiento de agua, en el horizonte Ap o los primeros 25 cm de profundidad. En la siguiente tabla se describen las diferentes clases de pedregosidades superficiales del área en estudio:

Tabla 5. Clases de pedregosidad superficial.

Clase	Categoría	Descripción
P2	Ligera	5 a <15 % de piedras y 10 a <20 % gravas
P3	Moderada	15 a <35 % de piedras y 20 a <40 % de gravas
P4	Abundante	35 a 50% de piedras y 40 a 85% de gravas
P5	Muy Abundante	>50% de piedras y >85% de gravas

Fuente: SAG, 2011.

5.1.4 Clase de drenaje.

El drenaje se refiere a la rapidez con que el agua ingresa desde la superficie y posteriormente se mueve a través del perfil de suelo, lo que está íntimamente relacionado con la permeabilidad y el escurrimiento superficial. En la siguiente tabla se describe la clase de drenaje presente en los suelos del proyecto:

Tabla 6. Clases de drenaje

Símbolo	Clase	Descripción
W1	Muy pobremente drenado	Suelo superficial gris o negro y límite inferior gris y/o moteado. Como valor de referencia más usual se considera una permeabilidad < 0,15 cm/h
W2	Pobremente drenado	Color gris: rasgos redoximórficos (moteado, concreciones, etc.) en superficie y en límite inferior. Como valor de referencia más usual se considera una permeabilidad de 0,15 cm/h a < 0,5 cm/h
W3	Drenaje imperfecto	Límite inferior de suelo con presencia de rasgos redoximórficos (moteado, concreciones, etc.). Como valor de referencia más usual se considera una permeabilidad de 0,5 cm/h a < 1,5 cm/h
W4	Drenaje moderado	Como valor de referencia se considera una permeabilidad de 1,5 cm/h a < 5 cm/h
W5	Bien drenado	Buena oxidación y libre de moteado tanto en el suelo como en el límite inferior de suelo. Como valor de referencia más usual se considera una permeabilidad de 5 cm/h a 15 cm/h

Símbolo	Clase	Descripción
W6	Excesivamente drenado	En los suelos estratificados, un quiebre abrupto de textura que provoca un nivel freático suspendido, permitiendo castigar la aptitud del suelo hasta la clase siguiente. Como valor de referencia más usual se considera una permeabilidad > 15 cm/h

Fuente: SAG, 2011.

5.2. Criterios de Definición

Los criterios de definición son aquellos que, en combinación la agrupación de criterios de aproximación, permiten determinar la CCUS. Estos son: Textura, Agua Aprovechable, Pedregosidad Subsuperficial, Clases de Erosión y Clima. Cabe señalar que, para llevar a cabo la determinación de la textura en suelos arables, normalmente es considerado como profundidad de muestreo la extensión del horizonte Ap (aproximadamente entre 20 y 25 cm).

5.2.1. Textura de suelo

La textura del suelo se define como la proporción en que se encuentran las diferentes partículas de tamaño inferior a 2 mm (arena, limo y arcilla). La textura otorga características específicas que inciden en las propiedades fisicoquímicas del suelo. Las categorías de estas texturas son:

Tabla 7. Clases de textura de suelos

Agrupamiento textural	Descripción	Clase textural	Relación Arena – Limo – Arcilla (%)
Fina	Posee una gran proporción de arcillas, los terrones son resistentes a la presión mecánica, al romperlos forman terrones más pequeños, en el mejor de los casos al manipularlos en húmedo forman cintas pegajosas de variada viscosidad.	Arcillosa	10-20-60
		Arcillo limosa	5-50-45
		Arcillo arenosa	55-5-40
		Franco arcillo limosa	10-35-55
		Franco arcillosa	35-30-35
		Franco arcillo arenosa	35-35-30
Media	Contienen diferentes grados de arena, limo y arcilla, manifestándose mayoritariamente el limo. Cuando son húmedos al tacto, dan la sensación de talco algo lijoso por la presencia de arena. Los terrones se pueden manipular en seco sin afectar la agregación,	Limosa	10-85-5
		Franca limosa	20-65-15

Agrupamiento textural	Descripción	Clase textural	Relación Arena – Limo – Arcilla (%)
	pero al ejercer presión se quiebran con facilidad.	Franca	40-40-20
Gruesa	Son completamente arenosos con granos simples o tienen una proporción de arcilla y limo para inferir de algún modo en la consistencia. Los granos de arena se pueden palpar al tacto (terrones) y se disgregan fácilmente.	Franca arenosa	65-25-10
		Areno francosa	80-15-5
		Arenosa	90-5-5

Fuente: SAG, 2011.

5.2.2. Agua aprovechable

Corresponde a aquella agua disponible para las plantas, retenida por el suelo entre punto de marchitez permanente y capacidad de campo, expresado en centímetros columna de agua (cm c.a.).

Tabla 8. Clases de agua aprovechable

Símbolo	Condiciones	Descripción
H1	Muy Buena	18 cm c.a. o más
H2	Buena	de 12 a < 18 cm c.a.
H3	Regular	de 9,5 a <12 cm c.a.
H4	Pobre	de 5 a < 9,5 cm c.a.
H5	Muy Pobre	Menos de 5 cm c.a.

Fuente: SAG, 2011.

5.2.3. Pedregosidad subsuperficial

La Pedregosidad sub-superficial se asocia a la presencia de fragmentos gruesos en el perfil de suelo por debajo del horizonte Ap o por debajo de los 25 cm, los cuales presentan un diámetro mayor a 2 cm. En la siguiente tabla se describen las diferentes clases de pedregosidades subsuperficiales dentro del área en estudio:

Tabla 9. Clases de pedregosidad subsuperficial.

Clase	Categoría	Descripción
1	Sin pedregosidad	<5%
2	Ligera	<15%
3	Moderada	15% a <35%
4	Abundante	35% a <60%
5	Muy Abundante	60% y más

Fuente: SAG, 2011.

5.2.4. Clase de Erosión.

Se entenderá por erosión al desprendimiento y movimiento de suelo o roca por acción del agua, viento, hielo o gravedad, es por esto que los principales criterios para la determinación del grado de erosión de un suelo es la cobertura vegetal, la integridad del horizonte superficial y la presencia de grietas en el suelo. En la siguiente tabla se describen las diferentes clases de erosión presentes en el área del proyecto:

Tabla 10. Clases de erosión.

Símbolo	Clase	Descripción
E1	No aparente	Flujo precanalizado (erosión laminar) ocasional en sectores sin vegetación. Remoción parcial del horizonte superficial. Prácticamente, sin depósitos de materiales en la base de taludes o en concavidades de la pendiente. Sin grietas ni desarrollo de escalones. Cubierta vegetal en más del 95% de la superficie.
E2	Ligera	Esta clase está referida a suelos que tienen pérdidas relativas del 25% del horizonte superficial (horizonte A)
E3	Moderada	Esta clase está referida a suelos que tienen pérdidas relativas del 25% al 75% del horizonte A que existía originalmente, promedio (por ejemplo, en la mayoría de las zonas cultivadas, poseen áreas que pueden tener patrones intrincados, que van desde pequeñas áreas erosionadas a pequeñas áreas severamente erosionadas).
E4	Severa	Esta clase está referida a suelos que tienen pérdidas más o menos al 75% del horizonte superficial, (por ejemplo, áreas donde se evidencian pérdidas por sobre los 20 cm en los horizontes superficial)
E5	Muy severa	Esta clase está referida a suelos que han perdido totalmente el horizonte superficial.

Fuente: SAG, 2011.

5.2.5. Clima

Para evaluación de los factores climáticos sobre la capacidad de uso del suelo, se utilizan dos variables, a saber:

Periodo libre heladas

El periodo libre de heladas es el número de días que trascurren desde la última helada de un periodo hasta la primera helada del periodo siguiente.

Tabla 11. Clases de periodo libre de heladas

Símbolo	Clase	Descripción
F1	1	150 o más días.
F2	2	100 a 149 días
F3	3	80 a 99 días
F4	4	50 a 79 días
F5	5	Menos de 50 días

Fuente: SAG, 2011.

Categoría de viento

El viento ejerce un efecto mecánico directo sobre las plantas, desecamiento del ambiente y provoca erosión. Tabla 12. Categoría de viento

Símbolo	Categoría	Descripción
V1	Ausente	No provoca problemas en las actividades agrícolas, pecuarias o forestales. Incluye los vientos constantes o frecuentes, con velocidades promedio inferiores a 15 km/hora. En esta categoría los árboles crecen verticalmente y expanden sus ramas en todas direcciones.
V2	Moderado	Comprende el viento constante o muy frecuente, con velocidades entre los 15 y 30 km/hora, el que causa problemas moderados a la agricultura, los que pueden solventarse con la instalación de cortinas corta viento como medidas de protección. También abarca los de velocidades mayores, pero con menor constancia. Se reconoce en el campo por la tendencia general de los árboles a tener sus copas inclinadas ligeramente hacia el lado donde sopla el viento.
V3	Fuerte	Alcanza velocidades superiores a los 30 km/hora, teniendo una frecuencia mayor al 50% del tiempo. Este tiene efectos muy perjudiciales para actividades del uso del suelo, llegando a limitar la capacidad de uso de la misma a pastoreo o producción forestal de bajo rendimiento. Se reconoce en el campo, porque los árboles carecen de ramas del lado donde sopla el viento y por lo general tienen su tronco inclinado debido a la fuerza del viento y al peso de su copa.

Fuente: SAG, 2011.

5.3. Criterios Especiales

Como criterio especial se determinó la salinidad de los suelos, la cual se clasifica en distintas categorías dependiendo de los resultados de análisis químico de laboratorio.

5.3.1. Salinidad

La salinidad de los suelos está referida a la presencia de altas concentraciones de sales solubles en el suelo, las cuales se miden a través de la conductividad eléctrica (CE).

Tabla 13. Clases de salinidad

Símbolo	Categorías	Salinidad (dS m-1)
S0	No Salino	0 a < 2
S1	Ligeramente Salino	2 a < 4
S2	Moderadamente Salino	4 a < 8
S3	Muy Salino	8 a <12
S4	Extremadamente Salino	12 o más

Fuente: SAG, 2011.

6. DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE SUSTENTAR BIODIVERSIDAD (CSB)

La necesidad de describir la capacidad del suelo de sustentar biodiversidad proviene del Reglamento del SEIA, artículo 6° letra a), donde se indica que con el objetivo de evaluar si se presentan impactos significativos se debe considerar: "*La pérdida de suelo o de su capacidad para sustentar biodiversidad por degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes*". Varios de los parámetros que sirven para definir la CUS también sirven para definir la capacidad de un suelo para sustentar biodiversidad (CSB). Los parámetros pueden ser clasificados como limitante muy significativa, significativa, leve o ninguna limitación. Según el número de estas clasificaciones limitantes de capacidad de uso de suelo, se podrá determinar una categoría para la CSB según la tabla Determinación de categorías de capacidad de sustentar biodiversidad de la Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres, (Tabla 14) (SEA, 2025).

Tabla 14. Determinación de categorías de 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: Servicio de Evaluación Ambiental, 2025. Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. Segunda edición, Santiago, Chile.

7. SUSCEPTIBILIDAD A LA ACTIVACIÓN DE PROCESOS EROSIVOS

El hecho de que un suelo sufra de erosión depende tanto de nuevas acciones que puedan darse sobre él, así como también de características propias del pedón que lo hacen más susceptible. Mayores pendientes, una pobre cobertura vegetal y la exposición a lluvias intensas son características preponderantes en la facilitación de procesos erosivos que son parte de la condición natural de un sitio. La Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos se determinó siguiendo la metodología disponible en la Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres (SEA, 2025), donde se considera características físicas del suelo (clase de profundidad y clase textural), pendiente del lugar (%), cobertura vegetal, agresividad de las precipitaciones (índice de Fournier modificado, IFM) y agresividad del viento. Todos estos factores fueron considerados para determinar la vulnerabilidad de los suelos y la agresividad climática, las cuales permiten obtener la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos en los suelos bajo el AI del proyecto (Tabla 15).

Tabla 15. Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos

Clase Vulnerabilidad	Clase agresividad climática			
	Baja	Media	Alta	Muy alta
1	1	1	2	2
2	1	2	3	3
3	2	3	3	4
4	3	4	4	4

Fuente: Servicio de Evaluación Ambiental, 2025. Tabla 15, Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. Segunda edición, Santiago, Chile.

A modo de referencia estas clases de susceptibilidad pueden describirse como sigue:

- **Clase 1. Riesgo Bajo**: corresponde a sitios con vulnerabilidad baja y agresividad climática baja o agresividad media y vulnerabilidad del suelo baja. En esta situación, si la cobertura vegetacional es alta, con buena estructura y composición, lo que favorece una alta protección al suelo, de perderse o ser intervenida las pérdidas de suelo serían bajas.
- **Clase 2. Riesgo Medio**: sitios con agresividad climática baja o media y vulnerabilidad del suelo media o agresividad climática alta con vulnerabilidad del suelo baja o media. Son sitios que de perder la protección vegetacional se encuentran propensos a erosionarse. Por consiguiente, requieren medidas ambientales o un manejo de la cobertura vegetacional que permita mantener la protección del suelo.
- **Clase 3. Riesgo Alto**: en este caso la agresividad es muy alta y la vulnerabilidad del suelo media o baja o agresividad de baja, media o alta y vulnerabilidad del suelo alta o pueden tener agresividad baja y vulnerabilidad del suelo muy alta. Estos sitios requieren de medidas ambientales en la actualidad, y de desprotegerse, aumentan la probabilidad de erosionarse.

- **Clase 4. Muy Alto Riesgo**: la agresividad climática es media, alta o muy alta y vulnerabilidad del suelo muy alta o agresividad muy alta y vulnerabilidad alta. En estos sitios los suelos son altamente propensos a erosionarse, y de ser intervenida la vegetación requiere necesariamente medidas ambientales.

8. CLASIFICACIONES INTERPRETATIVAS DE SUELOS

A continuación, se describen las Clases de Capacidad de Uso del Suelo, las cuales están basadas en los criterios señalados en el capítulo anterior.

8.1. Capacidad de Uso del Suelo (CCU).

Los suelos se clasifican en ocho categorías, en base a su calidad agrícola. Dentro de estos se distinguen los suelos arables (categorías I a la IV) y los no arables (V a la VIII), los cuales son clasificados mediante la identificación de uno más atributos críticos. El atributo crítico es la característica del suelo que determina por sí sola la clase de capacidad de uso analizada. Vale decir, existiendo un atributo crítico, el resto de los atributos pueden presentar características de las Clases de Capacidad de Uso menos limitantes. A continuación, se presenta una descripción de la clase de suelo identificada en el área del proyecto.

8.1.1. Clase I

Los suelos clase I tienen muy pocas limitaciones que restrinjan su uso. Son suelos planos, profundos, bien drenados, fáciles de trabajar, poseen buena capacidad de retención de humedad y la fertilidad natural es buena o responden en muy buena forma a las aplicaciones de fertilizantes. Los rendimientos que se obtienen, utilizando prácticas convenientes de cultivo y manejo, son altos en relación con los de la zona. Los suelos se adaptan para cultivos intensivos. En su uso se necesitan prácticas de manejo simples para mantener su productividad y conservar su fertilidad natural.

8.1.2. Clase II

Los suelos Clase II presentan algunas limitaciones que reducen la elección de los cultivos o requieren moderadas prácticas de conservación. Corresponden a suelos planos con ligeras pendientes. Son suelos profundos o moderadamente profundos, de buena permeabilidad y drenaje, presentan texturas favorables, que pueden variar a extremos más arcillosos o arenosos que la Clase anterior.

Las limitaciones más corrientes son:

- Pendiente suave.
- Moderada susceptibilidad a la erosión por agua o viento o efecto adverso moderado de erosión pasada.

- Profundidad menor que la ideal.
- Estructura y facilidad de laboreo desfavorable.
- Ligera a moderada salinidad o sodicidad fácilmente corregible, pero con posibilidad de recurrencia.
- Humedad corregible por drenaje, pero existe siempre como una limitación moderada.
- Limitaciones climáticas ligeras.

Estas limitaciones pueden presentarse solas o combinadas.

8.1.3. Clase III

Los suelos de la Clase III presentan moderadas limitaciones en su uso y restringen la elección de cultivos, aunque pueden ser buenas para ciertos cultivos. Tienen severas limitaciones que reducen la elección de plantas o requieren de prácticas especiales de conservación o de ambas.

Las limitaciones más corrientes para esta Clase pueden resultar del efecto de una o más de las siguientes condiciones:

- Relieve moderadamente inclinado a suavemente ondulado.
- Alta susceptibilidad a la erosión por agua o vientos o severos efectos adversos de erosiones pasadas.
- Suelo delgado sobre un lecho rocoso, hardpan, fragipan, etc., que limita la zona de arraigamiento y almacenamiento de agua.
- Permeabilidad muy lenta en el subsuelo
- Baja capacidad de retención de agua
- Baja fertilidad no fácil de corregir
- Humedad excesiva o algún anegamiento continuo después de drenaje
- Limitaciones climáticas moderadas
- Inundación frecuente acompañada a algún daño a los cultivos.

Los suelos de esta Clase requieren prácticas moderadas de conservación y manejo.

8.1.4. Clase IV

Los suelos de la Clase IV presentan severas limitaciones de uso que restringen la elección de cultivos. Estos suelos al ser cultivados requieren cuidadosas prácticas de manejo y de conservación, más difíciles de aplicar y mantener que las de la Clase III. Los suelos en Clase IV pueden usarse para cultivos, praderas, frutales, praderas de secano, etc. Los suelos de esta clase pueden estar

adaptados sólo para dos o tres de los cultivos comunes y la cosecha producida puede ser baja con relación a los gastos sobre un período largo de tiempo.

Las limitaciones más usuales para los cultivos de esta Clase se refieren a:

- Suelos delgados
- Pendientes pronunciadas
- Relieve moderadamente ondulado y disectado
- Baja capacidad de retención de agua
- Humedad excesiva con riesgos continuos de anegamiento después del drenaje
- Severa susceptibilidad a la erosión por agua o viento o severa erosión efectiva.

8.1.5. Clase V

Los suelos de Clase V tienen escaso o ningún riesgo de erosión, pero presentan otras limitaciones que no pueden removerse en forma práctica y que limitan su uso a empastadas, praderas naturales de secano (range) o forestales.

Los suelos de esta Clase son casi planos, demasiado húmedos o pedregosos y/o rocosos para ser cultivados. Están condicionados a inundaciones frecuentes y prolongadas o salinidad excesiva.

Los suelos son planos o plano inclinado (piedmont) y que por efectos climáticos no tienen posibilidad de cultivarse, pero poseen buena aptitud para la producción de praderas todo el año o parte de él; como ejemplo puede citarse: turbas, pantanos, mallines, ñadis, etc.; es decir suelos demasiado húmedos o inundados pero susceptibles de ser drenados, no para cultivos sino para producción de pasto. Otros suelos en posición de piedmont en valles andinos y/o costinos por razones de clima (pluviometría o estación de crecimiento demasiado corta, etc.), no pueden ser cultivados, pero estos pueden emplearse en la producción de praderas o forestal.

8.1.6. Clase VI

Los suelos Clase VI corresponden a suelos inadecuados para los cultivos y su uso está limitado a pastos y forestales. Los suelos tienen limitaciones continuas que no pueden ser corregidas, tales como: pendientes pronunciadas, susceptibles a severa erosión; efectos de erosión antigua, pedregosidad excesiva, zona radicular poco profunda, excesiva humedad o anegamientos, clima severo, baja retención de humedad, alto contenido de sales o sodio.

