ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
PARQUE EÓLICO VIENTO PACÍFICO VERDE

ANEXO 3.5: LÍNEA DE BASE SUELO

Región de Maule
2026

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN 1
2 OBJETIVOS 1
2.1 OBJETIVO GENERAL 1
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 1
3 ÁREA DE INFLUENCIA 1
3.1 DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 1
3.2 JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 2
4 METODOLOGÍA 4
4.1 MARCO REGULATORIO 4
4.2 METODOLOGÍA GENERAL 4
4.2.1 Revisión Bibliográfica 4
4.2.2 Preparación y Desarrollo de Campaña de Terreno 5
4.2.3 Caracterización Edafológica del Suelo 5
4.2.4 Determinación de la Capacidad de Uso de Suelo 7
4.2.5 Determinación de Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) y Elaboración de Mapa de Suelos 7
4.2.6 Caracterización de la Capacidad del Suelo para Sustentar Biodiversidad (CSB). 8
4.2.7 Análisis de Cambio Climático sobre los Suelos del Área de Influencia 10
5 RESULTADOS 12
5.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 12
5.1.1 Antecedentes Generales de los Suelos en la Zona Mediterránea Árida 12
5.1.2 Estudio Agrológico Región del Maule, elaborado por CIREN (2012) 13
5.1.3 Caracterización del Riesgo de Erosión Actual según CIREN (2010) 17
5.1.4 Información climática según AGRIMED 20
5.2 CAMPAÑA DE TERRENO 20
5.2.1 Intensidad de Muestreo y Distribución Espacial de los Puntos de Observación en el Área de Influencia 20
5.3 CARACTERIZACIÓN EDAFOLOGICA DEL SUELO 19
5.3.1 Descripción de Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) 19
5.3.2 Determinación de Unidades Homogéneas de Suelo y Capacidad de Uso de Suelo (CUS) 24
5.3.3 Unidades Homogéneas de Suelo y Elaboración de Mapa de Suelos 24
5.3.4 Determinación de Capacidad para Sustentar Biodiversidad (CSB) 30
5.3.5 Análisis de Cambio Climático sobre los Suelos del Área de Influencia 32
6 CONCLUSIONES 35
7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4-1. Clases de capacidad de uso de suelos (SAG,2011) 7
Tabla 4-2. Limitantes de suelo para sostener biodiversidad 8
Tabla 4-3. Clases de CSB en base a Limitantes Edafológicas 9
Tabla 4-4. Nivel de agresividad climática según Índice de Fournier o Índice Fournier Modificado 11
Tabla 5-1. Clasificación edafológica según CIREN (2015) en el área de influencia del Proyecto. 13
Tabla 5-2. Riesgo de Erosión Actual según CIREN (2010) en el área de influencia del Proyecto 17
Tabla 5-3. Zonificación de puntos de observación del área de influencia del Proyecto 20
Tabla 5-4. Criterios de aproximación y definición para cada Unidad Homogénea de Suelo en el área de influencia del Proyecto 20
Tabla 5-5. Criterios especiales para cada Unidad Homogénea de Suelo. 21
Tabla 5-6. Evaluación en terreno de Erosión Actual para cada UHS 21
Tabla 5-7. Resultados de laboratorio para salinidad, y materia orgánica para muestreo compuesto por Unidad Homogénea de Suelo 22
Tabla 5-8. Resultados de laboratorio para Agua Aprovechable por Unidad Homogénea de Suelo 23
Tabla 5-9. Resultados de laboratorio para Textura por Unidad Homogénea de Suelo 23
Tabla 5-10. Factor limitante para cada Unidad Homogénea de Suelo en el área de influencia 24
Tabla 5-11. Clasificación de Unidades Homogéneas y series de Suelo identificadas al interior del área de influencia del Proyecto 25
Tabla 5-12. Clases de Capacidad de Uso identificadas al interior del área de influencia del Proyecto.27
Tabla 5-13. Parámetros para definir la Capacidad de Sustentar Biodiversidad para cada Unidad Homogénea....31
Tabla 5-14. Temperatura, precipitación y viento bajo escenarios “Presente” y “Futuro” según ARClim comunas de Chanco y Constitución 33
Tabla 5-15. Precipitación mensual bajo escenarios “Presente” y “Futuro” según ARClim, Índice de Fournier Modificado y Agresividad Climática. 34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3-1. Localización del Proyecto y área de influencia (1 de 2) 3
Figura 3-2. Localización del Proyecto y área de influencia (2 de 2) 4
Figura 5-1. Clasificación edafológica según Estudio Agrológico de CIREN (2012) en el área de influencia del Proyecto (1 de 2) 15
Figura 5-2. Clasificación Edafológica según Estudio Agrológico de CIREN (2012)) en el área de influencia del Proyecto (2 de 2) 16
Figura 5-3. Riesgo de Erosión Actual según CIREN (2010) en el área de influencia del Proyecto (1 de 2) 18
Figura 5-4. Riesgo de Erosión Actual según CIREN (2010) en el área de influencia del Proyecto (2 de 2) 19
Figura 5-5. Distribución de Unidades Homogéneas preliminares y puntos de observación en el área de influencia (1 de 2) 17
Figura 5-6. Distribución de Unidades Homogéneas Preliminares y puntos de observación en el Área de Influencia (2 de 2) 18
Figura 5-7. Mapa de Suelos en el área de influencia del Proyecto (1 de 2) 28

Figura 5-8. Mapa de Suelos en el área de influencia del Proyecto (2 de 2).....29

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice 3.5.1 Descripción de Puntos de Observación.

Apéndice 3.5.2. Resultados de Laboratorio.

Apéndice 3.5.3 Cartografía Digital.

1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con lo establecido en la Ley N°19.300 y en el Decreto Supremo Nº40/2012 Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente (Párrafo 2º, artículo N°18, literal d y literal e.2), el presente documento entrega los antecedentes que permiten sustentar la caracterización ambiental de los suelos presentes en el área de influencia del Proyecto Parque Eólico Viento Pacífico Verde (en adelante "el Proyecto").

El presente informe contiene la definición de Unidades Homogéneas de Suelo (UHS), el respectivo mapa de suelos, la caracterización de la capacidad del suelo para sustentar biodiversidad, y la susceptibilidad del área de influencia frente al cambio climático. Los resultados se obtienen a partir de la caracterización física y química, morfológica y granulometría de 20 puntos de observación (calicatas) ubicados dentro del área de influencia del componente suelo (AI Suelo).

El área de influencia de suelo del Proyecto se extiende sobre una superficie de 113,03 hectáreas y fue determinada siguiendo las indicaciones contenidas en las guías ambientales vigentes del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) y del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo general es identificar, caracterizar y clasificar los suelos presentes en el área de influencia del Proyecto, en base a los lineamientos establecidos en la Pauta para estudio de suelos del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2011) y las directrices referidas al recurso suelo contenidas en el D.S. N°40/2012 del Ministerio del Medio Ambiente.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos de la presente caracterización ambiental son los siguientes:

- Caracterizar física y químicamente el componente suelo al interior del área de influencia
- Determinar la Capacidad de Uso para cada uno de los tipos de suelo y/o formaciones identificadas al interior del área de influencia del Proyecto, en los términos definidos por SAG (2011).
- Definir Unidades Homogéneas de Suelo y el Mapa de Suelos resultante, correspondiente a cada uno de los tipos de suelo identificados al interior del área de influencia.
- Definir la capacidad para sustentar biodiversidad de los suelos al interior del área de influencia.
- Determinar la susceptibilidad al Cambio Climático de los suelos al interior del área de influencia.

3 ÁREA DE INFLUENCIA

3.1 DETERMINACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El Proyecto se emplazará en la Región del Maule, específicamente en sector costero rural de las comunas de Constitución y Chanco, provincias de Talca y Cauquenes, respectivamente.

De acuerdo con la letra a) del artículo 2° del Reglamento del SEIA define área de influencia como *"El área o espacio geográfico, cuyos atributos, elementos naturales o socioculturales deben ser considerados con la finalidad de definir si el proyecto o actividad genera o presenta alguno de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 de la Ley, o bien para justificar la inexistencia de dichos efectos, características o circunstancias".*

Conforme a los criterios técnicos y procedimentales establecidos en la Guía "Área de influencia en el SEIA" (Servicio de Evaluación Ambiental, 2026), la cual establece que *"el área de influencia deberá considerar el espacio geográfico en el cual se emplazan las partes, obras y/o acciones del proyecto o actividad, así como el espacio geográfico comprendido por los elementos del medio ambiente receptores de impactos potencialmente significativos y de sus atributos".*

Junto a lo anterior, para la determinación del área de influencia del componente suelo se identificaron previamente las posibles afectaciones que se pueden presentar en las distintas fases del Proyecto. Según lo indicado por la Guía para la Descripción del Área de Influencia: Descripción de los Componentes Suelo, Flora y Fauna de Ecosistemas Terrestres en el SEIA, 2015, los potenciales impactos al recurso recurso suelo estarían sujeto a posibles efectos por pérdida de suelo, activación de procesos erosivos o erosión y compactación del suelo.

3.2 JUSTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Entre los potenciales efectos adversos considerados para la definición de área de influencia del recurso natural suelo, se contempla la eventual pérdida de suelo y/o de su capacidad para sustentar biodiversidad por degradación, erosión, impermeabilización, compactación o presencia de contaminantes asociada a las obras y acciones del Proyecto.

Para efectos de este componente, el área de influencia ha sido establecida y justificada a partir de cada una de las partes, obras y/o acciones asociadas al Proyecto, que en sus distintas fases pudiesen afectar en una superficie y magnitud variable al componente suelo. De esta forma, para la definición del área de influencia, se ha considerado la superficie de intervención de las obras temporales y permanentes del Proyecto, en el sector norte de Estancia La Flora, sector sur de Pahuil y sector de conexión soterrada.

Se consideran obras permanentes como aerogeneradores, línea de media tensión soterradas, caminos internos, planta de áridos, área de administración, subestación eléctrica elevadora, además de obras temporales como botaderos e instalación de faenas. En torno a estas obras se considera un buffer de 10 metros. Para los caminos internos se considera un buffer de 5 metros en torno a su trazado y en el sector de conexión soterrada se considera un buffer de 2 metros en torno al eje de su trazado.

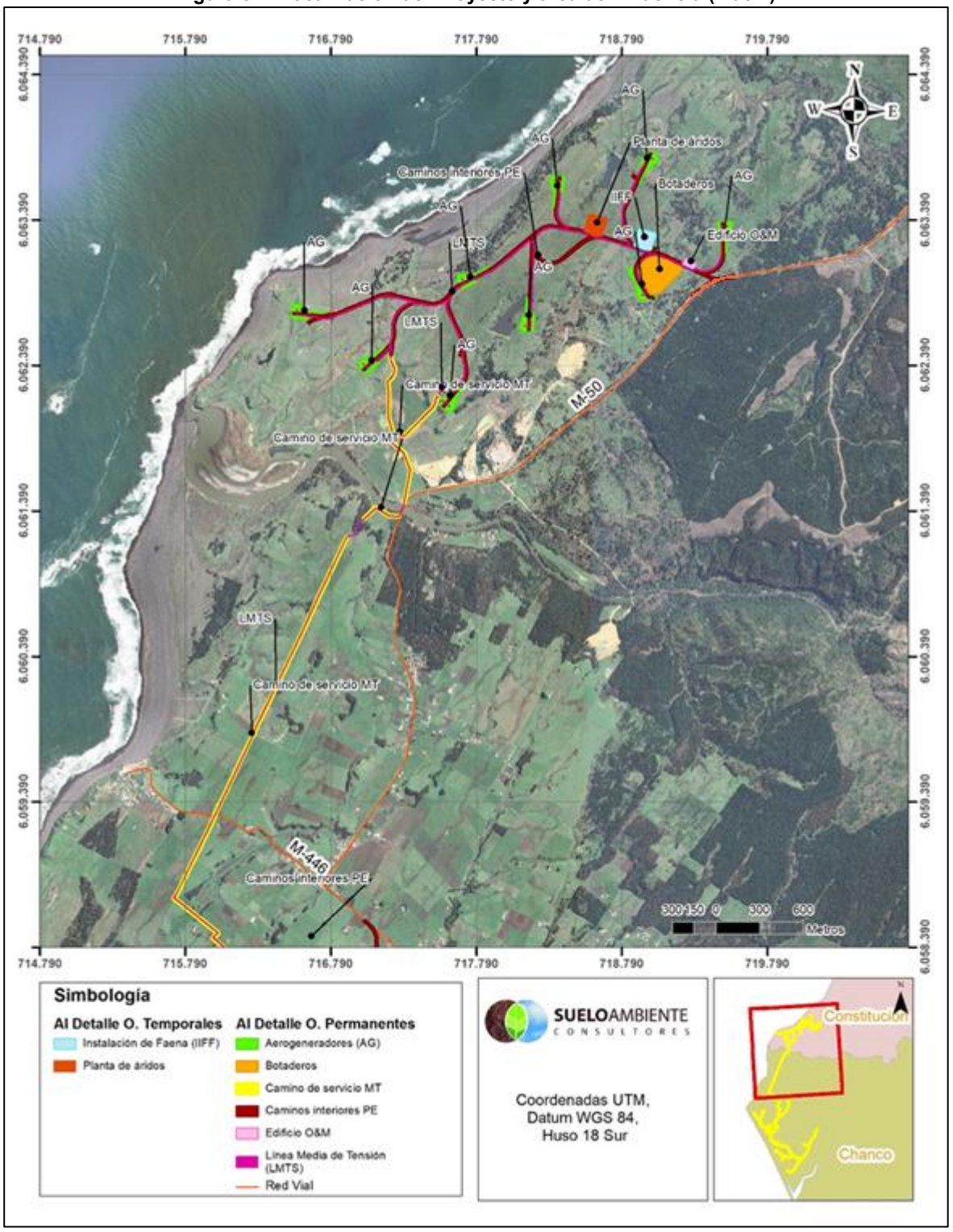
La definición de los buffers en torno a las obras del Proyecto se realizó considerando criterios técnicos y conservadores, coherentes con los mecanismos de afectación potencial al componente suelo identificados en las distintas fases del Proyecto, de acuerdo con las guías del SEIA (2015).

Para las obras permanentes se estableció un buffer de 10 m, el cual permite incorporar áreas de intervención indirecta asociadas a movimientos de tierra, tránsito y maniobras de maquinaria, acopios temporales y compactación del suelo, donde podrían generarse procesos de remoción, pérdida de suelo o erosión localizada. En el caso de los caminos internos, se definió un buffer de 5 m a cada lado del eje, considerando la franja efectiva de intervención lateral asociada a perfilamiento, compactación, taludes y escurrimiento superficial. Para la conexión soterrada, se consideró un buffer de 2 m en torno al eje del

trazado, en atención a que se trata de una intervención lineal, acotada y de carácter localizado, limitada al ancho de zanja y su área inmediata de trabajo. En conjunto, los buffers definidos permiten representar adecuadamente el espacio geográfico donde podrían manifestarse impactos potenciales sobre el componente suelo, asegurando una delimitación del Área de Influencia proporcional a la magnitud de las obras y consistente con los criterios del SEIA, totalizando 113,03 ha.

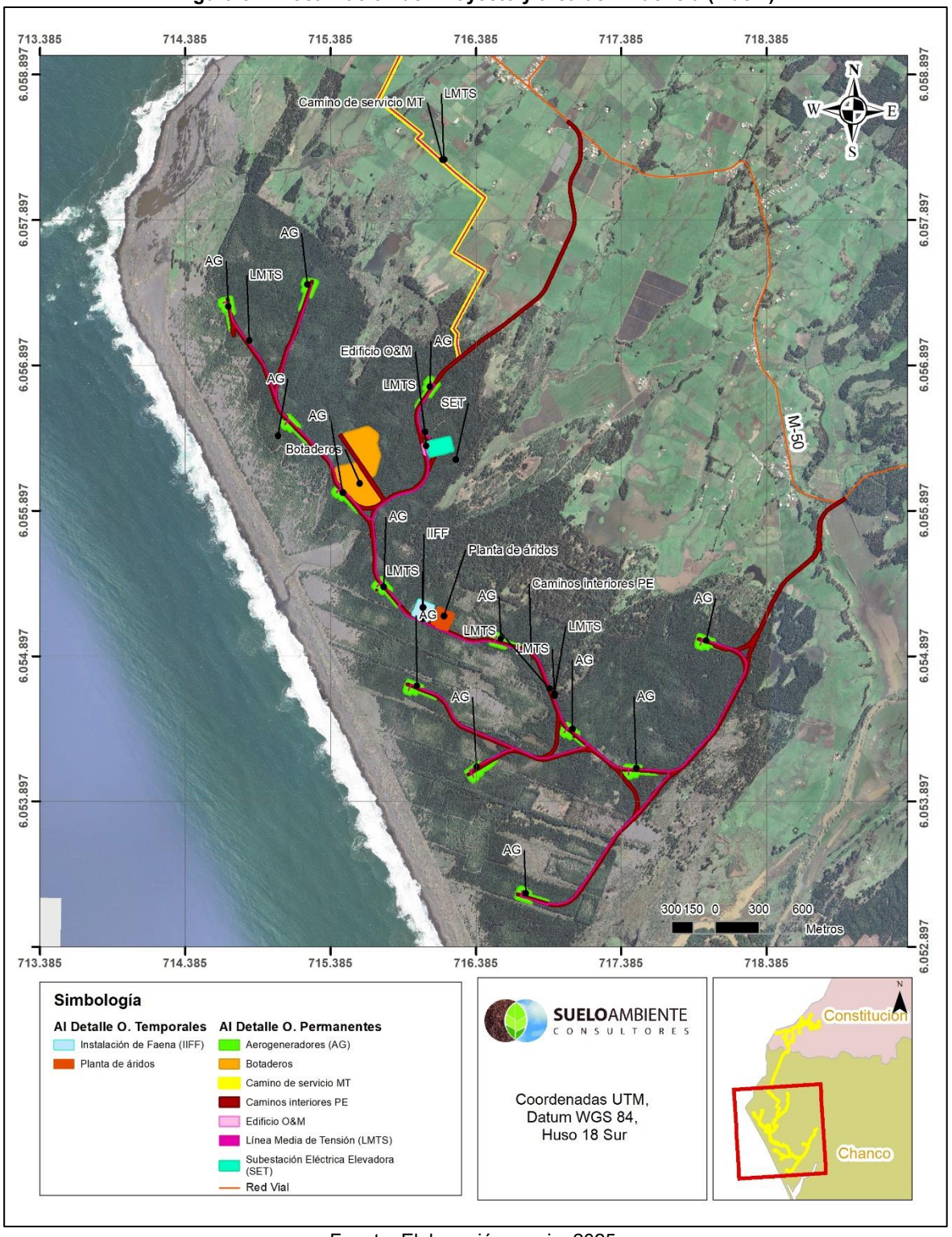
La Figura 3-1 y Figura 3-2, muestra la ubicación general del área de influencia del componente de suelos. Esta información se presenta en el Apéndice 3.5.3 como archivo georreferenciado.