8.1.7. Clase VII

Son suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos. Su uso fundamental es pastoreo y forestal. Las restricciones de suelos son más severas que en la Clase VI por una o más de las limitaciones siguientes que no pueden corregirse: pendientes muy pronunciadas, erosión, suelo delgado, piedras, humedad, sales o sodio, clima no favorable, etc.

8.1.8. Clase VIII

Corresponde a suelos sin valor agrícola, ganadero o forestal. Su uso está limitado solamente para la vida silvestre, recreación o protección de hoyas hidrográficas.

9. RESULTADOS

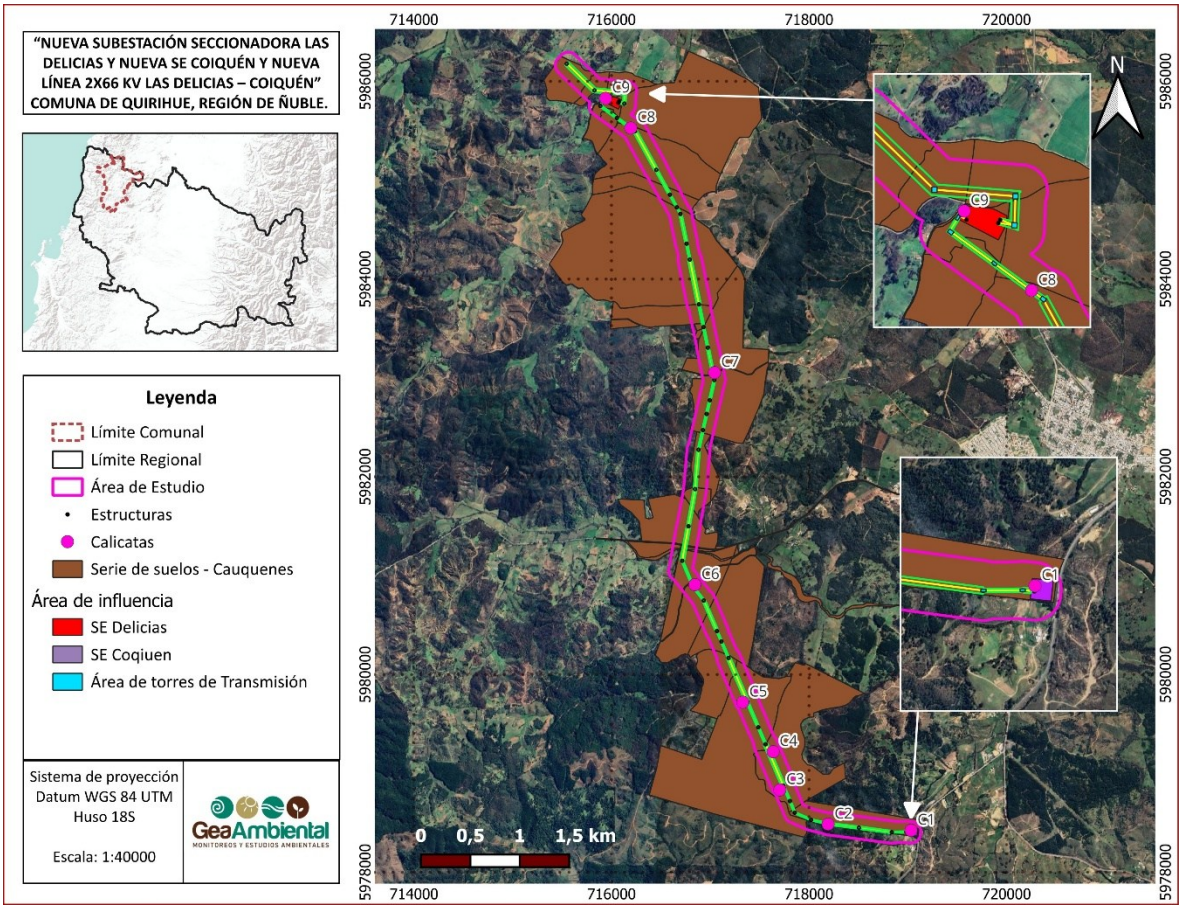
9.1. Clasificación de suelos en el área de estudio

El área de estudio se emplaza sobre suelos pertenecientes a la Asociación Cauquenes, desarrollados sobre materiales graníticos de la Cordillera de la Costa. Estos suelos presentan relieve ondulado a fuertemente ondulado, susceptibilidad a procesos erosivos y limitaciones de uso asociadas principalmente a las clases de capacidad de uso VI y VII, siendo aptos preferentemente para actividades forestales y de pradera, con sectores puntuales de uso agropecuario restringido.

9.1.1. Serie Cauquenes

Son suelos profundos, formados "in situ" a partir de rocas graníticas, bien evolucionados, de texturas arcillosas en todo el perfil y color pardo rojizo amarillento en el matiz 5YR en la superficie y color rojo amarillento en profundidad en el mismo matiz anterior. Descansa sobre un substrato constituido por roca granítica muy meteorizada y rica en cuarzo y feldespatos. Ocupa una posición topográfica de cerros y lomajes. Estos suelos han sido históricamente muy cultivados por cereales lo que ha ocasionado diversos y avanzados grados de erosión. Su vegetación natural es principalmente a base de espino (Acacia caven) y litre (Lithrea cáustica). Presentan estructura de bloques en los dos primeros horizontes y macizo en el último; cutanes a partir del segundo horizonte. Cristales y gravilla granítica tanto en la superficie como en el perfil que aumentan en profundidad.

Figura 4. Serie de Suelo presente en el "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén".



Fuente: Elaboración propia.

9.2. Clasificación de las Unidades Homogéneas de Suelo

Partiendo de la información recolectada tanto en terreno como en gabinete, se definieron las unidades homogéneas de suelo (UHS) considerando similitudes en las características edáficas, determinadas por factores formativos como la topografía, cobertura vegetal y usos del suelo. Mediante fotointerpretación de imágenes satelitales georreferenciadas (Google Earth, 2023; Consulta y fotointerpretación realizada en 2026), se identificaron las UHS preliminares, analizando la cobertura vegetal y las pendientes presentes en el Área de Influencia (AI). Con base en este análisis, se establecieron las UHS presentes en del AI del proyecto (Figura 5).

9.2.1. UHS – 1: Suelos ondulados

La UHS 1 abarca una superficie de 48.83 hectáreas. Esta UHS se caracteriza por suelos que están en una topografía irregular ondulada con pendientes de 15-45% con zonas de plantación y vegetación nativa.

9.2.2. UHS – 2: Suelos de cerros

La UHS 2 abarca una superficie de 173.3 hectáreas. Esta UHS se caracteriza por suelos con topografía irregular ondulada con pendientes de 15-45%. Corresponde principalmente a superficies de plantación forestal que fueron cosechadas.

9.2.3. UHS – 3: Suelos de valle con pradera natural

La UHS 3 abarca una superficie de 135.6 hectáreas. Esta UHS se caracteriza por suelos de valle con pendientes de 15-45%. Corresponde principalmente a superficies de plantación forestal que fueron cosechadas.

9.2.4. UHS – 4: Suelos con plantaciones forestales

La UHS 4 abarca una superficie de 173.3 hectáreas. Esta UHS se caracteriza por suelos de cerros con pendientes de 0-45%. Actualmente con plantación forestal y zonas menores con especies nativas.

9.2.5. UHS – 5: Suelos cerros y valles con pradera natural

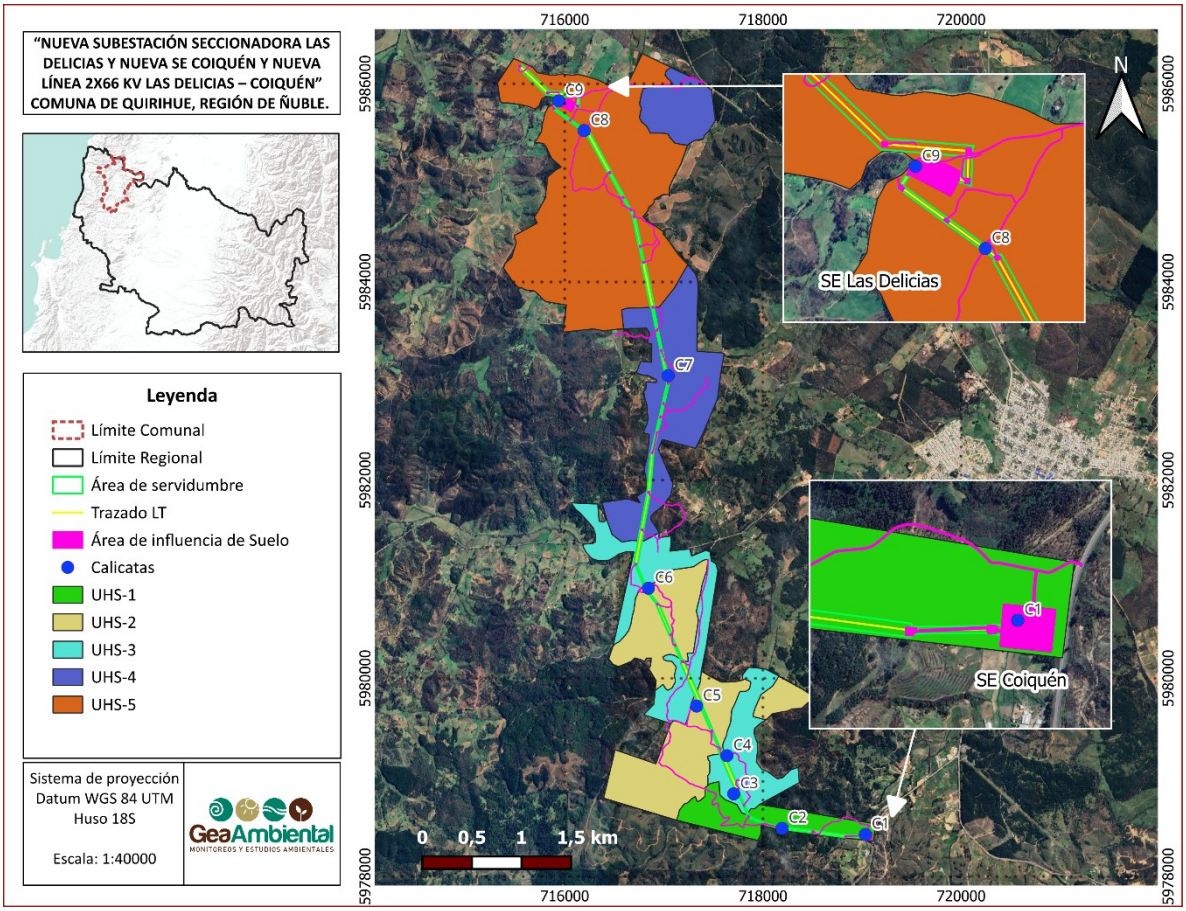
La UHS 5 abarca una superficie de 335 hectáreas. Esta UHS se caracteriza por suelos de cerros con pendientes de 15-45%. Mayoritariamente con praderas naturales y zona de cosecha de bosque forestal.

Tabla 16. Superficie y proporción de las Unidades Homogéneas de Suelos (UHS) determinadas.

UHS	Superficie (hectáreas)	Proporción (%)
UHS-1	48.83	5.6
UHS-2	173.3	20.0
UHS-3	135.6	15.7
UHS-4	173.3	20.0
UHS-5	335	38.7
Total	866	100

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén".



Fuente: Elaboración propia.

9.3. Caracterización fisicomorfológica del suelo en el área del proyecto

A continuación, se detallan las principales propiedades observadas en las calicatas realizadas dentro del AI del Proyecto. Los resultados de las nueve calicatas evaluadas evidencian condiciones edáficas relativamente homogéneas en el área de estudio, caracterizadas por suelos profundos (D5), bien drenados (W5) y sin pedregosidad superficial (P1), desarrollados en sectores de lomajes con pendientes entre 25 y 45 %, lo que constituye la principal limitante de uso. En términos texturales, predomina la clase franco arcillo arenosa (Faa) en varias calicatas (C1, C2, C6 y C9), mientras que otras corresponden a texturas francas (C3 y C4) y arcillosas (C5, C7 y C8), reflejando una variabilidad moderada en las propiedades físicas del suelo. La pedregosidad subsuperficial es generalmente baja, con presencia ligera en C2 (DP2) y moderada en C4 (DP3), sin afectar significativamente la funcionalidad del suelo. El agua aprovechable varía entre condiciones regulares (H3) y buenas (H2), mostrando una mayor disponibilidad en suelos con mayor

contenido de fracción fina. No se evidencian procesos de erosión aparente en ninguna de las calicatas (E1), y el periodo libre de heladas es favorable, superior a 150 días en todos los casos. En cuanto a condiciones especiales, destaca la ausencia de limitaciones por viento y salinidad. Finalmente, todas las calicatas fueron clasificadas en Clase de Capacidad de Uso VI, siendo la pendiente el principal atributo restrictivo, condicionando su aptitud preferente hacia usos forestales o de protección más que agrícolas intensivos.

Calicata N°1.

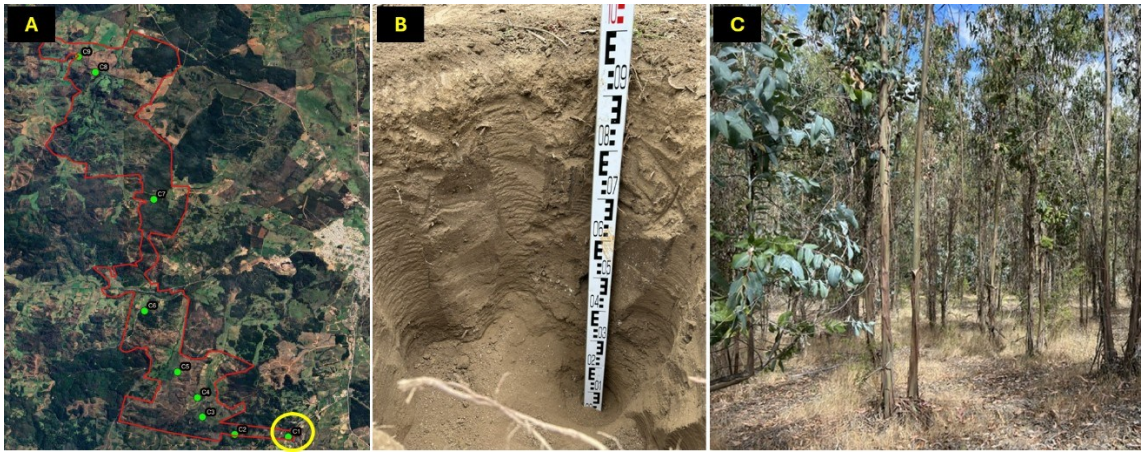
Tabla 17. Descripción calicata 1

Criterios	Parámetros	Clase y símbolo
De aproximación	Profundidad efectiva	Profundo, D5
	Pendiente	De Lomajes (35 a 40%)
	Pedregosidad superficial	Sin Pedregosidad, P1
	Clase de drenaje	Bien drenado, W5
De definición	Textura	Franco Arcillo Arenoso, Faa
	Pedregosidad sub-superficial	Sin Pedregosidad, DP1
	Agua Aprovechable	Buena, H2
	Clase de Erosión	No aparente, E1
	Periodo libre de heladas	150 o más días, F1
Especiales	Vientos	Ausente, V1
	Salinidad	No Salino, S0 (< 2 dS/m)
Clase de capacidad de uso	**Clase**	**Atributo crítico**
	VI	Pendiente: De Lomajes (35 a 40%)

Profundidad (cm) /Horizonte	Horizontes
0-10	Pardo claro a pardo amarillento claro (10YR 6/3), franco arcillo arenoso; estructura débil en bloques subangulares finos; no plástica y ligeramente adhesiva; raíces finas escasas; gravas finas muy escasas (< 2%); sin evidencias de moteados ni concreciones; límite gradual y suave.
10-100	Pardo claro a pardo amarillento claro (10YR 6/4), franco arcillo arenoso; estructura débil en bloques subangulares; no plástica y ligeramente adhesiva; raíces finas ausentes; sin pedregosidad; sin evidencias de moteados ni concreciones.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Ubicación de la calicata 1 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C).



Fuente: Registro en terreno.

Calicata N°2.

Tabla 18. Descripción calicata 2

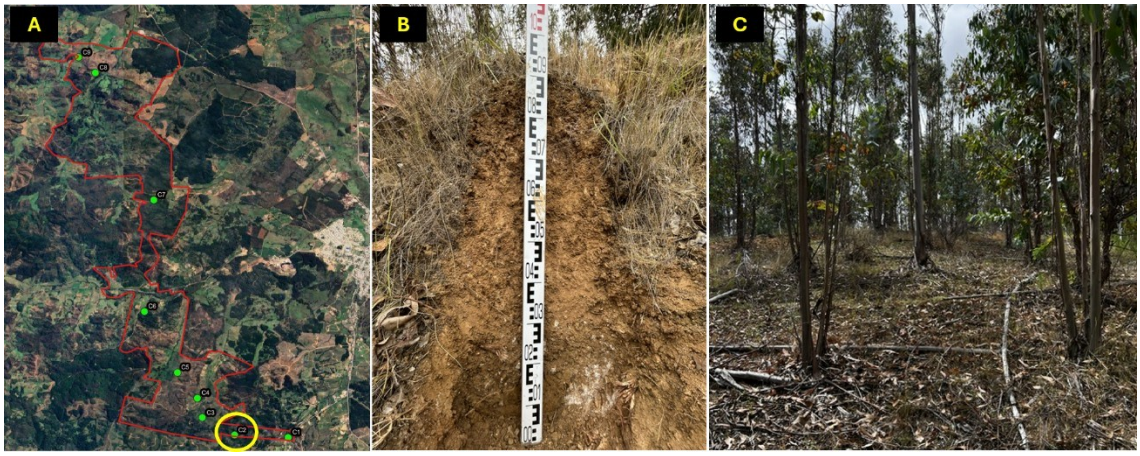
Criterios	Parámetros	Clase y símbolo
De aproximación	Profundidad efectiva	Profundo, D5
	Pendiente	Fuertemente ondulado (25 a 35%)
	Pedregosidad superficial	Sin Pedregosidad, P1
	Clase de drenaje	Bien drenado, W5
De definición	Textura	Franco Arcillo Arenoso, Faa
	Pedregosidad sub-superficial	Ligera, DP2
	Agua Aprovechable	Regular, H3
	Clase de Erosión	No aparente, E1
	Periodo libre de heladas	150 o más días, F1
Especiales	Vientos	Ausente, V1
	Salinidad	No Salino, S0 (< 2 dS/m)
Clase de capacidad de uso	**Clase**	**Atributo crítico**
	VI	Pendiente: Fuertemente ondulado (25 a 35%)

Profundidad (cm) /Horizonte	Horizontes
0-10	Pardo amarillento oscuro (10YR 4/4), franco arcillo arenosa; bloques subangulares finos moderados; friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas comunes; gravas finas escasas (< 5%); límite gradual y suave.

10-100	Pardo fuerte (7.5YR 5/6), franco arcillo arenosa; bloques subangulares finos y medios moderados; firme en húmedo y friable en seco; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas escasas; gravas finas escasas (< 5%); límite difuso.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Ubicación de la calicata 2 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C).



Fuente: Registro en terreno.

Calicata N°3.