Figura 3-1. Localización del Proyecto y área de influencia (1 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 3-2. Localización del Proyecto y área de influencia (2 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4 METODOLOGÍA

4.1 MARCO REGULATORIO

Para la elaboración del presente documento se utilizaron las siguientes Guías:

- Pauta para Estudio de Suelos, rectificada 2016, elaborada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG, 2011).
- Guía de Evaluación Ambiental: Recurso Natural Suelo D-RRN-EIA-005 (SAG, 2019).
- Guía de Evaluación de Efectos Adversos sobre Recursos Naturales Renovables. Segunda Edición. Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2023).
- Guía Área de Influencia en Ecosistemas Terrestres. Primera Edición. Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2024a).
- Guía Metodológica para la consideración del Cambio Climático en el SEIA. Tercera edición (SEA, 2024b).
- Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres. Segunda Edición. Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2025).

4.2 METODOLOGÍA GENERAL

La metodología considerada para la caracterización del componente suelos, contempla las siguientes etapas.

- Revisión bibliográfica de información edafológica en el área de influencia.
- Determinación del esfuerzo de muestreo y su distribución en el área de influencia de manera previa a la campaña de terreno.
- Caracterización edafológica del suelo, que comprende la caracterización física y morfológica de suelos a través de calicatas y una posterior caracterización física y química de muestras de suelo en laboratorio.
- Definición de las Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) presentes en el área de influencia, y luego, a partir del conjunto de UHS, elaborar el Mapa de Suelos.
- Determinación de la Capacidad del Suelo para Sustentar Biodiversidad al interior del área de influencia.
- Determinación de la susceptibilidad al Cambio Climático de los suelos al interior del área de influencia.

4.2.1 Revisión Bibliográfica

Para elaborar la descripción de suelos, en primera instancia, se realizó una búsqueda de información disponible en gabinete para el área de influencia del Proyecto.

4.2.2 Preparación y Desarrollo de Campaña de Terreno

Para caracterizar química, física y morfológicamente los suelos del área de influencia del Proyecto, se realizó una campaña de terreno los días 4, 5 y 6 de noviembre 2025, donde se describieron edafológicamente 20 puntos de observación (calicatas). La campaña de terreno fue realizada por especialistas de Suelo Ambiente Consultores Spa. La ubicación de las calicatas es presentada en la Tabla 5-3, Figura 5-5 y Figura 5-6.

4.2.2.1 Determinación del Esfuerzo de Muestreo en el Área de Influencia

El área de influencia posee una superficie equivalente a 113,03 ha. donde se ubicaron 20 calicatas, lo que corresponde a 1 calicata cada 5,65 hectáreas.

La Tabla 3 de la Guía SEA (2025), indica que un esfuerzo de muestreo de 1 por cada 5 a 25 ha por cada punto de muestreo, se asocia a un nivel de detalle “Moderadamente Alto” o “Detallado” y una escala cartográfica aproximada de 1:25.000, caracterizado como adecuado para la descripción de suelos por dicha Guía.

4.2.2.2 Determinación de la Distribución Espacial de los Puntos de Observación Previo a la Campaña de Terreno

Para conseguir una distribución espacial representativa de los Puntos de Observación, se sectorizó el área de influencia en base a Unidades Homogéneas Preliminares, definidas en base a características homogéneas de geoforma, topografía, uso actual del suelo, cobertura vegetacional e información bibliográfica disponible, siguiendo las directrices entregadas en la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025).

La geoforma y uso actual del suelo se determinó por medio de fotointerpretación de imágenes satelitales de Google Earth a una escala 1:10.000 a 1:25.000. La vegetación actual (tipo y cobertura) se determinó por medio de fotointerpretación de imágenes satelitales de Google Earth a una escala 1:10.000 a 1:25.000 e información de terreno.

4.2.3 Caracterización Edafológica del Suelo

Para la caracterización edafológica del suelo se consideraron antecedentes de terreno y datos de laboratorio. La caracterización edafológica consiste en la determinación del conjunto de criterios de aproximación, criterios de definición y criterios especiales para cada uno de los puntos de observación. según orientaciones de la Pauta para Estudios de Suelo, elaborada en 2011 por SAG y rectificada el año 2016.

4.2.3.1 Descripción Física y Morfológica de los Suelos

Durante la campaña de terreno, se describieron física y morfológicamente puntos de observación, que corresponden a calicatas excavadas en forma manual y/o cortes de terreno, de 1 metro de ancho medio por 1 metro de profundidad o menos si la dureza del sustrato así lo determina.

El detalle de las descripciones realizadas a cada uno de los puntos de observación se presenta en el Apéndice 3.5.1 Descripción de Puntos de Observación de esta caracterización ambiental. Para las descripciones se utilizó huincha de medir para establecer profundidad de suelo, cámara fotográfica para

registro fotográfico detallado, y posicionador geográfico satelital (GPS) para registrar la ubicación referencial en coordenadas UTM de cada uno de los puntos de observación considerados en el estudio.

A partir de la descripción de perfiles de suelos, se registraron las características de profundidad de los horizontes, color de acuerdo con la tabla Munsell, porcentaje de pedregosidad y diámetro promedio de fragmentos gruesos, en base a los parámetros señalados en la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011). Para la descripción de parámetros edafológicos no contenidos en la Pauta SAG (2011), se consideraron las definiciones contenidas en la publicación Claves para la Taxonomía de Suelos (Soil Survey Staff, 2014) y Field Book for Describing and Sampling Soils (Schoeneberger *et al.*, 2012).

4.2.3.2 Análisis de Parámetros Fisicoquímicos de los Suelos en Laboratorio

Durante la campaña de terreno, desde cada uno de los puntos de observación de suelo se tomó una muestra compuesta de suelo, junto con muestras desde cada estrata identificada. Los resultados en su formato desde laboratorio se presentan en el Apéndice 3.5.2 Resultados de Laboratorio del presente anexo.

Las muestras compuestas se utilizaron para corroborar los criterios especiales (salinidad y sodicidad) junto con el contenido de materia orgánica. Cada muestra compuesta se conformó por aproximadamente 25 submuestras tomadas entre 0 y 25 cm de profundidad, desde dos radios concéntricos de 10 y 20 metros respecto a la ubicación de cada calicata. Las muestras de suelo obtenidas desde cada uno de los horizontes identificados en los puntos de observación fueron analizadas para determinar Clase Textural, Densidad Aparente y Retención de Humedad (Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente y Humedad Aprovechable (%)).

Los datos de retención de humedad (diferencia entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente) y densidad aparente, en conjunto con la profundidad efectiva y pedregosidad registrados en la campaña de terreno, fueron utilizados para calcular el nivel de agua aprovechable, de acuerdo con la fórmula indicada por Sandoval et al (2012), que se detalla a continuación:

$$Agua\ Aprovechable\ (cm.c.a.) = [CC - PMP]/100 * D.\ aparente * Z * [1- P]$$

Donde:

Agua Aprovechable	:	Altura de agua en cm de columna de agua (cm.c.a.).
CC	:	Capacidad de Campo, agua disponible a 0,3 bar (%).
PMP	:	Punto de Marchitez Permanente, agua disponible a 15 bar (%).
D. aparente	:	Densidad aparente (g/cm3).
Z	:	Profundidad de suelo involucrada (cm).
[1-P]	:	Volumen de suelo sin pedregosidad (g/g), sólo si existe pedregosidad.

4.2.4 Determinación de la Capacidad de Uso de Suelo

De acuerdo con lo indicado en la Pauta para Estudio de Suelos, publicada por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG) en el año 2011, rectificada en el año 2016, se describen las diferentes Clases de Capacidad de Uso de Suelos (CCUS), los cuales se muestran a continuación en la Tabla 4-1.

La determinación de cada uno de los criterios indicados en la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011) para cada uno de los puntos de observación se presenta con mayor detalle en Apéndice 3.5.1 Descripción de Puntos de Observación de esta caracterización ambiental.

Tabla 4-1. Clases de capacidad de uso de suelos (SAG,2011)

CCUS	Descripción
I	Tienen pocas limitaciones que restrinjan su uso. Los rendimientos que se obtienen, utilizando prácticas convenientes de cultivo y manejo, son altos en relación con los de la zona. Para ser usados agrícolamente, se necesitan prácticas de manejo simples con el fin de mantener la productividad.
II	Presentan ligeras limitaciones que pueden afectar el desarrollo de los cultivos, por lo que podría requerir algunas prácticas de conservación. Las restricciones más frecuentes son: pendientes hasta 5%, profundidad no inferior a 70 cm o drenaje moderado.
III	Presentan limitaciones al laboreo en el caso de suelos con pendientes cercanas a 8% o en por presentar hasta un 15% de pedregosidad en superficie. También puede presentar limitaciones de arraigamiento para especies con raíces profundas. Los suelos de esta clase requieren prácticas de conservación de suelo.
IV	Terrenos que pueden presentar riesgo de erosión por pendientes, por lo que requiere prácticas de conservación en el laboreo del suelo. Aun cuando pueden presentar otras limitaciones, poseen pendientes de hasta un 15% o bien una profundidad no superior a 40 cm.
V	Suelos inundados con presencia de especies vegetales de características de hidromórficas. Por lo general corresponden a suelos depresionales, sin cota suficiente para evacuar exceso de agua. Presentan generalmente una estrata impermeable. Regularmente presenta una estrata superior con un alto contenido de materia orgánica (sobre 20%).
VI	Corresponden a suelos no aptos para laboreo cuando el parámetro restrictivo es la pendiente. Su uso normal es ganadería y forestal, salvo cuando han sido clasificado en esta categoría por condiciones de salinidad (> a 4 dS/m), situación en la cual su uso está dado por la adaptabilidad de ciertas especies a suelos salinos.
VII	Son suelos con limitaciones muy severas que los hacen inadecuados para los cultivos. Su uso fundamental es pastoreo y para explotación forestal. Las restricciones de suelos son más severas que en la Clase VI.
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.

Fuente: Pauta para evaluación de suelos (SAG, 2011).

4.2.5 Determinación de Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) y Elaboración de Mapa de Suelos

La determinación final de las Unidades Homogéneas de Suelo (UHS) se basa en la correlación de la caracterización edafológica realizada a cada uno de los puntos de observación, con las características de su entorno inmediato (geoforma y uso actual del suelo).

Una UHS corresponde a suelos que presentan la misma Clase de Capacidad de Uso de Suelo, subclase y unidad de uso, además de razonables similitudes edafológicas. El conjunto de UHS conforma el Mapa de

Suelos, que corresponde a la expresión gráfica de la distribución espacial de las distintas Unidades Homogéneas de suelo al interior del área de influencia.

4.2.6 Caracterización de la Capacidad del Suelo para Sustentar Biodiversidad (CSB).

En la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025) se describe la metodología para caracterizar la Capacidad para Sustentar Biodiversidad (CSB) en base a diversos parámetros utilizados para definir la CUS. Primero se definen las limitantes del suelo a partir de la información de cada UHS, y con ello determinar la clase de Capacidad de Sustentar Biodiversidad (CSB) del área de influencia.

La Tabla 4-2 muestra la relación de cada clase de criterio y su respectiva limitante a la CSB de acuerdo con SEA (2025). En color amarillo, aparecen los niveles que representan limitaciones leves a la CSB; en color naranjo se muestran los niveles que representan limitaciones significativas a la CSB y en rojo se muestran las limitaciones muy significativas a la CSB.

Tabla 4-2. Limitantes de suelo para sostener biodiversidad

Criterio	Clases		Limitante para Sostener Biodiversidad
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
Pendiente	Pendiente simple o compleja >60%	Muy escarpado o de montañas	Muy significativa
	Pendiente simple o compleja de 30 a <60%	Escarpado o de cerros. Moderadamente escarpado o de lomajes	Significativa
	Pendiente simple o compleja de 8 a <30%	Ligeramente escarpado a fuertemente ondulado. Fuertemente inclinado o moderadamente ondulado	Leve
	Pendiente simple o compleja de 5 a <1%	Suavemente inclinado u ondulado hasta plano	Ninguna
Pedregosidad superficial	>50% de piedras y >85% de gravas	Muy abundante	Muy significativa
	35 a 50% de piedras y 40 a 85% de gravas	Abundante	Significativa
	15 a <35% de piedras y 20 a <40% de gravas	Moderada	Leve
	0 a <15% de piedras y 0 a <20% de gravas	Ligera o sin pedregosidad	Ninguna
Agua Aprovechable	Menos de 5 cm.c.a.	Muy pobre	Muy significativa
	De 5 a 9,5 cm.c.a.	Pobre	Significativa
	De 9,5 a <12 cm.c.a.	Regular	Leve
	De 12 cm.c.a. a más	Buena o muy buena	Ninguna
Pedregosidad subsuperficial	60% y más	Muy abundante	Muy significativa
	35% a 60%	Abundante	Significativa

Criterio	Clases		Limitante para Sostener Biodiversidad
	15% a 35%	Moderada	Leve
	Sin pedregosidad a <15%	Ligera o sin pedregosidad	Ninguna
Erosión	Pérdida total del horizonte superficial, sustratos rocosos, 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
	Sin erosión a pérdidas del horizonte superficial menores al 25%. Cubierta vegetal mayor al 70%.	Ligera a no aparente	Ninguna
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
Sodicidad	>28%	Muy fuertemente sódico	Muy significativa
	RAS 18 a 28%	Fuertemente sódico	Significativa
	RAS 13 a 18%	Moderadamente sódico	Leve
	RAS <13%	Ligeramente sódico a no sódico	Ninguna
Carácter calcáreo	Fuertemente efervescente con burbujas que forman rápidamente espuma alta. 25% o más	Extremadamente calcáreo	Muy significativa
	Con burbujas que forman espuma baja, de 10 a <25%	Fuertemente calcáreo	Significativa
	Efervescencia audible y visible, de 2 a <10%	Moderadamente calcáreo	Leve
	Efervescencia audible pero no visible, <2%	Lig. calcáreo a no calcáreo	Ninguna

Fuente: SEA (2025).

Una vez definidas las limitantes de capacidad de uso de suelo, y con el uso de la siguiente tabla, se podrá determinar una categoría para la CSB.

Tabla 4-3. Clases de CSB en base a Limitantes Edafológicas

Categoría CSB	Limitantes por cada Categoría
Muy alta	Hasta 3 limitantes leves.
Alta	4 a 7 limitantes leves.

Categoría CSB	Limitantes por cada Categoría
Media	Hasta 3 limitantes significativas. Hasta 9 limitantes leves.
Baja	Entre 3 y 9 limitantes significativas.
Muy baja	Una o más limitantes muy significativas

Fuente: SEA (2025).

4.2.7 Análisis de Cambio Climático sobre los Suelos del Área de Influencia

Para determinar la susceptibilidad al Cambio Climático en el lugar de emplazamiento del Proyecto y sus posibles sinergias negativas, se siguieron los lineamientos indicados en la Guía Metodológica para la consideración del Cambio Climático en el SEIA (SEA, 2024b). En dicho documento se consideran 3 factores que constituyen el "Riesgo Climático"; la "Amenaza Climática", la "Vulnerabilidad" (sumatoria de la sensibilidad y la capacidad adaptativa) y la "Exposición" de los componentes en cada territorio.

Amenaza Climática: Se refiere a la probabilidad o intensidad esperada de condiciones climáticas adversas en cierto territorio, donde, para su cálculo, el Ministerio del Medio Ambiente (en adelante MMA) considera el cambio del clima entre el pasado reciente (1980-2010) y el futuro mediano (2035-2065) bajo un escenario pesimista de emisiones de gases con efecto invernadero (RCP8.5[1]). De acuerdo con lo anterior, se seleccionaron aquellas variables climáticas disponibles en el Explorador de Amenazas de ARClim, que tuvieran relación con el desarrollo y evolución natural del recurso suelo, considerando para esto los factores de formación de suelo (Jenny, 1941), y también, aquellas variables relacionadas con fenómenos naturales referidos a riesgos de erosión de suelo. Estas variables seleccionadas corresponden a temperatura y precipitación mensual, que se pueden asociar dependiendo de la zona, a cambios en la desprotección vegetal y agresividad climática. En tanto, en ciertas zonas, el viento puede ser un elemento que incide en la activación de procesos erosivos.

Para la definición de Amenaza Climática respecto de los procesos de erosión de suelo y su posible relación con el Cambio Climático, se analizó la metodología de SAG (2016) para la determinación de riesgo de erosión del suelo, la que utiliza cuatro factores: Relieve, Índice de Desprotección Vegetal, Erodabilidad y Agresividad Climática. De esos cuatro factores se consideró que en la zona donde se desarrolla el Proyecto, sólo el Índice de Desprotección Vegetal y la Agresividad Climática podrían modificarse considerando el efecto de cambio climático.

Para el Índice de Desprotección Vegetal, se asoció a criterio experto el efecto del cambio en la temperatura y precipitaciones mensuales sobre el crecimiento vegetal en el área de influencia.

Para analizar el cambio en la Agresividad Climática, se determinó la variación del Índice Fournier (IF) o Índice Fournier Modificado (IFM) usando las precipitaciones mensuales, dado que estos dos índices tienen una buena representación de la agresividad de la lluvia y de su impacto sobre el suelo. El IF funciona mejor en la zona norte del país y el IFM en la zona centro y sur, debido a la distribución de lluvias durante el año.

[1] RCP8.5: "Trayectorias de concentración representativas" de acuerdo a sus siglas en inglés.

Tanto el IF como el IFM corresponden a un índice determinado a partir de series de datos de precipitación mensual y precipitación media anual. SAG (2016) indica para su determinación las siguientes fórmula:

$$IF_j = \frac{P\,max_j^2}{Pm} \qquad IFM = \frac{\sum_{i=1}^{12}(P_{ij})^2}{P_m}$$

Donde:

IF_j : Índice Fournier para el año "*j*".

$Pmax_j$: Precipitación del mes más lluvioso del año "*j*" (mm).

P_m : Precipitación media anual (mm).

IFM : Índice Fournier Modificado.

P_{ij} : Precipitación del mes "*i*" del año "*j*" (mm).