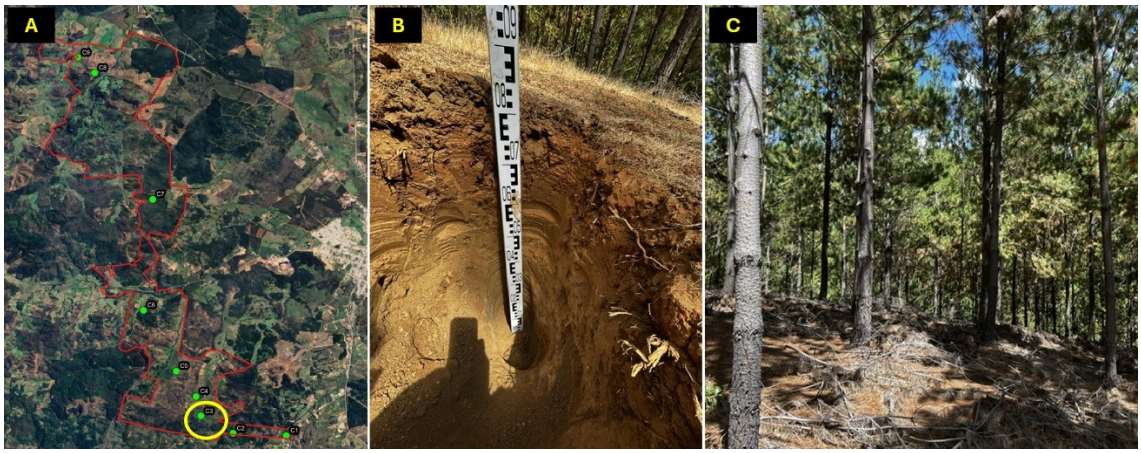
Tabla 19. Descripción calicata 3

Criterios	Parámetros	Clase y símbolo
De aproximación	Profundidad efectiva	Profundo, D5
	Pendiente	De Lomajes (30 a 45%)
	Pedregosidad superficial	Sin Pedregosidad, P1
	Clase de drenaje	Bien drenado, W5
De definición	Textura	Franco, F
	Pedregosidad sub-superficial	Sin Pedregosidad, DP1
	Agua Aprovechable	Buena, H2
	Clase de Erosión	No aparente, E1
	Periodo libre de heladas	150 o más días, F1
Especiales	Vientos	Ausente, V1
	Salinidad	No Salino, S0 (< 2 dS/m)
Clase de capacidad de uso	**Clase**	**Atributo crítico**
	VI	Pendiente De Lomajes (30 a 45%)

Profundidad (cm) /Horizonte	Horizontes
0-10	Pardo oscuro (10YR 3/6), franco; bloques subangulares finos moderados; friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas abundantes; gravas finas escasas (< 5%); límite gradual y suave.
10-80	Pardo amarillento oscuro (10YR 5/4), franco arcillo; bloques subangulares finos y medios moderados; friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas y medias escasas; gravas finas escasas (< 5%).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Ubicación de la calicata 3 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C).



Fuente: Registro en terreno.

Calicata N°4.

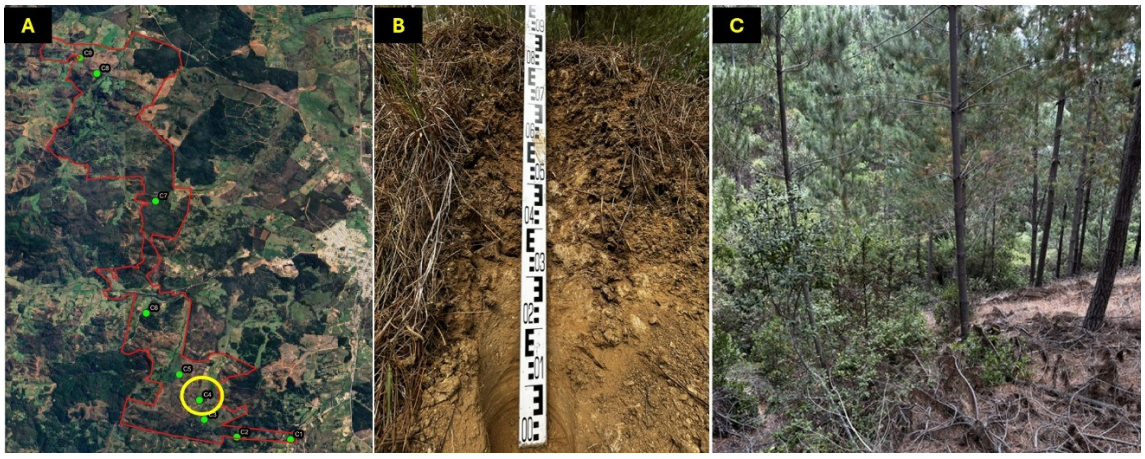
Tabla 20. Descripción calicata 4

Criterios	Parámetros	Clase y símbolo
De aproximación	Profundidad efectiva	Profundo, D5
	Pendiente	De Lomajes (35 a 40%)
	Pedregosidad superficial	Sin Pedregosidad, P1
	Clase de drenaje	Bien drenado, W5
De definición	Textura	Franco, F
	Pedregosidad sub-superficial	Moderada, DP3
	Agua Aprovechable	Buena, H2
	Clase de Erosión	No aparente, E1
	Periodo libre de heladas	150 o más días, F1
Especiales	Vientos	Ausente, V1
	Salinidad	No Salino, S0 (< 2 dS/m)
Clase de capacidad de uso	**Clase**	**Atributo crítico**
	VI	Pendiente: De Lomajes (35 a 40%)

Profundidad (cm) /Horizonte	Horizontes
0-20	Pardo oscuro (10YR 3/3), franco; bloques subangulares finos moderados; friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas abundantes; gravas finas escasas (< 5%); límite gradual y suave.
20-90	Pardo amarillento claro (10YR 5/4), franco arcillo arenosa; bloques subangulares finos y medios moderados; friable; ligeramente adhesivo; raíces finas comunes; gravas finas escasas (< 5%); límite difuso.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. Ubicación de la calicata 4 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C).



Fuente: Registro en terreno.

Calicata N°5.

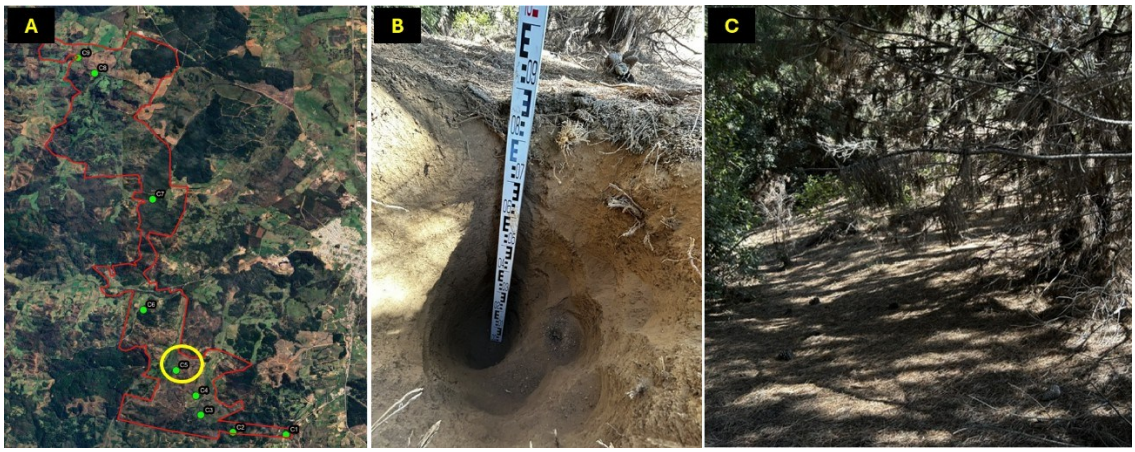
Tabla 21. Descripción calicata 5

Criterios	Parámetros	Clase y símbolo
De aproximación	Profundidad efectiva	Profundo, D5
	Pendiente	De lomajes (30 a 35%)
	Pedregosidad superficial	Sin pedregosidad, P1
	Clase de drenaje	Bien drenado, W5
De definición	Textura	Arcilloso, A
	Pedregosidad sub-superficial	Sin Pedregosidad, DP1
	Agua Aprovechable	Regular, H3
	Clase de Erosión	No aparente, E1
	Periodo libre de heladas	150 o más días, F1
Especiales	Vientos	Ausente, V1
	Salinidad	No Salino, S0 (< 2 dS/m)
Clase de capacidad de uso	**Clase**	**Atributo crítico**
	VI	Pendiente: De Lomajes (30 a 35%)

Profundidad (cm) /Horizonte	Horizontes
0-10	Pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2), franco arenosa; bloques subangulares finos moderados; friable; no plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas escasas; gravas finas muy escasas (< 2%); límite gradual y suave.
10-90	Pardo amarillento claro (10YR 6/4), franco arenosa; bloques subangulares finos débiles; friable; no plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas comunes; gravas finas ausentes; sin moteados visibles; límite inferior no observado.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Ubicación de la calicata 5 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C).



Fuente: Registro en terreno.

Calicata N°6.

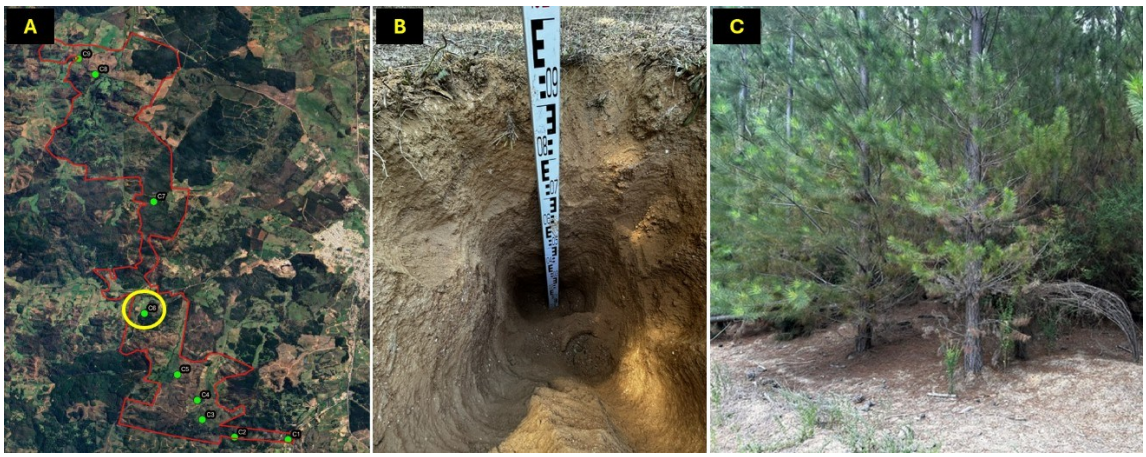
Tabla 22. Descripción calicata 6

Criterios	Parámetros	Clase y símbolo
De aproximación	Profundidad efectiva	Profundo, D5
	Pendiente	De lomajes (30 a 45%)
	Pedregosidad superficial	Sin pedregosidad, P1
	Clase de drenaje	Bien drenado, W5
De definición	Textura	Franco Arcillo Arenosa, Faa
	Pedregosidad sub-superficial	Sin Pedregosidad, DP1
	Agua Aprovechable	Regular, H3
	Clase de Erosión	No aparente, E1
	Periodo libre de heladas	150 o más días, F1
Especiales	Vientos	Ausente, V1
	Salinidad	No Salino, S0 (< 2 dS/m)
Clase de capacidad de uso	**Clase**	**Atributo crítico**
	VI	Pendiente: De Lomajes (30 a 45%)

Profundidad (cm) /Horizonte	Horizontes
0-10	Pardo oscuro (10YR 5/3), franco arcilloso arenoso; bloques subangulares finos moderados; friable; ligeramente adhesivo; raíces finas escasas; gravas finas muy escasas (< 2%); límite gradual y suave.
10-100	Pardo amarillento claro (10YR 6/2), franco arenosa; bloques subangulares finos débiles; muy friable; no plástico; raíces finas ausentes; gravas finas muy escasas (< 2%); sin moteados ni concreciones visibles.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Ubicación de la calicata 6 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C).



Fuente: Registro en terreno.

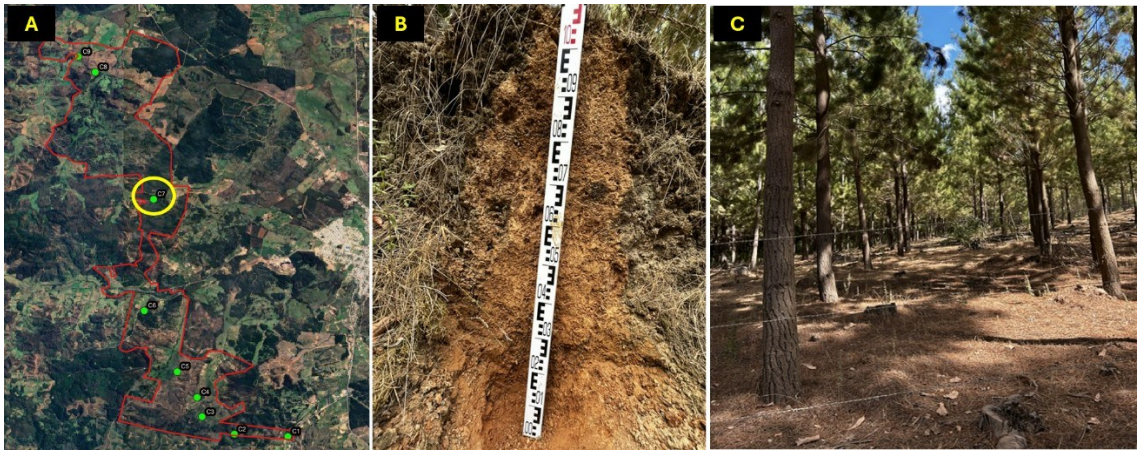
Calicata N°7.

Tabla 23. Descripción calicata 7

Criterios	Parámetros	Clase y símbolo
De aproximación	Profundidad efectiva	Profundo, D5
	Pendiente	De lomajes (30 a 35%)
	Pedregosidad superficial	Sin pedregosidad, P1
	Clase de drenaje	Bien drenado, W5
De definición	Textura	Arcilloso, A
	Pedregosidad sub-superficial	Sin Pedregosidad, DP1
	Agua Aprovechable	Buena, H2
	Clase de Erosión	No aparente, E1
	Periodo libre de heladas	150 o más días, F1
Especiales	Vientos	Ausente, V1
	Salinidad	No Salino, S0 (< 2 dS/m)
Clase de capacidad de uso	**Clase**	**Atributo crítico**
	VI	Pendiente: De lomajes (30 a 35%)
Profundidad (cm) /Horizonte	**Horizontes**	
0-20	Pardo oscuro (7.5YR 3/3), franco arcillosa; bloques subangulares finos moderados; friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas abundantes; gravas finas escasas (< 5%); límite gradual y suave.	
20-100	Pardo fuerte (7.5YR 5/6), franco arcillosa; bloques subangulares finos y medios moderados; friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas comunes y medias escasas; gravas finas escasas (< 5%); sin moteados visibles; límite inferior no observado.	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Ubicación de la calicata 7 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C).



Fuente: Registro en terreno.

Calicata N°8.

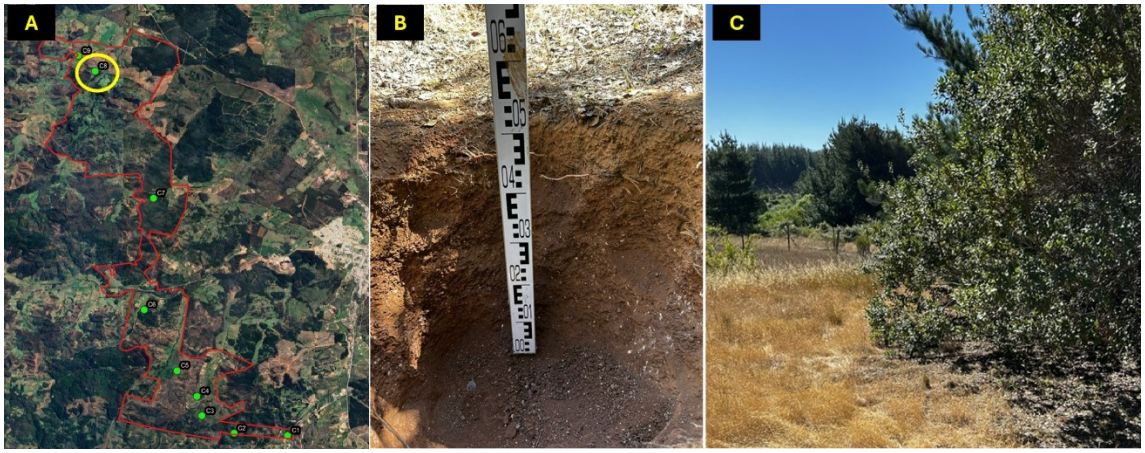
Tabla 24. Descripción calicata 8

Criterios	Parámetros	Clase y símbolo
De aproximación	Profundidad efectiva	Profundo, D5
	Pendiente	De lomajes (30 a 40%)
	Pedregosidad superficial	Sin pedregosidad, P1
	Clase de drenaje	Bien drenado, W5
De definición	Textura	Arcilloso, A
	Pedregosidad sub-superficial	Sin Pedregosidad, DP1
	Agua Aprovechable	Buena, H2
	Clase de Erosión	No aparente, E1
	Periodo libre de heladas	150 o más días, F1
Especiales	Vientos	Ausente, V1
	Salinidad	No Salino, S0 (< 2 dS/m)
Clase de capacidad de uso	**Clase**	**Atributo crítico**
	VI	Pendiente: De lomajes (30 a 40%)

Profundidad (cm) /Horizonte	Horizontes
0-10	Pardo oscuro (7.5YR 3/2), franco arcillosa; bloques subangulares finos moderados; friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas abundantes; gravas finas escasas (< 5%); límite gradual y suave.
10-100	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/4), franco arcillosa; bloques subangulares finos y medios moderados; friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas ausentes; gravas finas escasas (< 5%); sin moteados visibles.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Ubicación de la calicata 8 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C).



Fuente: Registro en terreno.

Calicata N°9.

Tabla 25. Descripción calicata 9

Criterios	Parámetros	Clase y símbolo
De aproximación	Profundidad efectiva	Profundo, D5
	Pendiente	De lomajes (30 a 45%)
	Pedregosidad superficial	Sin pedregosidad, P1
	Clase de drenaje	Bien drenado, W5
De definición	Textura	Franco Arcillo Arenoso, Faa
	Pedregosidad sub-superficial	Sin Pedregosidad, DP1
	Agua Aprovechable	Regular, H3
	Clase de Erosión	No aparente, E1
	Periodo libre de heladas	150 o más días, F1
Especiales	Vientos	Ausente, V1
	Salinidad	No Salino, S0 (< 2 dS/m)
Clase de capacidad de uso	**Clase**	**Atributo crítico**
	VI	Pendiente: De lomajes (30 a 45%)

Profundidad (cm) /Horizonte	Horizontes
0-10	Pardo rojizo oscuro (5YR 3/3), franco arcillosa; bloques subangulares finos moderados; friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas escasas; gravas finas escasas (< 5%); límite gradual y suave.
10-90	Rojo amarillento (5YR 4/6), franco arcillosa; bloques subangulares finos y medios moderados; friable; ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces finas y medias ausentes; gravas finas escasas (< 5%); sin moteados visibles; límite inferior no observado.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Ubicación de la calicata 9 (A), perfil del suelo (B) y vista general del sitio de muestreo (C).