Los valores de IF o IFM obtenidos, tanto para el escenario presente, como el escenario futuro se analizaron según la metodología presentada por SAG (2016), de modo de determinar la variación entre los períodos de análisis y los cuatro niveles de agresividad climática, de acuerdo con la Tabla 4-4:

Tabla 4-4. Nivel de agresividad climática según Índice de Fournier o Índice Fournier Modificado

Nivel Agresividad Climática	Descripción
1	Agresividad climática baja: IF/IFM menos de 50
2	Agresividad climática media: IF/IFM de 50 a 150
3	Agresividad climática alta: IF/IFM de 150 a 200
4	Agresividad climática muy alta: IF/IFM mayor de 200

Fuente: Evaluación de Impactos de Riesgos de Activación de Procesos Erosivos (SAG, 2016).

En tanto, el efecto de la temperatura y precipitaciones se puede expresar en cambios en el Índice de Desprotección Vegetal, que es el segundo de los parámetros usados en la estimación del riesgo de erosión actual según SAG (2016). En base a criterio experto se analizó la amenaza del aumento de temperaturas y de la baja de precitaciones esperada como consecuencia del Cambio Climático, sobre el riesgo de activación de procesos erosivos en los suelos del área de influencia del Proyecto.

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.

Exposición: Dice relación con la presencia y dimensión de componentes ambientales potencialmente susceptibles de ser afectados negativamente por sucesos climáticos, de este modo, cuantos más elementos se encuentren en un territorio afectado por amenazas climáticas, mayor es la exposición y, por

lo tanto, el riesgo climático. Es una métrica de cuán masiva o extensa es la componente ambiental que se ve amenazada.

Riesgo Climático: De manera preliminar, según lo establecido en la Guía SEA (2024b), se efectuó la revisión de las cadenas de impactos definidas en los Mapas de Riesgo del Atlas de Riesgos Climáticos para Chile (disponibles en ARClim) para determinar si el presente componente ambiental se relaciona con alguno de estas cadenas de impactos. Y luego de esta revisión, se desarrolló el análisis en base a considerar los 3 factores que constituyen el Riesgo Climático; la Amenaza Climática, la Vulnerabilidad y la Exposición del componente suelo en el área de influencia del Proyecto.

5 RESULTADOS

5.1 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

5.1.1 Antecedentes Generales de los Suelos en la Zona Mediterránea Árida

El área de influencia del Proyecto se encuentra ubicada en la Zona Mediterránea Árida (entre Los Vilos y Los Ángeles), en el área definida como “Suelos de la Cordillera de la Costa” (Luzio, W., 2010). Dentro de esta unidad, el área de influencia se presenta en posición de “Suelos en lomajes y terrazas costeras”, descritas en las regiones de O’Higgins y Maule.

Suelos en lomajes y terrazas costeras. El mismo autor indica que se ha incluido en este grupo a aquellos suelos que se encuentran en posición de terrazas de origen marino o aluvial muy próximas a la costa, así como a suelos de lomajes suaves también en sectores costeros.

A diferencia del grupo de suelos anterior, las pendientes pueden ser de 1 a 3% y de 2 a 5% y solamente en forma excepcional, en las caídas de las terrazas, pueden llegar a 8 a 15% y 15 a 20%.

De acuerdo con la información que se dispone, no es posible establecer una clara diferenciación en cuanto al sustrato o bien al material de origen, pues se han descrito variados sustratos, tales como areniscas, gravas cuarcíferas y sedimentos marinos. A pesar de estas condiciones dispares de origen, se ha optado por dejar a estos suelos en una sola categoría, considerando que la posición que ocupan es más relevante desde el punto de vista de su uso y manejo.

Los colores superficiales varían entre el negro y el pardo rojizo oscuro, mientras que en profundidad varían entre el pardo rojizo oscuro y el pardo grisáceo oscuro. Las clases texturales varían entre franco arenosa y franco arcillo arenosa en los epípedones; desde franco arcillo limosa a arcillo limosa en los horizontes más profundos.

Los suelos son profundos y muy profundos (se han descrito hasta más de 120 cm) sobre los sustratos ya señalados. Presentan una buena condición de arraigamiento, ya que se han descrito raíces finas y medias comunes en los horizontes más profundos. A causa de la posición que ocupan y las pendientes, varias Fases se han descrito con drenaje moderado a imperfecto e incluso algunas como pobremente drenadas. Dadas las condiciones de drenaje imperfecto y pobre, no es de extrañar que se hayan descrito rasgos redoximórficos comunes a abundantes, inmediatamente debajo del horizonte superficial. En algunos suelos se han descrito también gravas cuarcíticas comunes en los perfiles.

Si bien existen diversas Fases en los suelos descritos, la Clase de Capacidad de Uso que mejor representa a este grupo es la Clase IV. A los suelos con mejor aptitud agrícola se les ha asignado Clase III y a aquellos

con las mayores limitaciones la VI, principalmente por sus condiciones de drenaje. La clase taxonómica que mejor representa a estos suelos, por su morfología y grado de desarrollo corresponde al Orden Inceptisol.

5.1.2 Estudio Agrológico Región del Maule, elaborado por CIREN (2012)

El Estudio Agrológico de la Región del Maule (CIREN, 2012), presenta cobertura en la totalidad del área de influencia, que se presenta en la Tabla 5-1.Esta información se presenta en formato georreferenciado en Apéndice 3.5.3 Cartografía Digital del presente anexo.

Tabla 5-1. Clasificación edafológica según CIREN (2015) en el área de influencia del Proyecto.

Nombre Serie de Suelo	Símbolo Cartográfico	Clase De Capacidad de Uso	Subclase de Uso	Superficie Total (Ha)	Proporción (%)
Buchupureo variación 2	BPR-2	III	w	1,65	1,46%
Chanco variación 1	CHA-1	III	e	40,32	35,67%
Chanco variación 2	CHA-2	II	s	5,21	4,61%
Chanco variación 3	CHA-3	IV	e	0,15	0,14%
Chanco variación 4	CHA-4	VI	e	2,17	1,92%
Chanco variación 6	CHA-6	VII	e	0,14	0,12%
Misceláneo Duna variación 1	MD-1	VII	e	61,87	54,74%
Misceláneo Duna variación 2	MD-2	VIII	N.C.	1,15	1,02%
Misceláneo Estero	ME	VIII	N.C.	0,03	0,03%
Miramar Variación 2	MRM-2	IV	w	0,34	0,30%
Total				**113,03**	**100,00%**

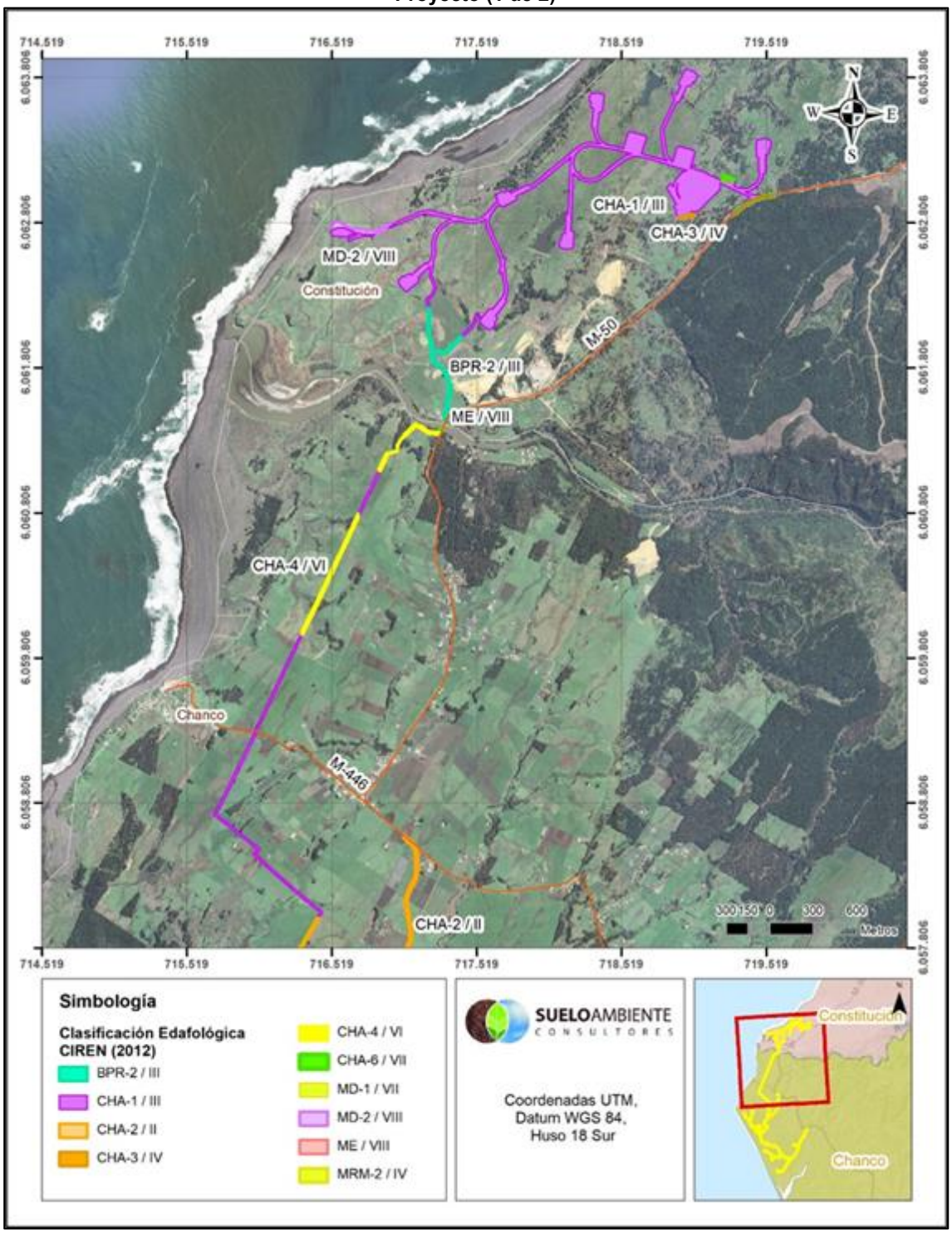
Fuente: Elaboración Propia, con datos CIREN (2012).

El Estudio Agrológico citado presenta la siguiente descripción general para cada una de las variaciones identificadas en el área de influencia:

- **BPR-2**: Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillosa, profunda, plana y de drenaje imperfecto. Ocupa una posición ligeramente más baja que la Serie.
- **CHA-1**: Representa a la Serie y corresponde a suelos de textura superficial franco limosa, profundos, ligeramente ondulados con 2 y 5% de pendiente y bien drenados.
- **CHA-2**: Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, profunda, casi plana con 1 a 3% de pendientes y bien drenada.
- **CHA-3**: Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, moderadamente profunda, suavemente ondulada con 5 a 8% de pendiente y bien drenada.
- **CHA-4**: Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, ligeramente profunda, moderadamente ondulada con 8 a 15% de pendiente, bien drenada y con ligera erosión de manto y laminar.

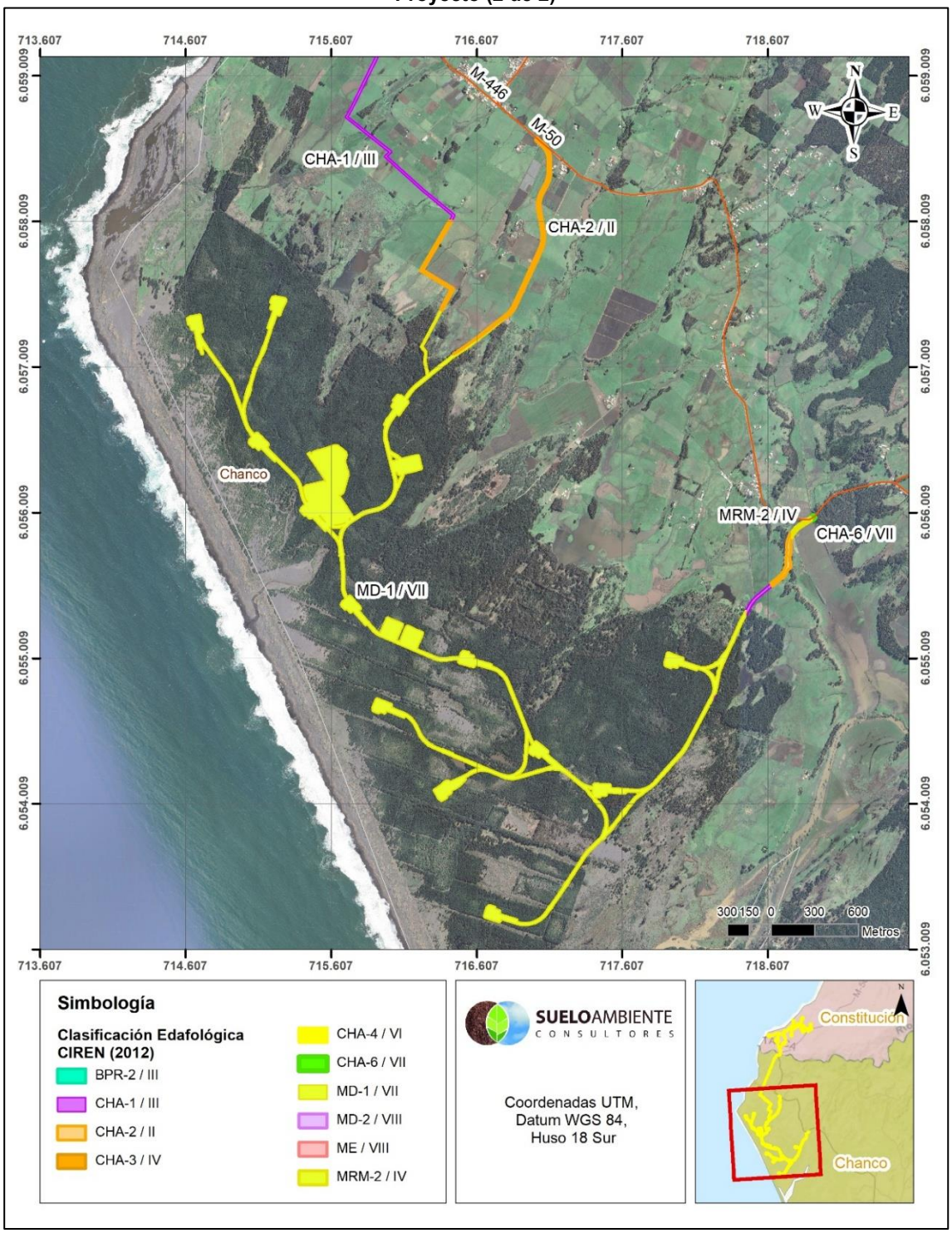
- **CHA-6**: Corresponde a la Fase de textura superficial franco limosa, ligeramente profunda, topografía de lomaje con 20 a 30% de pendiente, con moderada erosión y bien drenada. Se presenta erosión de manto y surcos.
- **MD-1**: Corresponde a terrenos arenosos, de topografía ondulada pero que han sido estabilizados y/o mantiene cubierta herbácea pobre.
- **MD-2**: Corresponde a terrenos litorales, constituidos por arenas sueltas de tipo andesítico-basáltico, sin vegetación y de topografía ondulada.
- **ME**: Corresponde a terrenos existentes en el cauce y bordes de cursos menores de agua, muy delgados, de topografía irregular, de drenaje pobre y sometido a inundaciones ocasionales.
- **MRM-2**: Corresponde a la Fase de textura superficial franco arcillosa, profunda, plana y de drenaje pobre. Presenta nivel freático alto.

Figura 5-1. Clasificación edafológica según Estudio Agrológico de CIREN (2012) en el área de influencia del Proyecto (1 de 2)



Fuente: Elaboración propia con datos CIREN (2012).

Figura 5-2. Clasificación Edafológica según Estudio Agrológico de CIREN (2012)) en el área de influencia del Proyecto (2 de 2)



Fuente: Elaboración propia con datos CIREN (2012).

5.1.3 Caracterización del Riesgo de Erosión Actual según CIREN (2010)

El estudio de Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile Región del Maule (CIREN, 2010) identifica el Riesgo de Erosión Actual en el área de influencia, el que se presenta en las figuras: Figura 5-3 y Figura 5-4 y en la siguiente Tabla.

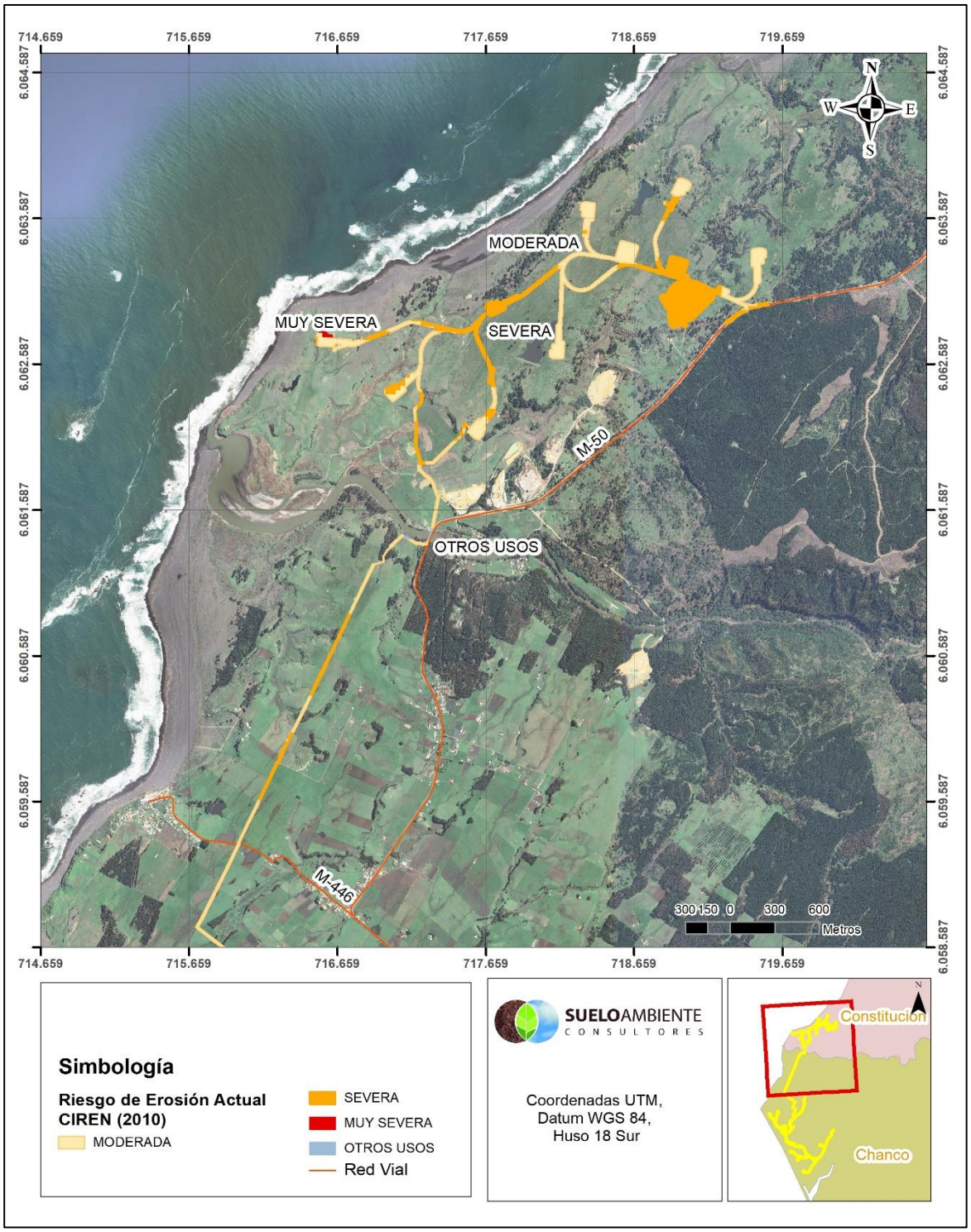
Tabla 5-2. Riesgo de Erosión Actual según CIREN (2010) en el área de influencia del Proyecto