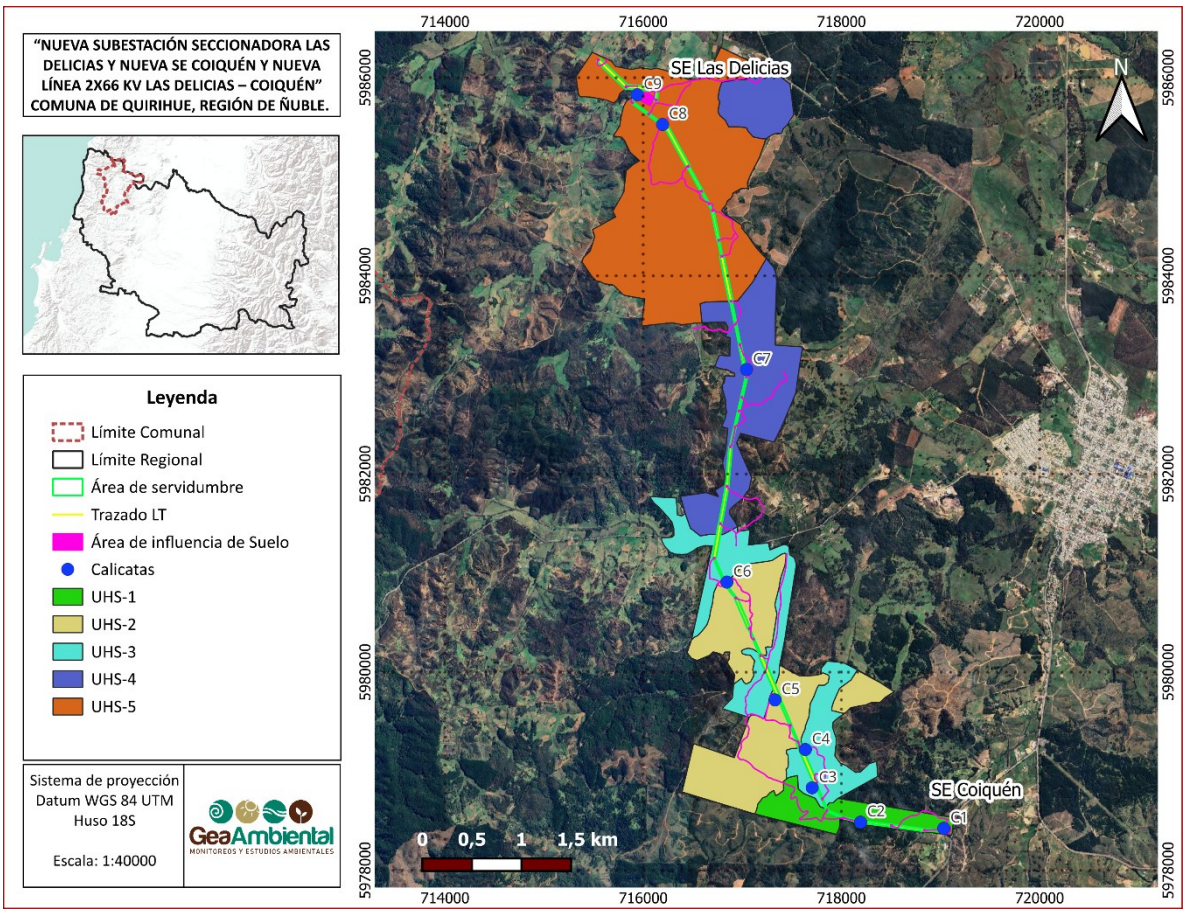


Fuente: Registro en terreno.

Según el levantamiento de información realizado *in situ*, los análisis químicos y la "Pauta para estudios de suelos, rectificada" (SAG, 2011); se determinó que las calicatas representan suelos de CUS de categoría VI (Figura 15). En la Tabla 26, se presentan las obras permanentes, obras temporales (instalaciones de faena y plazas de tendido) y caminos existentes y proyectados (con sus respectivas superficies) asociados a cada unidad homogénea de suelo. Con base en el análisis integrado de las características geomorfológicas, edáficas y de uso actual del terreno, se establecieron cinco UHS dentro del área de influencia directa del proyecto, las cuales fueron representadas mediante nueve calicatas distribuidas estratégicamente en función de la variabilidad observada. La superficie total asociada a obras permanentes, obras temporales y caminos existentes y proyectados alcanza 9,87 ha, distribuidas entre las UHS identificadas. Las nueve calicatas, representativas de las cinco UHS, corresponden a suelos Clase VI de Capacidad de Uso, caracterizados por presentar limitaciones para el desarrollo agrícola intensivo y una aptitud preferente para usos forestales, de protección o pastoreo extensivo.

Por otra parte, la Clase de Capacidad de Uso determinada en la presente caracterización, se basa en la descripción de nueve calicatas emplazadas en los sitios de obras del Proyecto, por lo que representa la condición edáfica de dichas superficies. En todas las calicatas el atributo crítico corresponde a la pendiente (25 a 45 %), condición que define la Clase VI. En los Permisos Ambientales Sectoriales forestales del Proyecto (PAS 148 y PAS 149) se informan además suelos de Clases III y VII, los cuales corresponden a la caracterización de las superficies de corta de vegetación a nivel predial o de rodal, cuyo ámbito y escala difieren de los del presente estudio. Las Clases III y VII se asocian, respectivamente, a sectores de relieve suavemente ondulado, como fondos de valle, y a sectores con pendientes superiores a 45 %, condiciones que no se registraron en los sitios de muestreo.

Figura 15. Capacidad de Uso de Suelo (CUS) de cada calicata en el AI del proyecto "Ubicación geográfica del proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén".



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26. Unidades homogéneas de suelos, instalaciones y caminos, superficies, calicatas y CUS.

UHS	Obra	Superficie (ha)	Calicatas en UHS	Proporción (%)	Clase de capacidad de uso
UHS-1	Plataforma S/E Coiquén	0,6201	C1 y C2	18,07	VI
	Caminos a construir LT 2x66 kV	0,3922			
	Frentes de trabajo estructuras 66 kV	0,1114			
	Plazas de tendido	0,0420			
	Instalación de faenas S/E Coiquén	0,1182			
	Caminos existentes LT 2x66 kV	0,4998			
	Subtotal UHS-1	**1,7837**			
UHS-2	Caminos a construir LT 2x66 kV	0,4494	C5 y C6	13,99	VI

UHS	Obra	Superficie (ha)	Calicatas en UHS	Proporción (%)	Clase de capacidad de uso
	Frentes de trabajo estructuras 66 kV	0,1624			
	Plazas de tendido	0,0025			
	Caminos existentes LT 2x66 kV	0,7659			
	Subtotal UHS-2	**1,3802**			
UHS-3	Caminos a construir LT 2x66 kV	0,5864	C3 y C4	15,75	VI
	Frentes de trabajo estructuras 66 kV	0,0900			
	Plazas de tendido	0,0019			
	Caminos existentes LT 2x66 kV	0,8757			
	Subtotal UHS-3	**1,5541**			
UHS-4	Caminos a construir LT 2x66 kV	0,8498	C7	16,45	VI
	Frentes de trabajo estructuras 66 kV	0,2056			
	Plazas de tendido	0,0032			
	Caminos existentes LT 2x66 kV	0,5645			
	Subtotal UHS-4	**1,6231**			
UHS-5	Plataforma S/E Las Delicias	1,4191	C8 y C9	35,75	VI
	Caminos a construir LT 2x66 kV	0,2849			
	Caminos a construir LT 2x220 kV	0,1134			
	Frentes de trabajo estructuras 66 kV	0,2392			
	Frentes de trabajo estructuras 220 kV	0,1479			
	Plazas de tendido	0,0226			
	Caminos existentes LT 2x66 kV	1,2680			
	Caminos existentes LT 2x220 kV	0,0326			
	Subtotal UHS-5	**3,5278**			
Total		**9,8689**		**100**	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 27 se presenta el desglose de las superficies de la Tabla 26 según obra, UHS y tipo de intervención, y en la Tabla 28 un resumen de estas superficies, distinguiendo la pérdida permanente de suelo, la intervención temporal y los caminos existentes. Cada superficie se asignó a un solo tipo de intervención, por lo que ninguna se contabiliza dos veces y su suma corresponde a la superficie total del AI (9,87 ha).

Los frentes de trabajo corresponden a las áreas donde se instalarán las estructuras de la línea 2x66 kV y las estructuras del seccionamiento 2x220 kV. En ellas, sólo la base de las cuatro fundaciones de cada estructura ocupará el suelo en forma permanente; el resto corresponde al área de trabajo utilizada durante la construcción. Las instalaciones de faena de la S/E Las Delicias se emplazan íntegramente dentro de la plataforma de la subestación, y las de la S/E Coiquén en forma parcial, por lo que dichas superficies se contabilizan como parte de las plataformas; del mismo modo, las plazas de tendido se ubican mayoritariamente sobre frentes de trabajo y caminos. Por su parte, los caminos existentes que se utilicen sin modificación no generan

nueva pérdida de suelo; si algún tramo requiere ensanche o movimientos de tierra, esa superficie adicional se considera camino nuevo.

Tabla 27. Desglose de superficies del AI por obra, UHS y tipo de intervención (superficies netas).

Obra / componente	UHS	Superficie neta (ha)	Tipo de intervención	Implicancia para el recurso suelo
Plataforma S/E Seccionadora Las Delicias	UHS-5	1,4191	Permanente	Pérdida permanente de suelo
Plataforma S/E Coiquén	UHS-1	0,6201	Permanente	Pérdida permanente de suelo
Caminos a construir LT 2x66 kV y LT 2x220 kV	UHS-1 UHS-2 UHS-3 UHS-4 UHS-5	0,3922 0,4494 0,5864 0,8498 0,3983	Permanente – camino nuevo o ensanche	Pérdida permanente de suelo
Frentes de trabajo estructuras LT 2x66 kV (37 estructuras)	UHS-1 UHS-2 UHS-3 UHS-4 UHS-5	0,1114 0,1624 0,0900 0,2056 0,2392	Permanente (huella de 4 fundaciones por estructura) y temporal (área de trabajo)	Pérdida permanente sólo en la huella de fundaciones; resto recuperable
Frentes de trabajo estructuras seccionamiento LT 2x220 kV (4 estructuras)	UHS-5	0,1479	Permanente (huella de fundaciones) y temporal (área de trabajo)	Pérdida permanente sólo en la huella de fundaciones; resto recuperable
Plazas de tendido LT 2x66 kV (19 plazas)	UHS-1 UHS-2 UHS-3 UHS-4 UHS-5	0,0420 0,0025 0,0019 0,0032 0,0226	Temporal	Compactación y remoción superficial recuperables; sin pérdida permanente
Instalaciones de faena S/E Coiquén y S/E Las Delicias (fuera de plataformas)	UHS-1	0,1182	Temporal	Compactación y remoción superficial recuperables; sin pérdida permanente
Caminos existentes LT 2x66 kV y LT 2x220 kV	UHS-1 UHS-2 UHS-3 UHS-4 UHS-5	0,4998 0,7659 0,8757 0,5645 1,3006	Camino existente (uso sin modificación)	Sin nueva pérdida de suelo
Total AI	—	**9,8689**	—	—

Fuente: Elaboración propia, a partir de la cartografía de obras del Proyecto (agosto 2026) y de la cartografía de UHS.

Tabla 28. Síntesis de superficies del AI según tipo de intervención.

Categoría de superficie	Superficie (ha)	Proporción del AI (%)
Área de influencia (AI) del componente suelo	**9,8689**	**100,0**
Caminos existentes (sin nueva pérdida de suelo)	4,0067	40,6
Superficie de nueva intervención	**5,8622**	**59,4**
a) Ocupación permanente: plataformas de subestaciones (2,0392 ha) y caminos nuevos (2,6761 ha)	4,7154	47,8
b) Frentes de trabajo de estructuras 66 kV y 220 kV: huella permanente de fundaciones y área de trabajo temporal	0,9565	9,7
c) Intervención temporal: plazas de tendido (0,0722 ha) e instalaciones de faena (0,1182 ha)	0,1904	1,9
Pérdida permanente de suelo estimada (a + huella de fundaciones incluida en b)	**4,7154 a 5,6719**	**47,8 a 57,5**

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con lo anterior, la pérdida permanente de suelo del Proyecto corresponde a 4,72 ha, asociadas a las plataformas de las subestaciones y a los caminos nuevos, a lo que se suma la superficie de las fundaciones de las estructuras. Dado que esta última representa sólo una parte de las 0,96 ha de frentes de trabajo, la pérdida permanente se encuentra entre 4,72 ha y 5,67 ha; este último valor supone, de manera conservadora, que la totalidad de los frentes de trabajo se pierde en forma permanente. Las áreas de uso temporal (instalaciones de faena, plazas de tendido y áreas de trabajo de las estructuras) serán recuperadas al término de la construcción, según se indica en el numeral 9.5.

9.4. Caracterización fisicoquímica del suelo en el área de influencia

9.4.1. Análisis químico de muestras de suelo

En la

Tabla 29 se presentan los análisis realizados en el Laboratorio de Análisis de Suelo y Plantas de la Universidad de Concepción (Chillán). Las muestras compuestas fueron tomadas en el área de cada calicata (C1 a C9) a una profundidad de 0-25 cm (los informes de laboratorio de cada muestra se presentan en el Apéndice 1). La clasificación de niveles de contenidos (bajo, medio y alto) por variable analizada fue otorgada por el laboratorio de Análisis de Suelo y Plantas de dicha institución. Los resultados evidencian una alta variabilidad espacial, con patrones comunes que permiten establecer un diagnóstico integrador. En términos de reacción del suelo, los valores de pH en agua fluctuaron entre 5,2 (C5) y 6,5 (C3), predominando condiciones ácidas a ligeramente ácidas. Las calicatas C5 (pH 5,2), C6 (5,4), C7 (5,6) y C8 (5,5) presentan mayor acidez, mientras que C3 (6,5) y C4 (6,4) se aproximan a condiciones más favorables. La acidez se relaciona con un aumento del aluminio intercambiable, destacando C5 con 1,26 cmol(+)/kg y 49,2% de saturación de Al, lo que representa una limitante importante para el crecimiento radicular.

El contenido de materia orgánica es bajo en todas las calicatas, con valores entre 0,4% (C4 y C9) y 1,1% (C1), evidenciando un sistema con limitada capacidad de retención de nutrientes y baja actividad biológica. En concordancia, el nitrógeno disponible presenta valores reducidos, entre 10,9 mg/kg (C1) y 19,4 mg/kg (C4), mientras que el nitrato ($N\text{-}NO_3^-$) se mantiene bajo (0,3–1,4 mg/kg), lo que refleja una baja mineralización del nitrógeno. El fósforo disponible (P Olsen) constituye la principal limitante nutricional del sitio, con concentraciones muy bajas en todas las calicatas, entre 1 mg/kg (C3, C4, C7, C9) y 6 mg/kg (C5). El potasio disponible presenta valores mayoritariamente bajos, entre 31,2 mg/kg (C3) y 50,8 mg/kg (C6), con excepción de C5 (117,2 mg/kg), que alcanza un nivel medio. De forma consistente, el potasio intercambiable se mantiene en rangos bajos (0,08–0,30 cmol(+)/kg).

Las bases intercambiables evidencian una alta variabilidad espacial. Las calicatas C3 y C4 presentan altos contenidos de calcio (10,45–10,35 cmol(+)/kg) y magnesio (7,48–6,74 cmol(+)/kg), con valores elevados de suma de bases (18,24 y 17,43 cmol(+)/kg, respectivamente). En contraste, C5 y C6 presentan valores significativamente menores, con suma de bases de 1,3 y 3,5 cmol(+)/kg, respectivamente. La capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) varía entre 2,56 cmol(+)/kg (C5) y 18,25 cmol(+)/kg (C3), lo que refleja diferencias importantes en la capacidad del suelo para retener nutrientes. La conductividad eléctrica fue homogéneamente baja en todas las muestras (0,1 dS/m), descartando problemas de salinidad.

En síntesis, los suelos evaluados presentan baja fertilidad, caracterizada por bajos contenidos de materia orgánica (0,4–1,1%), deficiencia generalizada de fósforo (1–6 mg/kg), bajos niveles de nitrógeno y potasio, y condiciones de acidez que, en algunos sectores, se asocian a altos niveles de aluminio intercambiable. Esta condición, junto con la deficiencia de micronutrientes como Zn, Cu y B, configura un sistema con limitaciones químicas relevantes que requieren manejo específico para su mejoramiento.

Tabla 29. Resultados análisis químico de suelo muestras de suelo

Parámetros	Muestras de suelo								
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
pH en agua	6.1	6.3	6.5	6.4	5.2	5.4	5.6	5.5	6.0
Materia orgánica [%]	1.1	0.7	0.6	0.4	0.9	0.9	0.5	0.5	0.4
Nitratos [mg/Kg]	1.4	0.5	0.4	0.3	0.9	0.8	0.5	0.5	1
Amonio [mg/Kg]	9.5	13.2	18	19.1	14	15.6	17.6	12.4	10.2
N disp.[mg/Kg]	10.9	13.7	18.4	19.4	14.9	16.4	18.1	12.9	11.2
P Disp.[mg/Kg]	4	2	1	1	6	3	1	5	1
K Disp.[mg/Kg]	46.9	39.1	31.2	46.9	117.2	50.8	46.9	93.8	39.1
K inter. [cmol+/Kg]	0.12	0.1	0.08	0.12	0.3	0.13	0.12	0.24	0.1
Ca inter. [cmol+/Kg]	3.65	6.29	10.45	10.35	0.54	2.35	4.25	2.44	3.27
Mg inter.[cmol+/Kg]	1.11	5.18	7.48	6.74	0.38	0.95	5.01	1.23	2.51
Na inter.[cmol+/Kg]	0.14	0.27	0.23	0.22	0.08	0.07	0.23	0.07	0.21
Sum Bas. [cmol+/Kg]	5.02	11.84	18.24	17.43	1.3	3.5	9.61	3.98	6.09
Al inter. [cmol+/Kg]	0.01	0.01	0.01	0.01	1.26	0.3	0.49	0.14	0.02
CICE [cmol+/Kg]	5.03	11.85	18.25	17.44	2.56	3.8	10.1	4.12	6.11
Sat. de Al [%]	0.2	0.1	0.1	0.1	49.2	7.9	4.9	3.4	0.3
Sat. de K [%]	2.39	0.84	0.44	0.69	11.72	3.42	1.19	5.83	1.64
Sat. de Ca [%]	72.6	53.1	57.3	59.4	21.1	61.8	42.1	59.2	53.5
Sat. de Mg [%]	22.1	43.7	41.0	38.7	14.8	25.0	49.6	29.9	41.1
S [mg/Kg]	1.9	1.7	2.1	1.9	16.1	3.9	5.9	17.9	2.1
Hierro [mg/Kg]	45.6	13.6	7.4	16.6	14.4	49.8	4.8	26.2	23.2
Mn [mg/Kg]	5.8	18.6	4.1	23.4	26	41.8	7.2	21.8	12.4
Zinc [mg/Kg]	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Cobre [mg/Kg]	0.8	0.1	0.1	0.3	0.4	0.8	0.2	0.2	0.1
Boro [mg/Kg]	0.09	0.09	0.05	0.06	0.17	0.08	0.05	0.08	0.24
Conductividad [dS/m]	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

Bajo **Medio** **Alto**

Fuente: Elaboración propia

9.4.2. Análisis físico de muestras de suelos

En la Tabla 30 se presentan los resultados de análisis físico de nueve muestras de suelo. Los resultados muestran una variabilidad moderada en la composición textural de los suelos evaluados, con predominio de texturas franco arcillo arenosas en las calicatas C1, C2, C6 y C9, las cuales presentan contenidos de arena cercanos al 50% y proporciones de arcilla entre 20% y 30%. Las calicatas C3 y C4 corresponden a suelos de textura franca, evidenciando una distribución más equilibrada de las fracciones arena, limo y arcilla, mientras que C5, C7 y C8 se clasifican como arcillosas, con contenidos de arcilla superiores al 40%. En cuanto al agua aprovechable (cm por metro de profundidad), los valores fluctúan entre 10,7 cm/m y 14,4 cm/m, destacando C7 como la de mayor capacidad de retención, coherente con su elevado contenido de arcilla. En términos generales, los resultados indican una tendencia al incremento del agua disponible en suelos con

mayor proporción de fracción fina, aunque esta relación puede estar modulada por otros factores físicos, como la estructura y el grado de agregación del suelo. Se estimó el contenido de agua aprovechable de los suelos (%) en base a su composición textural con la calculadora de propiedades hidráulicas (disponible en http://www.dynsystem.com/netstorm/soilwater.html), la cual funciona incorporando ecuaciones de Saxton et al. (1986).