Clase Riesgo Erosión Actual	Superficie Total (Ha)	Proporción (%)
Baja o Nula	34,36	30,40%
Moderada	28,99	25,65%
Severa	49,35	43,66%
Muy Severa	0,19	0,17%
Otros Usos	0,14	0,12%
Total	113,03	100,00%

Fuente: Elaboración Propia, con datos CIREN (2010).

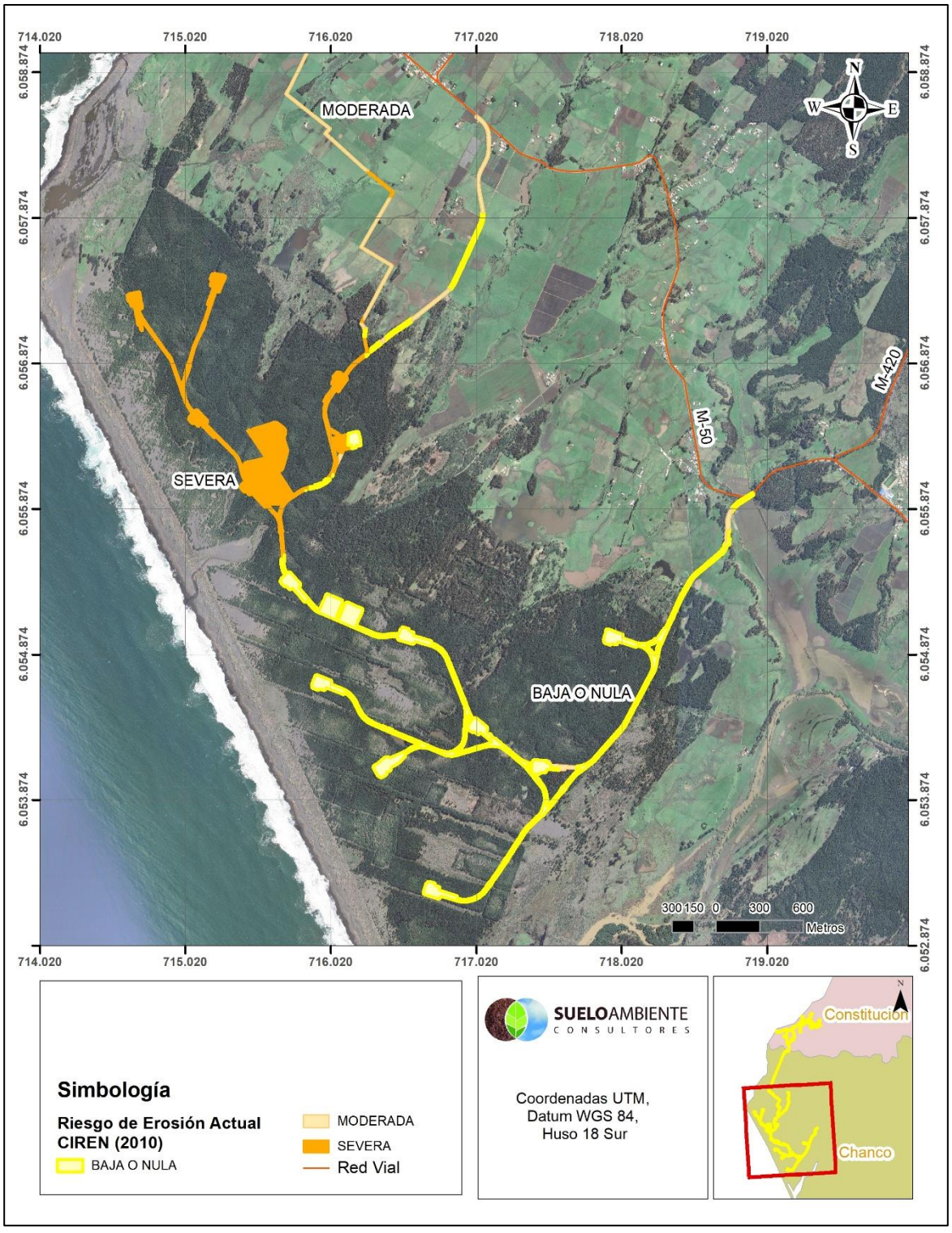
Esta información se presenta en formato georreferenciado en Apéndice 3.5.3 Cartografía Digital de esta caracterización ambiental.

Figura 5-3. Riesgo de Erosión Actual según CIREN (2010) en el área de influencia del Proyecto (1 de 2)



Fuente: Elaboración propia con datos CIREN (2010).

Figura 5-4. Riesgo de Erosión Actual según CIREN (2010) en el área de influencia del Proyecto (2 de 2)



Fuente: Elaboración propia con datos CIREN (2010).

5.1.4 Información climática según AGRIMED

La información climática entregada por AGRIMED (2017) sitúa el área de influencia dentro del distrito 7-8-1: Constitución. Este distrito posee un clima tipo Templado cálido supratermal con régimen de humedad subhúmedo seco.

Su descripción indica que la temperatura varía entre un máximo de enero de 24,4 °C (máx de 26,3 ºC y mín de 20 ºC dentro del distrito) y un mínimo de julio de 6,3 °C (máx de 6,7 ºC y mín de 5,3 ºC dentro del distrito).

Tiene un promedio de 339 días consecutivos libres de heladas. En el año se registra un promedio de 2 heladas.

El período de temperaturas favorables a la actividad vegetativa dura 11 meses. Registra anualmente 1.362 días grado y 303 horas de frío acumuladas hasta el 31 de Julio.

La precipitación media anual es de 920 mm y un período seco de 5 meses, con un déficit hídrico de 726 mm/año. El período húmedo dura 4 meses durante los cuales se produce un excedente hídrico de 375 mm.

5.2 CAMPAÑA DE TERRENO

5.2.1 Intensidad de Muestreo y Distribución Espacial de los Puntos de Observación en el Área de Influencia

En base a lo indicado en la metodología, de manera preliminar a la campaña de terreno, se consideró adecuado describir 20 puntos de observación (calicatas), con un esfuerzo de muestreo de 1 número de observación por cada 5 a 25 ha, lo cual se asocia a un nivel de detalle “Moderadamente alto” o “Detallado” y una escala cartográfica aproximada de 1:25.000, según la Tabla 3 de la Guía SEA (2025).

En el área de influencia se identificaron 3 Unidades Homogéneas Preliminares, UHSP-A Ondulado La Flora, UHSP-B Ondulado Pahuil y UHSP-C Plano, en las cuales se distribuyeron espacialmente los puntos de observación, para reflejar las diferentes condiciones de pendiente y geoforma identificadas.

La ubicación en coordenadas UTM y número de GPS informado a Agrolab para cada análisis de muestras de suelo obtenidas desde cada punto de observación se presenta a continuación en la Tabla 5-3.