Tabla 30. Resultados análisis físico de muestras de suelo

Calicata	Composición			Textura	Agua Aprovechable (cm/m profundidad)
	% Arena	% Limo	% Arcilla		
C1	49.3	22.3	28.4	Franco Arcillo Arenoso	11.1
C2	50.1	27.9	22	Franco Arcillo Arenoso	12.0
C3	43.3	37.8	18.9	Franco	13.1
C4	41.9	36.6	21.5	Franco	13.2
C5	38.8	17.7	43.5	Arcilloso	11.6
C6	50.2	19.7	30.1	Franco Arcillo Arenoso	10.7
C7	25.5	33.6	40.9	Arcilloso	14.4
C8	29.3	25.3	45.4	Arcilloso	13.0
C9	50.9	28.3	20.8	Franco Arcillo Arenoso	11.6

Fuente: Elaboración propia.

9.5. Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos

El área de estudio se encuentra ubicado en una zona clasificada, según CIREN (2010), como de erosión ligera. Para evaluar de manera integral el riesgo de erosión en el Área de Influencia (9,87 ha), se analizó la susceptibilidad bajo dos escenarios: la condición actual o base (situación sin Proyecto) y la condición proyectada durante la fase de construcción (situación con Proyecto), momento en el cual se materializarán las principales intervenciones sobre el recurso edáfico.

Para este análisis se consideraron las estaciones meteorológicas más cercanas al área de influencia del proyecto corresponden a Puralihue, ubicada a 17 km al sur y a una elevación de 36 m s.n.m., y Ninhue, situada a 21 km al sureste y a 91 m s.n.m. (https://agrometeorologia.cl/). El análisis de condiciones climáticas revela un bajo nivel de precipitaciones en el AI del proyecto (en promedio 621 mm/año de 10 años, según las estaciones meteorológicas “Puralihue” y “Ninhue" (Apéndice 3). El cálculo del índice Fournier modificado (IFM) arrojó un valor de 96.7, lo cual califica como un régimen de agresividad media para erosión (categoría 2). Por otro lado, en relación con el viento, su velocidad fluctúa, dependiendo del mes, entre 0.3 – 2.4 km/h, promediando 1.3 km/h/año, lo cual es una velocidad de bajo riesgo de erosión eólica (velocidad crítica de 25-30 km/h para generar erosión).

Situación sin Proyecto (Condición Base): Bajo las condiciones actuales, el terreno no presenta evidencias visibles de erosión activa, tales como surcos o cárcavas. Al analizar los factores intrínsecos, la erodabilidad del suelo se clasifica mayoritariamente como baja (Categoría 1) (Tabla 31), a excepción de sectores puntuales de textura franca (calicatas C3 y C4) que presentan erodabilidad media (Categoría 2). Por su parte, la topografía constituye un factor de riesgo constante, clasificándose uniformemente como riesgo moderado (Categoría 2) al presentar el área pendiente de lomajes y escarpadas que fluctúan entre el 25% y el 45%.

No obstante, esta condición edafotopográfica se encuentra estabilizada por una adecuada cobertura vegetal predominante en las distintas Unidades Homogéneas de Suelo (UHS). Esta cobertura confiere una desprotección baja (Categoría 1). Considerando una agresividad climática media por precipitaciones (IFM = 96.7, Categoría 2) y una baja agresividad eólica (Categoría 1), la susceptibilidad actual a la activación de procesos erosivos se clasifica entre Baja (Clase 1) y Media (Clase 2). En este escenario base, la vegetación actúa como el principal factor mitigador del riesgo.

Situación con Proyecto (Fase de Construcción): Considerando la ejecución del Proyecto, la susceptibilidad a la erosión experimentará modificaciones de carácter local, cuya duración depende del tipo de obra intervenida, según se evalúa a continuación. Lo anterior responde a la materialización de intervenciones directas sobre el recurso edáfico, tales como el despeje de vegetación y los movimientos de tierra requeridos para la habilitación de caminos, instalaciones y fundaciones.

Al remover la cobertura vegetal en los frentes de trabajo, el suelo pierde transitoriamente su principal factor protector, aumentando su clase de desprotección. La interacción de esta condición con la topografía (pendientes de 25% a 45%) y la pluviometría local implica un incremento en la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos circunscrito a las áreas específicamente intervenidas. Los resultados de la condición sin Proyecto se presentan en la Tabla 31 y los del escenario con Proyecto, en la Tabla 32.

Tabla 31. Factores para la determinación de la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos. Escenario sin Proyecto (condición base).

Calicata	Erodabilidad del suelo	Riesgo por pendiente	Riesgo Edafotopográfico	Desprotección (Cobertura vegetal)	Clase vulnerabilidad	Agresividad de Lluvia (IFM)	Agresividad viento	Susceptibilidad a activación procesos erosivos
C1	1	2	1	1	1	2	1	**1**
C2	1	2	1	1	1	2	1	**1**
C3	2	2	2	1	2	2	1	**2**
C4	2	2	2	1	2	2	1	**2**
C5	1	2	1	1	1	2	1	**1**

Calicata	Erodabilidad del suelo	Riesgo por pendiente	Riesgo Edafotopográfico	Desprotección (Cobertura vegetal)	Clase vulnerabilidad	Agresividad de Lluvia (IFM)	Agresividad viento	Susceptibilidad a activación procesos erosivos
C6	1	2	1	1	1	2	1	**1**
C7	1	2	1	1	1	2	1	**1**
C8	1	2	1	1	1	2	1	**1**
C9	1	2	1	1	1	2	1	**1**

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de terreno y laboratorio, según metodología de SEA (2025)

Durante la fase de construcción, el despeje de vegetación, el escarpe, las excavaciones y los movimientos de tierra dejarán el suelo descubierto en las superficies intervenidas. En estas superficies, la desprotección del suelo pasa de la Categoría 1 (cobertura vegetal adecuada) a la Categoría 4 (suelo desnudo), mientras que la erodabilidad, el riesgo por pendiente y la agresividad climática se mantienen iguales a los de la condición base. Los resultados de este escenario se presentan en la Tabla 32. La susceptibilidad a la activación de procesos erosivos aumenta en una clase: de Baja (Clase 1) a Media (Clase 2) en los sectores representados por las calicatas C1, C2 y C5 a C9, y de Media (Clase 2) a Alta (Clase 3) en los sectores de textura franca representados por las calicatas C3 y C4 (UHS-3). En los cortes y terraplenes de caminos nuevos y plataformas, la susceptibilidad puede ser localmente mayor debido al aumento de la pendiente.

Tabla 32. Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos. Escenario con Proyecto (fase de construcción, superficies despejadas).

Calicata (UHS)	Erodabilidad del suelo	Riesgo por pendiente	Riesgo edafotopográfico	Desprotección (sin cobertura)	Clase vulnerabilidad	Agresividad climática	Susceptibilidad con Proyecto	Variación respecto de condición base
C1 (UHS-1)	1	2	1	4	2	2 (Media)	2 (Media)	1 a 2
C2 (UHS-1)	1	2	1	4	2	2 (Media)	2 (Media)	1 a 2
C3 (UHS-3)	2	2	2	4	3	2 (Media)	3 (Alta)	2 a 3
C4 (UHS-3)	2	2	2	4	3	2 (Media)	3 (Alta)	2 a 3

Calicata (UHS)	Erodabilidad del suelo	Riesgo por pendiente	Riesgo edafotopográfico	Desprotección (sin cobertura)	Clase vulnerabilidad	Agresividad climática	Susceptibilidad con Proyecto	Variación respecto de condición base
C5 (UHS-2)	1	2	1	4	2	2 (Media)	2 (Media)	1 a 2
C6 (UHS-2)	1	2	1	4	2	2 (Media)	2 (Media)	1 a 2
C7 (UHS-4)	1	2	1	4	2	2 (Media)	2 (Media)	1 a 2
C8 (UHS-5)	1	2	1	4	2	2 (Media)	2 (Media)	1 a 2
C9 (UHS-5)	1	2	1	4	2	2 (Media)	2 (Media)	1 a 2

Fuente: Elaboración propia, según metodología de la Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres (SEA, 2025).

Este aumento de susceptibilidad se limita a las 5,86 ha que serán intervenidas por primera vez y no afecta a los caminos existentes que se usen sin modificación (4,01 ha). Su duración depende del tipo de obra. En las áreas de uso temporal (instalaciones de faena, plazas de tendido y áreas de trabajo de las estructuras) se mantiene durante la construcción y hasta que se restablezca la vegetación mediante las acciones de recuperación indicadas a continuación. En cambio, en las plataformas de subestaciones y caminos nuevos (4,72 ha) el suelo será retirado o cubierto en forma permanente, por lo que corresponde a pérdida de suelo y no a un aumento temporal de la erosión; en estas obras el riesgo de erosión se concentra en taludes, cunetas, bordes de plataformas y puntos de descarga de aguas lluvias, y se mantiene durante la operación, por lo que requieren obras permanentes de manejo de aguas lluvias.

Las acciones de manejo y recuperación del suelo, su condición de aplicación y su forma de verificación son las siguientes:

a) Control de escorrentías: en caminos nuevos y plataformas de subestaciones, construcción de cunetas, alcantarillas y disipadores de energía en los puntos de descarga; en frentes de trabajo emplazados en pendientes superiores a 15 % (la totalidad de las UHS), instalación de barreras de retención de sedimentos (fardos, mallas o similares) aguas abajo de la superficie despejada. Verificación: registro fotográfico e inspección posterior a eventos de precipitación, constatando la ausencia de surcos o cárcavas.

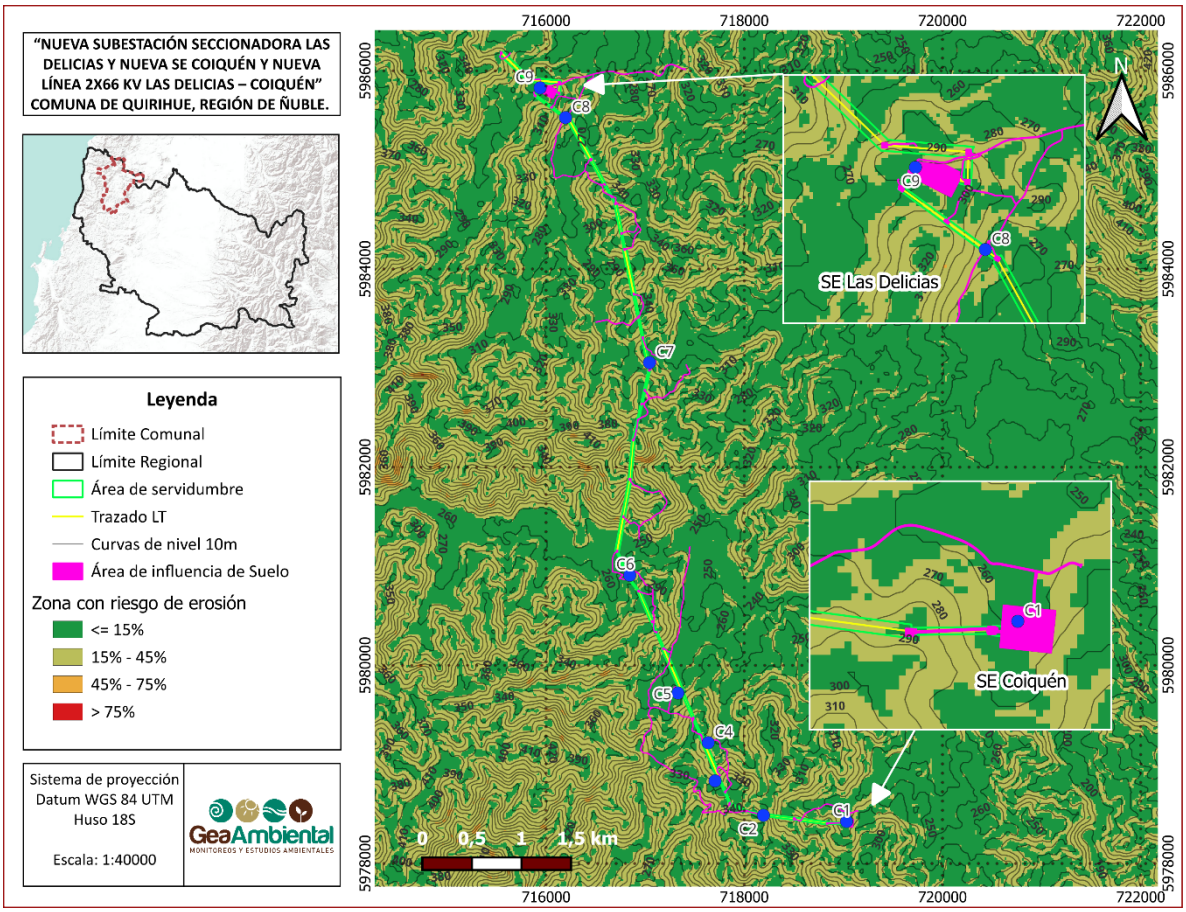
b) Manejo y protección de acopios: retiro selectivo de la capa superficial del suelo (horizonte A, de 10 a 20 cm de espesor según las calicatas descritas) en forma previa a las excavaciones, acopiándola separada del material de excavación, en pilas de baja altura, fuera de cauces y quebradas y de sectores de mayor pendiente, protegidas de la lluvia y el viento mediante cubierta o cobertura vegetal. Verificación: registro del volumen y ubicación de los acopios y de su estado de protección.

c) Estabilización: perfilado de taludes de cortes y terraplenes de caminos nuevos y plataformas, y protección superficial o revegetación de los taludes expuestos al término de su construcción. Verificación: inspección del estado de taludes y ausencia de desprendimientos o erosión activa.

d) Recuperación de áreas temporales y manejo de compactación: al término de la fase de construcción, en las instalaciones de faena, plazas de tendido y frentes de trabajo de estructuras (fuera de la huella de fundaciones), retiro de materiales, residuos y rellenos, descompactación del suelo mediante escarificado o subsolado, reposición de la capa superficial acopiada y revegetación con especies herbáceas o nativas propias del sector. Verificación: cobertura vegetal superior a 70 % en las superficies recuperadas, umbral que corresponde a la clase de erosión ligera a no aparente (SEA, 2025).

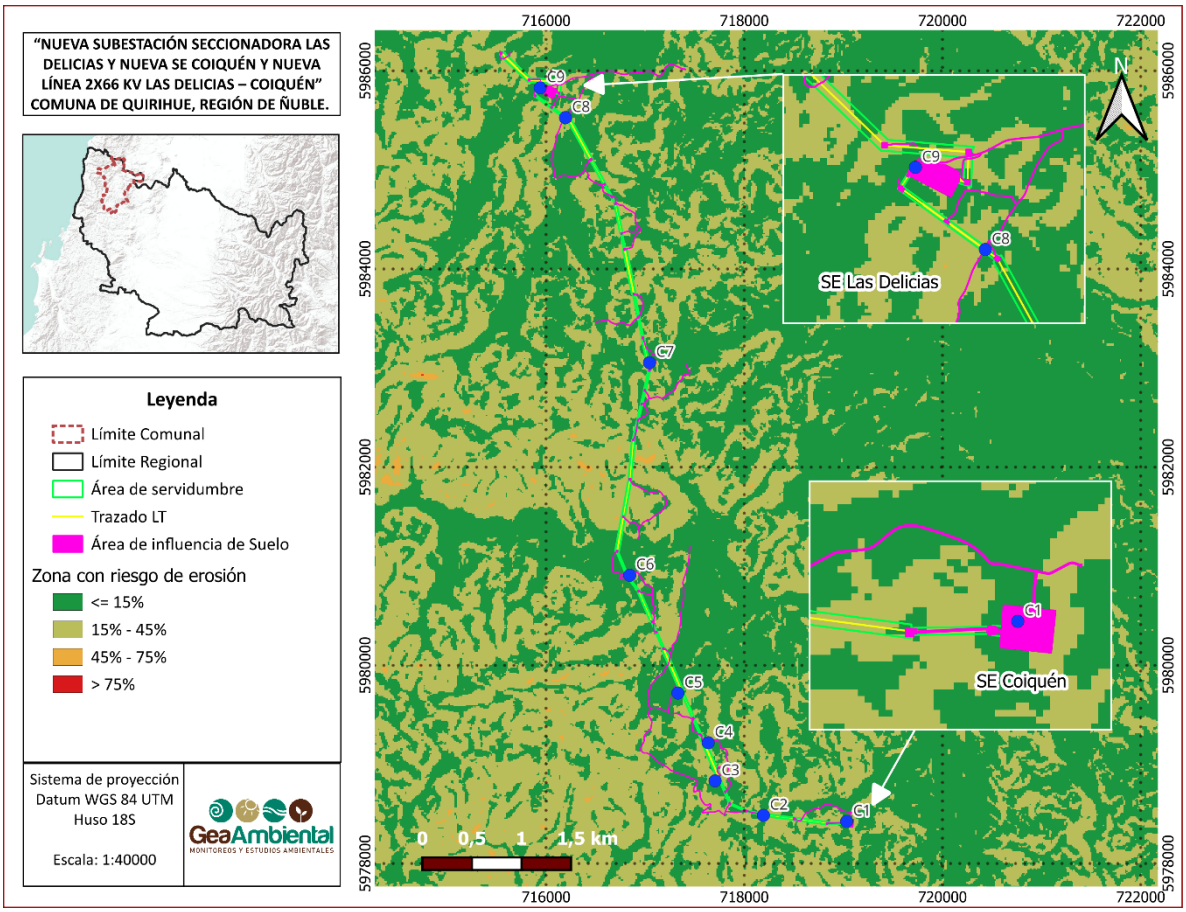
Las acciones de recuperación aplican sólo a las áreas de uso temporal. Las plataformas, caminos nuevos y fundaciones no se recuperan durante la vida útil del Proyecto, por lo que en ellas el manejo se enfoca en controlar la erosión en sus bordes, taludes y puntos de descarga.

Figura 16. Curvas de Nivel en el AI del proyecto "Ubicación geográfica del proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén".



Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Zonas de riesgo de erosión potencial en el AI del proyecto "Ubicación geográfica del proyecto "Nueva Subestación Seccionadora Las Delicias y Nueva Subestación Coiquén y Nueva Línea 2x66 kV Las Delicias – Coiquén".



Fuente: Elaboración propia

9.6. Capacidad de sustentar biodiversidad (CSB)

En función de las categorías de capacidad para sustentar biodiversidad establecidas en la Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres (SEA, 2025), se evaluó el rol del suelo como soporte de las comunidades biológicas presentes en el ecosistema terrestre local. Esta función se relaciona con la capacidad del recurso edáfico para proporcionar condiciones físicas y químicas que permitan el establecimiento y desarrollo de la vegetación y, consecuentemente, contribuir al mantenimiento de hábitats para otros organismos asociados al ecosistema terrestre.

Los suelos presentes en el Área de Influencia corresponden principalmente a suelos desarrollados sobre materiales graníticos de la Asociación Cauquenes, emplazados en sectores de lomajes y cerros. Las unidades homogéneas identificadas presentan

diferentes condiciones de cobertura, incluyendo sectores con vegetación nativa, praderas naturales, plantaciones forestales y áreas previamente sometidas a cosecha forestal. Por lo tanto, el suelo constituye el sustrato físico sobre el cual se desarrollan estas formaciones vegetacionales y cumple funciones relacionadas con el arraigamiento de las plantas, almacenamiento y disponibilidad de agua y nutrientes y soporte de los procesos ecológicos asociados a la interfase suelo-vegetación.

Desde el punto de vista físico, los resultados obtenidos muestran condiciones que, en términos generales, son favorables para el establecimiento de vegetación. Los perfiles evaluados corresponden a suelos profundos (>70 cm), bien drenados y sin pedregosidad superficial relevante, características que no constituyen limitaciones significativas para el desarrollo radicular. Las texturas varían entre franco arcillo arenosas, francas y arcillosas, mientras que el agua aprovechable fluctúa aproximadamente entre 10,7 y 14,4 cm/m de profundidad. Estas características permiten una capacidad variable de almacenamiento y suministro de agua para la vegetación, observándose una mayor retención en los suelos con mayor proporción de fracción fina.

La principal limitante física corresponde a la pendiente. Los sectores evaluados se desarrollan predominantemente en condiciones de lomajes y terrenos fuertemente ondulados, alcanzando pendientes entre aproximadamente 25 y 45 %. De acuerdo con los criterios utilizados para determinar la CSB, las pendientes comprendidas entre 30 y <60 % corresponden a una limitante significativa. Esta condición puede influir sobre la estabilidad del suelo, el escurrimiento superficial, la retención de humedad y la susceptibilidad a procesos erosivos en caso de pérdida o alteración de la cobertura vegetal, condicionando indirectamente la capacidad del suelo para mantener comunidades vegetales de manera estable.

Desde el punto de vista químico, los análisis de laboratorio muestran valores de pH entre 5,2 y 6,5, evidenciando condiciones desde moderadamente ácidas hasta cercanas a neutras. Los contenidos de materia orgánica son bajos, variando entre 0,4 y 1,1 %, y se observa una baja disponibilidad general de nutrientes, particularmente fósforo disponible (1–6 mg/kg), junto con bajos niveles de nitrógeno y, en varios sectores, potasio. Asimismo, se identifican bajos contenidos de micronutrientes como zinc, cobre y boro. Estas características representan limitaciones asociadas principalmente a la fertilidad natural del suelo y pueden restringir la productividad vegetal, aunque no impiden el establecimiento de cobertura vegetal adaptada a las condiciones edáficas locales.

En algunos sectores de mayor acidez se observa además una mayor presencia de aluminio intercambiable, destacando la muestra C5, que presenta una saturación de aluminio de 49,2 %. Esta condición constituye una restricción química localizada, debido a que concentraciones elevadas de aluminio disponible en condiciones ácidas pueden limitar el desarrollo radicular y la disponibilidad de determinados nutrientes. Por otra parte, la conductividad eléctrica registrada fue homogéneamente baja (0,1 dS/m), por lo que no se identifican restricciones asociadas a salinidad.

En consecuencia, el suelo del Área de Influencia mantiene funcionalidad como soporte de las comunidades biológicas terrestres, dado que presenta profundidad efectiva, drenaje y condiciones texturales que permiten el arraigamiento y almacenamiento de agua. No obstante, esta función se encuentra condicionada por la topografía del área y por determinadas restricciones químicas asociadas a la baja fertilidad, bajos contenidos de materia orgánica y nutrientes y, localmente, acidez y elevada saturación de aluminio.

En la Tabla 33 se presenta el grado de limitación de la CSB, de acuerdo con los criterios y clases evaluados en las calicatas realizadas en el área de estudio. En términos generales, la mayoría de los criterios analizados no evidenciaron limitaciones para la CSB. No obstante, el criterio de pendiente constituyó una restricción significativa en las calicatas evaluadas.

En consecuencia, considerando el criterio de pendiente, se determina que los suelos del área AI presentan una CSB clasificada como de tipo “medio” (

Tabla 33. Grados de limitación para sustentar biodiversidad (CSB) de los suelos descritos según los criterios y clases evaluadas en las calicatas realizadas en el área de influencia del proyecto.

Criterios	Clases		Grado de limitación en la CSB	Calicatas								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
Profundidad	<20 cm	Muy delgado	Muy significativa									
	20 a 40 cm	Delgado	Significativa									
	40 a 70 cm	Ligeramente profundo	Leve									
	>70 cm	Profundo a muy profundo	Ninguna	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pendiente	>60%	Muy escarpado	Muy significativa									
	30 a <60%	Escarpado o de lomajes	Significativa	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	8 a <30%	Ligeramente escarpado	Leve									
	0 a <8%	Suavemente inclinado	Ninguna									
Pedre. Superficial	>50%	Muy abundante	Muy significativa									
	35 a 50%	Abundante	Significativa									
	15 a <35%	Moderada	Leve									
	0 a <15%	Ligera o sin pedregosidad	Ninguna	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Agua aprovechable	< 5 cm	Muy Pobre	Muy significativa									
	5 a 9.5 cm	Pobre	Significativa									
	9.5 a <12 cm	Regular	Leve	x				x	x			x
	≥ 12 cm	Buena o muy buena	Ninguna		x	x	x			x	x	
Pedre. Subsuperficial	60% y más	Muy abundante	Muy significativa									
	35% a 60%	Abundante	Significativa									

Criterios	Clases		Grado de limitación en la CSB	Calicatas								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
	15% a 35%	Moderada	Leve				x					
	Sin pedregosidad a <15%	Ligera o sin pedregosidad	Ninguna	x	x	x		x	x	x	x	x
Erosión	Pérdida total del horizonte superficial, cárcavas, grietas y deslizamientos comunes.	Muy severa	Muy significativa									
	Áreas con material parental expuesto en superficie y alguna presencia de horizonte superficial (25%), cubierta vegetal menor al 30%, procesos activos de flujos.	Severa	Significativa									
	Pérdida de 25 a 75% del horizonte superficial, pedestales, grietas de profundidad varias veces superior al ancho. Cubierta vegetal entre 30 a 70%.	Moderada	Leve									

Criterios	Clases		Grado de limitación en la CSB	Calicatas								
				1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Sin erosión a pérdidas del horizonte superficial menores al 25%. Cubierta vegetal mayor al 70%.	Ligera a no aparente	Ninguna	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Salinidad	12 dS m^{-1} o más	Extremadamente salino	Muy significativa									
	8 a <12 dS m^{-1}	Muy salino	Significativa									
	4 a <8 dS m^{-1}	Moderadamente salino	Leve									
	0 a <4 dS m^{-1}	Ligeramente salino a no salino	Ninguna	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Determinación de categoría de capacidad de sustentar biodiversidad según calicata en el AI del proyecto.

Categoría	Limitaciones por categoría	Calicatas								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Muy Alta	Hasta 3 limitantes leves.									
Alta	4 a 7 limitantes leves.									
Media	Hasta 3 limitantes significativas. Hasta 9 limitantes leves.	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Baja	Entre 3 y 9 limitantes significativas.									
Muy baja	Una o más limitantes muy significativas.									

Fuente: Elaboración propia

10. EFECTOS DEL CAMBIO CLIMATICO

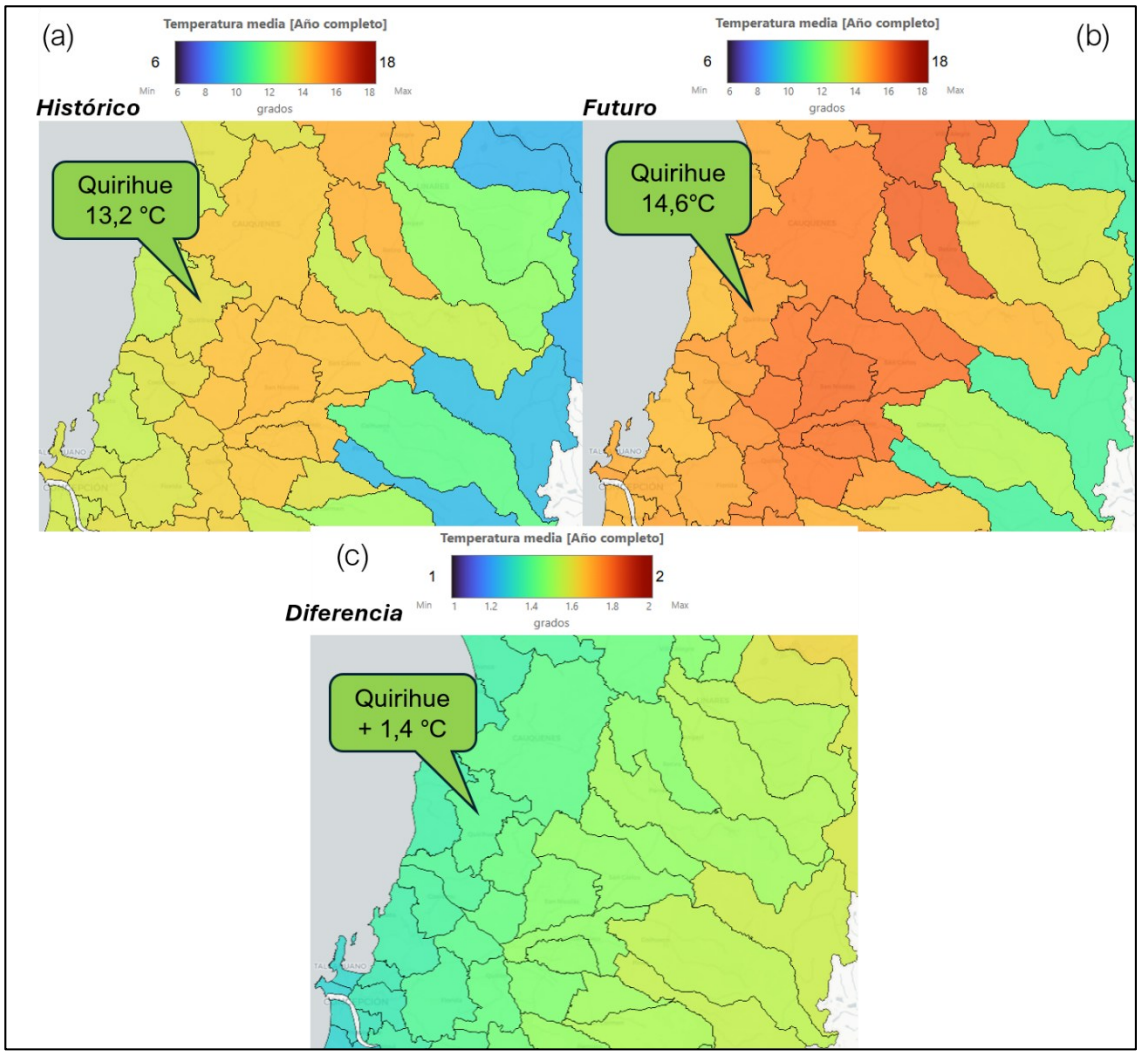
Los denominados “riesgos climáticos” no sólo se refieren a eventos climatológicos extremos que puedan propiciar contingencias de origen natural, sino que también aluden a tendencias paulatinas de cambio, es decir, de la evolución de los componentes ambientales a causa del cambio climático. Chile presenta una serie de desafíos a nivel nacional a lo largo del país con relación al riesgo de ecosistemas frente al cambio climático. Para efectos del SEIA en relación con Guía Metodológica para la consideración del Cambio Climático en el SEIA, tercera edición (SEA, 2024) es importante distinguir que el riesgo climático está dotado de tres factores que lo constituyen: Amenaza, Exposición y Vulnerabilidad.

10.1. Amenazas

Las amenazas climáticas se refieren a la probabilidad o intensidad esperada de condiciones climáticas adversas en cierto territorio. Para la evaluación de las amenazas se tuvo en consideración las variables climáticas de temperatura media (Figura 18) y precipitación acumulada (Figura 19). Los mapas de temperatura y precipitación acumulada se obtuvieron de la plataforma RCLIM (Explorador de Amenazas Climáticas, https://arclim.mma.gob.cl/amenazas/), que presenta el nivel de amenaza del sitio donde se pretende emplazar el proyecto. La plataforma compara escenarios de variables climáticas históricas (periodo 1980 a 2010) y futuras. El escenario futuro que utiliza la plataforma es el SSP5-8.5 el cual es el requerido para evaluaciones de riesgo climático.

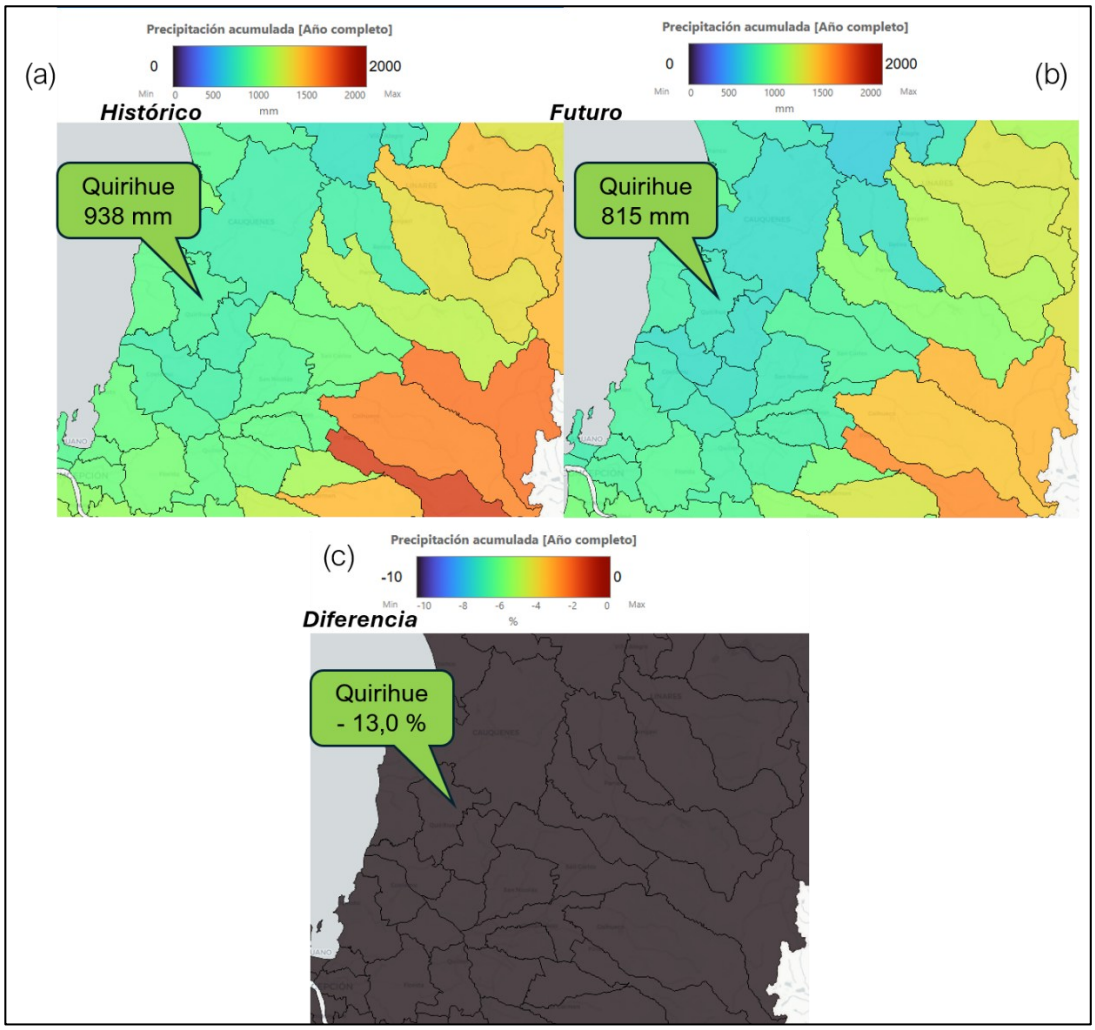
El AI del Proyecto se emplaza en la comuna de Quirihue. Según el Anexo 2.2 de Clima y Meteorología del Proyecto, basado en la plataforma ARCLIM, la temperatura media anual aumentará de 13,2 °C en el periodo histórico (1980-2010) a 14,6 °C en el escenario futuro SSP5-8.5, lo que representa un incremento de 1,4 °C (Figura 18). La precipitación anual acumulada disminuirá de 938 a 815 mm/año, lo que equivale a una reducción de 13,1 % (Figura 19). Asimismo, el número de días con precipitación intensa disminuirá de 34 a 28 días/año, lo que equivale a una reducción de 17,6 %, mientras que el número máximo de días secos consecutivos aumentará de 60,4 a 63,3 días/año, lo que corresponde a un incremento de 4,8 % (Figura 20). El índice de amenaza por disminución de precipitaciones se clasifica como moderado (0,43).

Figura 18. Temperatura media histórica (periodo 1980-2010) (a), escenario futuro (SSP5-8.5) (b) y diferencia de temperatura (futuro – histórico) (c) en la comuna de Quirihue. Datos extraídos de la plataforma RCLIM (https://arclim.mma.gob.cl/amenazas/).



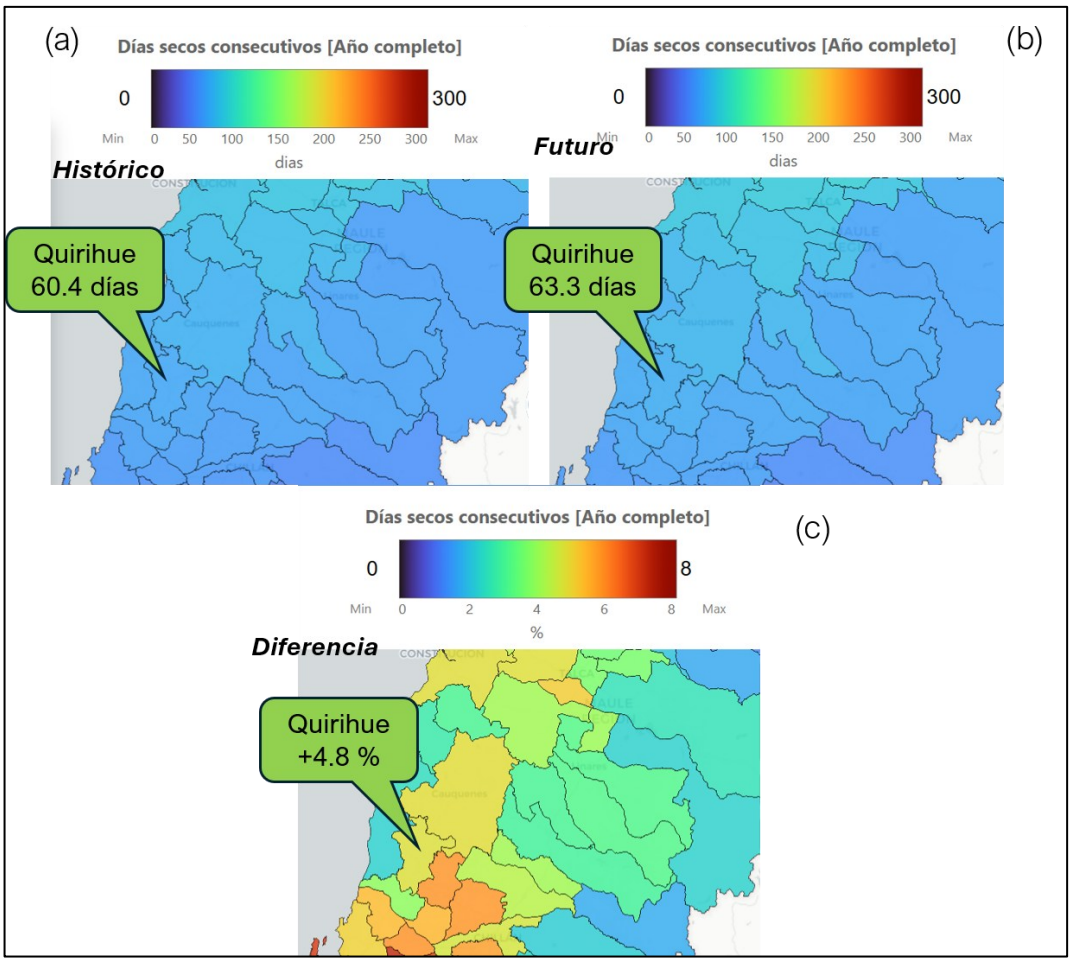
Fuente: plataforma ARCLIM

Figura 19. Precipitación acumulada (mm) histórica (periodo 1980-2010) (a), en escenario futuro (SSP5-8.5) (b) y diferencia porcentual de precipitación (futuro – histórico) (c) en la comuna de Quirihue. Datos extraídos de la plataforma RCLIM (https://arclim.mma.gob.cl/amenazas/)



Fuente: plataforma ARCLIM

Figura 20. Días secos consecutivos históricos (periodo 1980-2010) (a), en escenario futuro (SSP5-8.5) (b) y diferencia porcentual de días secos consecutivos (futuro – histórico) (c) en la comuna de Quirihue. Datos extraídos de la plataforma RCLIM (https://arclim.mma.gob.cl/amenazas/)



Fuente: plataforma ARCLIM

10.2. Exposición

La exposición dice relación con la presencia y dimensión de los componentes ambientales que pueden ser afectados negativamente por sucesos climáticos; mientras mayor es la extensión del componente amenazado, mayor es la exposición y, por lo tanto, el riesgo climático. En el caso del recurso suelo, la totalidad de los suelos del AI (9,87 ha) se encuentra expuesta a las amenazas climáticas proyectadas, independientemente de la ejecución del Proyecto. Dentro de esta superficie, el Proyecto intervendrá por primera vez 5,86 ha, donde el retiro de la vegetación y los movimientos de tierra dejarán el suelo descubierto y, por lo tanto, más expuesto al aumento de los períodos secos, a las precipitaciones extremas y a la erosión. De estas 5,86 ha, entre 4,72 y 5,67 ha corresponden a pérdida permanente de suelo (plataformas de subestaciones, caminos nuevos y fundaciones de estructuras), mientras que el resto corresponde a áreas de uso temporal que serán recuperadas al término de la construcción. Los caminos existentes (4,01 ha)

ya se encuentran intervenidos, por lo que su uso sin modificación no aumenta la exposición del suelo. Los suelos del AI se distribuyen en cinco UHS, todas de Clase de Capacidad de Uso VI, con limitaciones permanentes para la agricultura intensiva. En consecuencia, la exposición del recurso suelo atribuible al Proyecto se considera acotada, debido a la reducida superficie intervenida y a la distribución dispersa de las obras. No obstante, en estas superficies los suelos, aun cuando presentan buen drenaje y profundidad adecuada, pueden experimentar degradación física o pérdida de suelo superficial bajo escenarios climáticos más extremos, Limitaciones permanentes para la agricultura intensiva. En consecuencia, la exposición del recurso suelo atribuible al Proyecto se considera acotada, debido a la reducida superficie intervenida y a la distribución dispersa de las obras. No obstante, en estas superficies los suelos, aun cuando presentan buen drenaje y profundidad adecuada, pueden experimentar degradación física o pérdida de suelo superficial bajo escenarios climáticos más extremos.

10.3. Vulnerabilidad

La vulnerabilidad corresponde a factores no climáticos, e indica la propensión o predisposición a que un territorio, ecosistema, comunidad o sector se vea afectado negativamente a partir de la sensibilidad o susceptibilidad al daño y a la falta de capacidad para responder y adaptarse. El mapa de vulnerabilidad presenta el producto entre el margen de seguridad y la capacidad adaptativa. Los suelos presentes en el área de estudio presentan una vulnerabilidad moderada frente a los efectos del cambio climático, debido principalmente a su clasificación en Clase de Capacidad de Uso VI, condición que refleja limitaciones permanentes asociadas a factores como pendiente, susceptibilidad a erosión y restricciones para usos agrícolas intensivos. Las observaciones realizadas en las distintas Unidades Homogéneas de Suelo evidenciaron perfiles de textura franco arcillo arenosa y con escasa pedregosidad, características que favorecen la infiltración de agua, pero que podrían incrementar la susceptibilidad a la pérdida de humedad durante períodos prolongados de déficit hídrico. Asimismo, la reducción de eventos de precipitación intensa proyectados bajo escenarios de cambio climático podría reducir los procesos de erosión hídrica, particularmente en sectores con menor cobertura vegetal o donde se desarrollen movimientos de suelo asociados a las obras del proyecto. No obstante, la presencia de perfiles relativamente profundos, con estructura moderada y cobertura forestal predominante en el entorno, constituye un factor que contribuye a disminuir la vulnerabilidad general del recurso. En consecuencia, las principales amenazas climáticas para el suelo corresponden al incremento de la sequía estacional y la reducción de la intensidad de las precipitaciones, las cuales podrían afectar la disponibilidad de humedad y la conservación de la capa fértil en determinadas áreas.

10.4. Riesgo climático

El riesgo climático asociado al recurso suelo se considera moderado, como resultado de la interacción entre una exposición acotada a la superficie de nueva intervención (5,86 ha) dentro de un AI de 9,87 ha, una vulnerabilidad moderada de los suelos presentes y las amenazas climáticas proyectadas para el área de estudio. Entre estas amenazas destacan el aumento de

las temperaturas, la reducción de la disponibilidad hídrica durante los períodos estivales y la reducción de eventos de precipitación más intensos. No obstante, la presencia de suelos relativamente profundos, con buen drenaje interno, escasa pedregosidad y cobertura vegetal predominante en el entorno contribuye a reducir la susceptibilidad frente a dichos efectos. En consecuencia, si bien los escenarios climáticos futuros podrían generar presiones sobre la conservación y funcionalidad de los suelos, las características edáficas observadas permiten inferir que la magnitud del riesgo se mantiene en un nivel moderado, concentrándose principalmente en sectores donde exista remoción de cobertura vegetal o exposición directa del suelo a procesos erosivos.

11. CONCLUSIÓN

El AI del proyecto se encuentra en suelos de carácter profundos, sin pedregosidad en el perfil o superficial y de texturas predominantes texturas franco arcillo arenosas, junto con la presencia de suelos francos y arcillosos en menor proporción. Sin embargo, se observan zonas de lomajes con pendientes de entre 25 y 45 %. En consecuencia, las clases de capacidad de uso de suelo corresponden a las clases VI. Las nueve calicatas, representativas de las cinco UHS del AI, se clasificaron en Clase VI.

Los suelos del área de estudio presentan una variabilidad textural moderada, con predominio de texturas franco arcillo arenosas, junto con la presencia de suelos francos y arcillosos en menor proporción, lo que refleja una heterogeneidad edáfica controlada entre las calicatas evaluadas. Esta variabilidad se traduce en diferencias en la capacidad de retención de agua, donde los suelos con mayor contenido de arcilla muestran valores más altos de agua aprovechable. En términos generales, se observa una tendencia coherente entre el aumento de fracciones finas y la capacidad de almacenamiento hídrico, lo que es consistente con los principios edafológicos. En consecuencia, los suelos del área presentan condiciones favorables para la retención de humedad, aunque con diferencias locales que podrían incidir en la disponibilidad hídrica para la vegetación y en el comportamiento hidrológico del sistema.

El área de estudio presenta una baja a moderada susceptibilidad a procesos erosivos, en concordancia con su clasificación como zona de erosión ligera. Predominan condiciones favorables, tales como baja erodabilidad del suelo y adecuada cobertura vegetal, que actúan como factores protectores relevantes frente a la erosión. No obstante, la pendiente moderada y la agresividad media de las precipitaciones, evidenciada a través del índice de Fournier modificado (IFM = 96.7, categoría 2), constituyen los principales factores que determinan un nivel de riesgo intermedio. Por su parte, la baja agresividad del viento, asociada a velocidades medias muy inferiores al umbral de erosión eólica, limita significativamente su incidencia en la movilización de partículas. En terreno, la ausencia de evidencias de erosión activa refuerza la estabilidad actual del sistema. En consecuencia, el área presenta una condición general estable con susceptibilidad moderada, siendo fundamental mantener las condiciones de protección vegetal para evitar la intensificación de procesos erosivos.

Los resultados obtenidos indican que los suelos presentes en el área de influencia (AI) presentan, en términos generales, condiciones favorables para sustentar biodiversidad, de acuerdo con los criterios establecidos en la Guía metodológica del SEA. La evaluación de las calicatas evidenció que la mayoría de los parámetros analizados no constituyen limitantes para la capacidad de sustentar biodiversidad (CSB), lo que refleja un adecuado estado funcional del suelo en relación con este atributo. Sin embargo, los suelos del AI presentan limitación significativa para el criterio de pendiente, por lo tanto, la CSB se clasifica como de tipo “medio”.

El análisis realizado indica que el riesgo climático del recurso suelo es moderado, debido a la combinación de amenazas asociadas al aumento de temperaturas, déficit hídrico y eventos de precipitación intensa, con una superficie de nueva intervención de 5,86 ha dentro de un AI de 9,87 ha. Si bien los suelos corresponden a Clase de Capacidad de Uso VI y presentan cierta

susceptibilidad a procesos de erosión y pérdida de humedad, las características observadas en terreno, tales como suelos profundos, buen drenaje interno, escasa pedregosidad y cobertura vegetal predominante, contribuyen a disminuir su vulnerabilidad. En consecuencia, se estima que los posibles efectos del cambio climático sobre el recurso suelo serían acotados y manejables mediante medidas de conservación de la cobertura vegetal y control de la erosión.

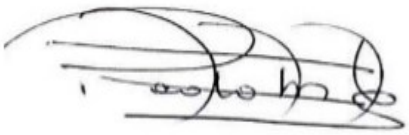
En conclusión, el Área de Influencia (9,87 ha) se emplaza sobre suelos pertenecientes a la Asociación Cauquenes, caracterizados por ser profundos, bien drenados y de texturas predominantemente franco arcillo arenosas. Sin embargo, se encuentran fuertemente condicionados por una topografía irregular de lomajes y sectores escarpados, con pendientes que varían entre el 25% y el 45%. Esta limitante topográfica determina que la totalidad de los suelos evaluados correspondan a la Clase VI de Capacidad de Uso, presentando una aptitud preferentemente forestal o de protección, con restricciones severas y permanentes para el uso agropecuario.

En cuanto a las superficies, de las 9,87 ha del AI, 4,01 ha corresponden a caminos existentes que, usados sin modificación, no generan nueva pérdida de suelo; 0,19 ha a instalaciones de faena y plazas de tendido, de uso temporal; y 0,96 ha a frentes de trabajo de las estructuras, donde sólo las fundaciones ocupan el suelo en forma permanente. La pérdida permanente de suelo del Proyecto se estima en 4,72 ha (plataformas de subestaciones y caminos nuevos) y puede llegar a 5,67 ha si se considera la totalidad de los frentes de trabajo.

Desde el punto de vista químico, el recurso edáfico base presenta una fertilidad natural baja, destacando condiciones de acidez, deficiencia generalizada de macronutrientes esenciales (nitrógeno, fósforo y potasio) y bajos niveles de materia orgánica, descartándose la presencia de problemas de salinidad.

En su condición actual, el área de estudio exhibe una susceptibilidad baja (Clase 1) a media (Clase 2) a la activación de procesos erosivos. Si bien la pendiente y la agresividad climática media de las precipitaciones confieren un riesgo intrínseco al terreno, el sistema edáfico se encuentra estabilizado gracias a la presencia continua de cobertura vegetal, la cual otorga una clase de desprotección baja, no evidenciándose en terreno procesos de erosión activa. Durante la fase de construcción, en las superficies despejadas la susceptibilidad aumenta en una clase (a Media o Alta), condición que se controla mediante las acciones de manejo y recuperación del suelo indicadas en el numeral 9.5.

Finalmente, considerando la evaluación integrada de los parámetros físicos, morfológicos y de sitio según la metodología oficial, el suelo del área caracterizada presenta una Capacidad de Sustentar Biodiversidad (CSB) de categoría Media. Esto configura un recurso edáfico que, si bien posee limitantes topográficas significativas, constituye un soporte ecológico funcional y estable bajo sus condiciones naturales actuales.



Firma del profesional responsable
Nombre: Paola Lobos Ortega
Profesión: Ingeniero Agrónomo
Rut.: 13.939.142-K

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ARCLIM. Atlas de Riesgo Climático. Explorador de Amenazas. https://arclim.mma.gob.cl/amenazas/
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 2014. Estudio Agrológico de la VIII región, Chile. Publicación N°181. 550 p.
    - Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 2010. Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Publicación N°139. 285 p.
- Ibañez, S., Gisber, J. y Moreno, H. 2011. Inceptisoles. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Valencia.
- Ibarra, D., J. A. Ruíz, D. R. González, y J. G. Flores. 2008. Clasificación espacial de la textura de los suelos agrícolas de Zapopan Jalisco. Avances de la investigación científica en el CUCBA. XIX semana de la investigación científica; pp:37-47.
- Saxton, K.E., Rawls, W.J., Romberger, J.S., Papendick, R.I., 1986. Estimating Generalized Soil-water Characteristics from Texture. Soil Science Society of America Journal 50, 1031–1036. https://doi.org/10.2136/sssaj1986.03615995005000040039x
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2001. Pauta para Estudio de Suelos, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. 20 pp.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2011. Guía de Evaluación Ambiental: Recurso Natural Suelo. 14 p.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2011. Pauta para Estudio de Suelos, División de Protección de los Recursos Naturales Renovables. 26 pp.
- Servicio De Evaluación Ambiental (SEA). 2015. Guía para la descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres.96 p.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2025. Guía metodológica para la descripción de ecosistemas terrestres. Segunda edición, Santiago, Chile.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2024. Guía Metodológica para la consideración del Cambio Climático en el SEIA. Tercera edición, Santiago, Chile.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2024 “Guía Areas de Influencia en Ecosistemas Terrestres.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2026. Guía Áreas de Influencias en el SEIA. Segunda edición, Santiago, Chile.

13. APENDICES

13.1. Apéndice 1. Análisis Químicos de suelo (C1 a la C9)

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PLANTAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

Dpto. Suelos, Calle Vicente Mendez 595, Chillán, fono 42 2208957, email: labsuelos@udec.cl

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO

IDENTIFICACION DEL SOLICITANTE					
Razón Social	Natgreen SPA			Comuna	Concepción
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL AGRICULTOR					
Nombre	Natgreen SPA			RUT	76285284-5
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz				
Comuna	Concepción			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL PREDIO					
Predio				Rol	
Comuna		Provincia		Región	
N° de Laboratorio	6215	Potrero			
Identificación	C1	Ingreso	26-05-2026 13:27:55	Egreso	08-06-2026 16:28:44

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
1	pH en agua		6,1	MEDIO
2	Materia Orgánica	%	1,1	BAJO
3	Nitrato (N-NO3)	mg/Kg	1,4	BAJO
4	Amonio (N-NH4)	mg/Kg	9,5	BAJO
5	Nitrógeno Disponible	mg/Kg	10,9	BAJO
6	Fósforo Olsen	mg/Kg	4	BAJO
7	K Disponible	mg/Kg	46,9	BAJO
8	K intercambiable	cmol/kg	0,12	BAJO
9	Ca intercambiable	cmol/Kg	3,65	BAJO
10	Mg intercambiable	cmol/Kg	1,11	MEDIO
11	Na intercambiable	cmol/Kg	0,14	BAJO
12	Suma de bases	cmol/Kg	5,02	MEDIO
13	Al de intercambio	cmol/Kg	0,01	BAJO
14	CICE	cmol/Kg	5,03	MEDIO
15	Saturación Al	%	0,2	BAJO
16	Saturación K	%	2,39	BAJO
17	Saturación Ca	%	72,56	MEDIO
18	Saturación Mg	%	22,07	ALTO

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
20	S disponible	mg/Kg	1,9	BAJO
21	Hierro (Fe)	mg/Kg	45,6	ALTO
22	Manganeso (Mn)	mg/Kg	5,8	ALTO
23	Cinc (Zn)	mg/Kg	0,1	BAJO
24	Cobre (Cu)	mg/Kg	0,8	ALTO
25	Boro (B)	mg/Kg	0,09	BAJO
26	Conductividad eléctrica	dS/m	0,1	BAJO
27	Curva Encalado		----	
29	CIC	meq/Kg	----	
30	Nitrógeno Incubado	mg/Kg	----	
31	pH KCl		----	
32	pH CaCl2		----	
33	Al extractable		----	
34	Preparación Muestra		----	

Notas:
1.- El laboratorio conserva contramuestras por 20 días hábiles desde la emisión del informe, solo para verificación o repetición de análisis.
2.- Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no tiene validez legal.
3.- Los métodos analíticos se basan en procedimientos validados, recomendados para suelos de Chile (Sadzawka et al., 2006), y en estándares nacionales e internacionales.

Dr. Marco Sandoval S.
DIRECTOR DEPARTAMENTO

transemel

COMTEC

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PLANTAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

Dpto. Suelos, Calle Vicente Mendez 595, Chillán, fono 42 2208957, email: labsuelos@udec.cl

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO

IDENTIFICACION DEL SOLICITANTE					
Razón Social	Natgreen SPA			Comuna	Concepción
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL AGRICULTOR					
Nombre	Natgreen SPA			RUT	76285284-5
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz				
Comuna	Concepción			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL PREDIO					
Predio				Rol	
Comuna		Provincia		Región	
N° de Laboratorio	6216	Potrero			
Identificación	C2	Ingreso	26-05-2026 13:28:22	Egreso	08-06-2026 16:28:43

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
1	pH en agua		6,3	MEDIO
2	Materia Orgánica	%	0,7	BAJO
3	Nitrato (N-NO3)	mg/Kg	0,5	BAJO
4	Amonio (N-NH4)	mg/Kg	13,2	MEDIO
5	Nitrógeno Disponible	mg/Kg	13,7	BAJO
6	Fósforo Olsen	mg/Kg	2	BAJO
7	K Disponible	mg/Kg	39,1	BAJO
8	K intercambiable	cmol/kg	0,1	BAJO
9	Ca intercambiable	cmol/Kg	6,29	MEDIO
10	Mg intercambiable	cmol/Kg	5,18	ALTO
11	Na intercambiable	cmol/Kg	0,27	BAJO
12	Suma de bases	cmol/Kg	11,84	ALTO
13	Al de intercambio	cmol/Kg	0,01	BAJO
14	CICE	cmol/Kg	11,85	MEDIO
15	Saturación Al	%	0,1	BAJO
16	Saturación K	%	0,84	BAJO
17	Saturación Ca	%	53,08	BAJO
18	Saturación Mg	%	43,71	ALTO

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
20	S disponible	mg/Kg	1,7	BAJO
21	Hierro (Fe)	mg/Kg	13,6	ALTO
22	Manganeso (Mn)	mg/Kg	18,6	ALTO
23	Cinc (Zn)	mg/Kg	0,1	BAJO
24	Cobre (Cu)	mg/Kg	0,1	BAJO
25	Boro (B)	mg/Kg	0,09	BAJO
26	Conductividad eléctrica	dS/m	0,1	BAJO
27	Curva Encalado		----	
29	CIC	meq/Kg	----	
30	Nitrógeno Incubado	mg/Kg	----	
31	pH KCl		----	
32	pH CaCl2		----	
33	Al extractable		----	
34	Preparación Muestra		----	

Notas:
1.- El laboratorio conserva contramuestras por 20 días hábiles desde la emisión del informe, solo para verificación o repetición de análisis.
2.- Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no tiene validez legal.
3.- Los métodos analíticos se basan en procedimientos validados, recomendados para suelos de Chile (Sadzawka et al., 2006), y en estándares nacionales e internacionales.

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION DEPARTAMENTO DE SUELOS LABORATORIO Y SERVICIOS RECURSOS NATURALES Facultad de Agronomía

Dr. Marco Sandoval S.
DIRECTOR DEPARTAMENTO

transemel

COMTEC

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PLANTAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

Dpto. Suelos, Calle Vicente Mendez 595, Chillán, fono 42 2208957, email: labsuelos@udec.cl

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO

IDENTIFICACION DEL SOLICITANTE					
Razón Social	Natgreen SPA			Comuna	Concepción
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL AGRICULTOR					
Nombre	Natgreen SPA			RUT	76285284-5
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz				
Comuna	Concepción			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL PREDIO					
Predio				Rol	
Comuna		Provincia		Región	
N° de Laboratorio	6217	Potrero			
Identificación	C3	Ingreso	26-05-2026 13:28:41	Egreso	08-06-2026 16:28:43

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
1	pH en agua		6,5	MEDIO
2	Materia Orgánica	%	0,6	BAJO
3	Nitrato (N-NO3)	mg/Kg	0,4	BAJO
4	Amonio (N-NH4)	mg/Kg	18,0	MEDIO
5	Nitrógeno Disponible	mg/Kg	18,4	BAJO
6	Fósforo Olsen	mg/Kg	1	BAJO
7	K Disponible	mg/Kg	31,2	BAJO
8	K intercambiable	cmol/kg	0,08	BAJO
9	Ca intercambiable	cmol/Kg	10,45	ALTO
10	Mg intercambiable	cmol/Kg	7,48	ALTO
11	Na intercambiable	cmol/Kg	0,23	BAJO
12	Suma de bases	cmol/Kg	18,24	ALTO
13	Al de intercambio	cmol/Kg	0,01	BAJO
14	CICE	cmol/Kg	18,25	MEDIO
15	Saturación Al	%	0,1	BAJO
16	Saturación K	%	0,44	BAJO
17	Saturación Ca	%	57,26	BAJO
18	Saturación Mg	%	40,99	ALTO

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
20	S disponible	mg/Kg	2,1	BAJO
21	Hierro (Fe)	mg/Kg	7,4	MEDIO
22	Manganeso (Mn)	mg/Kg	4,1	MEDIO
23	Cinc (Zn)	mg/Kg	0,1	BAJO
24	Cobre (Cu)	mg/Kg	0,1	BAJO
25	Boro (B)	mg/Kg	0,05	BAJO
26	Conductividad eléctrica	dS/m	0,1	BAJO
27	Curva Encalado		----	
29	CIC	meq/Kg	----	
30	Nitrógeno Incubado	mg/Kg	----	
31	pH KCl		----	
32	pH CaCl2		----	
33	Al extractable		----	
34	Preparación Muestra		----	

Notas:
1.- El laboratorio conserva contramuestras por 20 días hábiles desde la emisión del informe, solo para verificación o repetición de análisis.
2.- Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no tiene validez legal.
3.- Los métodos analíticos se basan en procedimientos validados, recomendados para suelos de Chile (Sadzawka et al., 2006), y en estándares nacionales e internacionales.

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION · DEPARTAMENTO DE SUELOS · LABORATORIO SERVICIOS · RECURSOS NATURALES · Facultad de Agronomía

Dr. Marco Sandoval S.
DIRECTOR DEPARTAMENTO

transemel

COMTEC

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PLANTAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

Dpto. Suelos, Calle Vicente Mendez 595, Chillán, fono 42 2208957, email: labsuelos@udec.cl

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO

IDENTIFICACION DEL SOLICITANTE					
Razón Social	Natgreen SPA			Comuna	Concepción
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL AGRICULTOR					
Nombre	Natgreen SPA			RUT	76285284-5
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz				
Comuna	Concepción			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL PREDIO					
Predio				Rol	
Comuna		Provincia		Región	
N° de Laboratorio	6218	Potrero			
Identificación	C4	Ingreso	26-05-2026 13:28:58	Egreso	08-06-2026 16:28:42

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
1	pH en agua		6,4	MEDIO
2	Materia Orgánica	%	0,4	BAJO
3	Nitrato (N-NO3)	mg/Kg	0,3	BAJO
4	Amonio (N-NH4)	mg/Kg	19,1	MEDIO
5	Nitrógeno Disponible	mg/Kg	19,4	BAJO
6	Fósforo Olsen	mg/Kg	1	BAJO
7	K Disponible	mg/Kg	46,9	BAJO
8	K intercambiable	cmol/kg	0,12	BAJO
9	Ca intercambiable	cmol/Kg	10,35	ALTO
10	Mg intercambiable	cmol/Kg	6,74	ALTO
11	Na intercambiable	cmol/Kg	0,22	BAJO
12	Suma de bases	cmol/Kg	17,43	ALTO
13	Al de intercambio	cmol/Kg	0,01	BAJO
14	CICE	cmol/Kg	17,44	MEDIO
15	Saturación Al	%	0,1	BAJO
16	Saturación K	%	0,69	BAJO
17	Saturación Ca	%	59,35	BAJO
18	Saturación Mg	%	38,65	ALTO

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
20	S disponible	mg/Kg	1,9	BAJO
21	Hierro (Fe)	mg/Kg	16,6	ALTO
22	Manganeso (Mn)	mg/Kg	23,4	ALTO
23	Cinc (Zn)	mg/Kg	0,1	BAJO
24	Cobre (Cu)	mg/Kg	0,3	BAJO
25	Boro (B)	mg/Kg	0,06	BAJO
26	Conductividad eléctrica	dS/m	0,1	BAJO
27	Curva Encalado		----	
29	CIC	meq/Kg	----	
30	Nitrógeno Incubado	mg/Kg	----	
31	pH KCl		----	
32	pH CaCl2		----	
33	Al extractable		----	
34	Preparación Muestra		----	

Notas:
1.- El laboratorio conserva contramuestras por 20 días hábiles desde la emisión del informe, solo para verificación o repetición de análisis.
2.- Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no tiene validez legal.
3.- Los métodos analíticos se basan en procedimientos validados, recomendados para suelos de Chile (Sadzawka et al., 2006), y en estándares nacionales e internacionales.

Dr. Marco Sandoval S.
DIRECTOR DEPARTAMENTO

transemel

COMTEC

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PLANTAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

Dpto. Suelos, Calle Vicente Mendez 595, Chillán, fono 42 2208957, email: labsuelos@udec.cl

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO

IDENTIFICACION DEL SOLICITANTE					
Razón Social	Natgreen SPA			Comuna	Concepción
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL AGRICULTOR					
Nombre	Natgreen SPA			RUT	76285284-5
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz				
Comuna	Concepción			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL PREDIO					
Predio				Rol	
Comuna		Provincia		Región	
N° de Laboratorio	6219	Potrero			
Identificación	C5	Ingreso	26-05-2026 13:29:15	Egreso	08-06-2026 16:28:41

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
1	pH en agua		5,2	BAJO
2	Materia Orgánica	%	0,9	BAJO
3	Nitrato (N-NO3)	mg/Kg	0,9	BAJO
4	Amonio (N-NH4)	mg/Kg	14,0	MEDIO
5	Nitrógeno Disponible	mg/Kg	14,9	BAJO
6	Fósforo Olsen	mg/Kg	6	BAJO
7	K Disponible	mg/Kg	117,2	MEDIO
8	K intercambiable	cmol/kg	0,3	BAJO
9	Ca intercambiable	cmol/Kg	0,54	BAJO
10	Mg intercambiable	cmol/Kg	0,38	BAJO
11	Na intercambiable	cmol/Kg	0,08	BAJO
12	Suma de bases	cmol/Kg	1,3	BAJO
13	Al de intercambio	cmol/Kg	1,26	ALTO
14	CICE	cmol/Kg	2,56	BAJO
15	Saturación Al	%	49,2	ALTO
16	Saturación K	%	11,72	ALTO
17	Saturación Ca	%	21,09	BAJO
18	Saturación Mg	%	14,84	MEDIO

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
20	S disponible	mg/Kg	16,1	ALTO
21	Hierro (Fe)	mg/Kg	14,4	ALTO
22	Manganeso (Mn)	mg/Kg	26,0	ALTO
23	Cinc (Zn)	mg/Kg	0,1	BAJO
24	Cobre (Cu)	mg/Kg	0,4	MEDIO
25	Boro (B)	mg/Kg	0,17	BAJO
26	Conductividad eléctrica	dS/m	0,1	BAJO
27	Curva Encalado		----	
29	CIC	meq/Kg	----	
30	Nitrógeno Incubado	mg/Kg	----	
31	pH KCl		----	
32	pH CaCl2		----	
33	Al extractable		----	
34	Preparación Muestra		----	

Notas:
1.- El laboratorio conserva contramuestras por 20 días hábiles desde la emisión del informe, solo para verificación o repetición de análisis.
2.- Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no tiene validez legal.
3.- Los métodos analíticos se basan en procedimientos validados, recomendados para suelos de Chile (Sadzawka et al., 2006), y en estándares nacionales e internacionales.

LABORATORIO SERVICIOS

Dr. Marco Sandoval S.
DIRECTOR DEPARTAMENTO

transemel

COMTEC

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PLANTAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

Dpto. Suelos, Calle Vicente Mendez 595, Chillán, fono 42 2208957, email: labsuelos@udec.cl

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO

IDENTIFICACION DEL SOLICITANTE					
Razón Social	Natgreen SPA			Comuna	Concepción
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL AGRICULTOR					
Nombre	Natgreen SPA			RUT	76285284-5
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz				
Comuna	Concepción			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL PREDIO					
Predio				Rol	
Comuna		Provincia		Región	
N° de Laboratorio	6220	Potrero			
Identificación	C6	Ingreso	26-05-2026 13:29:38	Egreso	08-06-2026 16:28:40

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
1	pH en agua		5,4	BAJO
2	Materia Orgánica	%	0,9	BAJO
3	Nitrato (N-NO3)	mg/Kg	0,8	BAJO
4	Amonio (N-NH4)	mg/Kg	15,6	MEDIO
5	Nitrógeno Disponible	mg/Kg	16,4	BAJO
6	Fósforo Olsen	mg/Kg	3	BAJO
7	K Disponible	mg/Kg	50,8	BAJO
8	K intercambiable	cmol/kg	0,13	BAJO
9	Ca intercambiable	cmol/Kg	2,35	BAJO
10	Mg intercambiable	cmol/Kg	0,95	MEDIO
11	Na intercambiable	cmol/Kg	0,07	BAJO
12	Suma de bases	cmol/Kg	3,5	BAJO
13	Al de intercambio	cmol/Kg	0,3	MEDIO
14	CICE	cmol/Kg	3,8	BAJO
15	Saturación Al	%	7,9	ALTO
16	Saturación K	%	3,42	BAJO
17	Saturación Ca	%	61,84	BAJO
18	Saturación Mg	%	25,0	ALTO

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
20	S disponible	mg/Kg	3,9	BAJO
21	Hierro (Fe)	mg/Kg	49,8	ALTO
22	Manganeso (Mn)	mg/Kg	41,8	ALTO
23	Cinc (Zn)	mg/Kg	0,1	BAJO
24	Cobre (Cu)	mg/Kg	0,8	ALTO
25	Boro (B)	mg/Kg	0,08	BAJO
26	Conductividad eléctrica	dS/m	0,1	BAJO
27	Curva Encalado		----	
29	CIC	meq/Kg	----	
30	Nitrógeno Incubado	mg/Kg	----	
31	pH KCl		----	
32	pH CaCl2		----	
33	Al extractable		----	
34	Preparación Muestra		----	

Notas:
1.- El laboratorio conserva contramuestras por 20 días hábiles desde la emisión del informe, solo para verificación o repetición de análisis.
2.- Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no tiene validez legal.
3.- Los métodos analíticos se basan en procedimientos validados, recomendados para suelos de Chile (Sadzawka et al., 2006), y en estándares nacionales e internacionales.

Dr. Marco Sandoval S.
DIRECTOR DEPARTAMENTO

transemel

COMTEC

LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y PLANTAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

Dpto. Suelos, Calle Vicente Mendez 595, Chillán, fono 42 2208957, email: labsuelos@udec.cl

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELO

IDENTIFICACION DEL SOLICITANTE					
Razón Social	Natgreen SPA			Comuna	Concepción
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL AGRICULTOR					
Nombre	Natgreen SPA			RUT	76285284-5
Dirección	Av. Padre Hurtado 980 C/301 San Pedro de La Paz				
Comuna	Concepción			Región	Biobío
Celular	+56979761231	Tel		Email	paola.lobos@natgreen.cl
IDENTIFICACION DEL PREDIO					
Predio				Rol	
Comuna		Provincia		Región	
N° de Laboratorio	6223	Potrero			
Identificación	C9	Ingreso	26-05-2026 13:30:47	Egreso	08-06-2026 16:28:38

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
1	pH en agua		6,0	MEDIO
2	Materia Orgánica	%	0,4	BAJO
3	Nitrato (N-NO3)	mg/Kg	1,0	BAJO
4	Amonio (N-NH4)	mg/Kg	10,2	MEDIO
5	Nitrógeno Disponible	mg/Kg	11,2	BAJO
6	Fósforo Olsen	mg/Kg	1	BAJO
7	K Disponible	mg/Kg	39,1	BAJO
8	K intercambiable	cmol/kg	0,1	BAJO
9	Ca intercambiable	cmol/Kg	3,27	BAJO
10	Mg intercambiable	cmol/Kg	2,51	ALTO
11	Na intercambiable	cmol/Kg	0,21	BAJO
12	Suma de bases	cmol/Kg	6,09	MEDIO
13	Al de intercambio	cmol/Kg	0,02	BAJO
14	CICE	cmol/Kg	6,11	MEDIO
15	Saturación Al	%	0,3	BAJO
16	Saturación K	%	1,64	BAJO
17	Saturación Ca	%	53,52	BAJO
18	Saturación Mg	%	41,08	ALTO

	RESULTADOS DE ANÁLISIS			NIVEL
20	S disponible	mg/Kg	2,1	BAJO
21	Hierro (Fe)	mg/Kg	23,2	ALTO
22	Manganeso (Mn)	mg/Kg	12,4	ALTO
23	Cinc (Zn)	mg/Kg	0,1	BAJO
24	Cobre (Cu)	mg/Kg	0,1	BAJO
25	Boro (B)	mg/Kg	0,24	BAJO
26	Conductividad eléctrica	dS/m	0,1	BAJO
27	Curva Encalado		----	
29	CIC	meq/Kg	----	
30	Nitrógeno Incubado	mg/Kg	----	
31	pH KCl		----	
32	pH CaCl2		----	
33	Al extractable		----	
34	Preparación Muestra		----	

Notas:
1.- El laboratorio conserva contramuestras por 20 días hábiles desde la emisión del informe, solo para verificación o repetición de análisis.
2.- Los resultados se refieren únicamente a la muestra analizada. Este informe no tiene validez legal.
3.- Los métodos analíticos se basan en procedimientos validados, recomendados para suelos de Chile (Sadzawka et al., 2006), y en estándares nacionales e internacionales.

Dr. Marco Sandoval S.
DIRECTOR DEPARTAMENTO

13.2. Apéndice 2. Análisis Físico de suelos del proyecto

LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS Y PLANTAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

Dpto. de Suelos, Calle Vicente Mendez 595, Chillán, Fono 42/208853, Fax 42/270674

RESULTADOS ANALISIS FISICO DE SUELOS

Solicitante : NatGREEN SpA.-. (Paola Lobos)	Fechas:
Proc. Muestras : .- Quirihue.	Recep. Laboratorio : 26/05/2026
Nº Muestras : 9.-	Salida Laboratorio : 29/05/2026
Valor Análisis : $.-	Tipo de Análisis : Físico.-

Nota : Los Valores Obtenidos Solo Representan Las Muestras Analizadas.

Sistema U.S.D.A .				
Ident./Lab.	% Arena	% Limo	% Arcilla	Clase Textural
C1	49,3	22,3	28,4	Franco Arcillo Arenoso
C2	50,1	27,9	22,0	Franco Arcillo Arenoso
C3	43,3	37,8	18,9	Franco
C4	41,9	36,6	21,5	Franco
C5	38,8	17,7	43,5	Arcilloso
C6	50,2	19,7	30,1	Franco Arcillo Arenoso
C7	25,5	33,6	40,9	Arcilloso
C8	29,3	25,3	45,4	Arcilloso
C9	50,9	28,3	20,8	Franco Arcillo Arenoso

13.3. Apéndice 3. Datos de precipitaciones mensuales últimos 10 años. Datos extraídos de la estación Nuinhue y Puralihue desde la plataforma www.agrometereologia.cl

		Precipitacion (mm)												
Estación metereológica	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Total
Estac. Ninhue	2016	4.4	0	7.7	73.8	82.4	4.3	226	24.7	12.6	36.9	11.8	57.7	**542.3**
Estac. Ninhue	2017	2.4	18.9	22.2	27.6	88.1	165.2	0.1	216.3	58	52.9	31.2	4.2	**687.1**
Estac. Puralihue	2018	1	5	37.5	53.8	105.2	97.7	100.5	61.4	92	54.7	35.9	14.9	**659.6**
Estac. Puralihue	2019	3.9	0	5.3	3.9	117.4	244.7	88.8	53.9	45.5	32.9	7	2.2	**605.5**
Estac. Puralihue	2020	2.2	0	9.2	39.6	23.6	295.5	135.5	59.8	25.5	9	0	2.8	**602.7**
Estac. Puralihue	2021	17	3.6	0.1	27.9	8.4	56.2	35.2	95.7	59.2	14.6	1.2	0	**319.1**
Estac. Puralihue	2022	0	6.6	1.8	68	39.2	155.7	177.5	105.4	17.2	27.5	12.7	0.1	**611.7**
Estac. Puralihue	2023	3.4	0	0	24.3	41.1	0	156.2	255.2	126.1	57.7	29.5	3.4	**696.9**
Estac. Puralihue	2024	0	0.2	25.6	89.4	128.4	418.4	32.9	163.3	70.2	11.5	6.9	2.6	**949.4**
Estac. Puralihue	2025	0	0	19.4	48.2	76.5	132.5	142.7	49.4	52.3	16.3	0.3	2.5	**540.1**
	Promedio	**3.4**	**3.4**	**12.9**	**45.7**	**71.0**	**157.0**	**109.5**	**108.5**	**55.9**	**31.4**	**13.7**	**9.0**	**621.4**