Tabla 5-3. Zonificación de puntos de observación del área de influencia del Proyecto

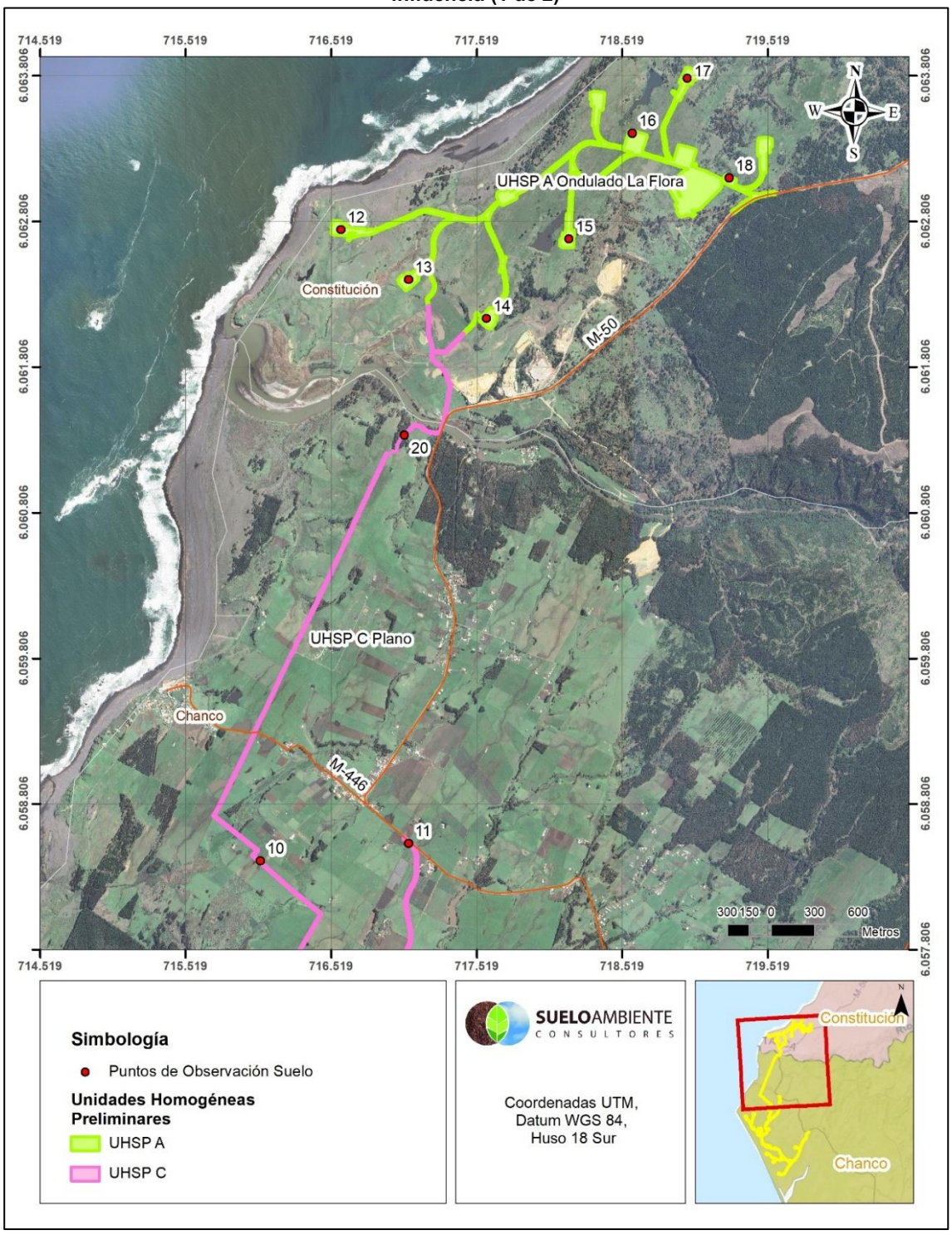
Punto Observación	GPS Referencia	Datum WGS 84, Huso 18 Sur	
		Coordenada Este (m)	Coordenada Sur (m)
1	18	717.105	6.053.293
2	20	717.224	6.054.225
3	21	715.974	6.055.221
4	433	715.926	6.054.697
5	19	718.246	6.054.792
6	434	716.394	6.054.175
7	435	714.642	6.057.320
8	22	716.059	6.056.335
9	436	715.170	6.057.215
10	438	716.029	6.058.414

Punto Observación	GPS Referencia	Datum WGS 84, Huso 18 Sur	
		Coordenada Este (m)	Coordenada Sur (m)
11	23	717.049	6.058.534
12	6	716.584	6.062.749
13	5	717.048	6.062.406
14	432	717.586	6.062.139
15	431	718.152	6.062.685
16	8	718.587	6.063.412
17	7	718.966	6.063.788
18	9	719.251	6.063.104
19	437	715.110	6.056.510
20	10	717.021	6.061.340

Fuente: Elaboración Propia, 2025.

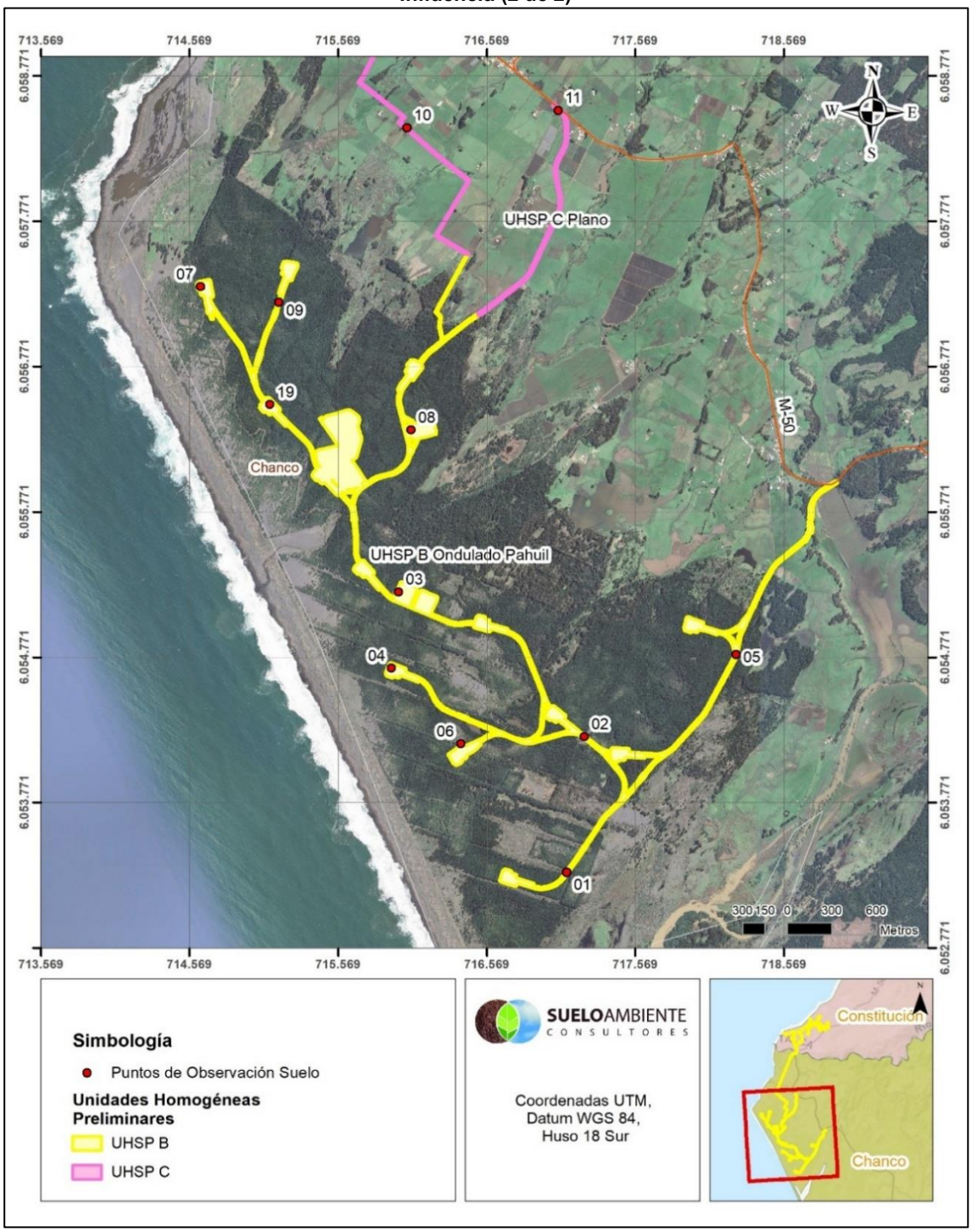
A continuación, en las siguientes figuras se muestra la distribución de las unidades homogéneas preliminares y puntos de observación de suelo, con respecto al área de influencia del Proyecto. La ubicación de los puntos de observación se entrega como archivo georreferenciado en el Apéndice 3.5.3 Cartografía Digital del presente anexo.

Figura 5-5. Distribución de Unidades Homogéneas preliminares y puntos de observación en el área de influencia (1 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 5-6. Distribución de Unidades Homogéneas Preliminares y puntos de observación en el Área de Influencia (2 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.3 CARACTERIZACIÓN EDAFOLOGICA DEL SUELO

5.3.1 Descripción de Unidades Homogéneas de Suelo (UHS)

A continuación, en la Tabla 5-4, se resumen los resultados de la descripción física y morfológica de suelos desarrollada en terreno, junto con los parámetros químicos agrupados para cada una de las Unidades Homogéneas de Suelo identificadas al interior del área de influencia y su relación con la definición previa desarrollada.

El detalle de los criterios de cada uno de los puntos de observación descritos, en base a los parámetros de la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011), se entrega en el Apéndice 3.5.1. Descripción de Puntos de Observación de la presente caracterización ambiental.

Los resultados de clima están determinados en base a la información citada de Agrimed (2017), mientras que los criterios especiales fueron determinados en base a resultados de análisis de laboratorio.

Tabla 5-4. Criterios de aproximación y definición para cada Unidad Homogénea de Suelo en el área de influencia del Proyecto

Unidad Homogénea de Suelo (UHS)	Clase Profundidad	Clase de Pendiente	Clase Pedregosidad Superficial	Clase Drenaje	Clase Textura Superficial	Clase Agua Aprovechable	Clase de Pedregosidad Subsuperficial	Clase de Erosión	Clase Periodo Libre de Heladas	Clase Vientos
UHS-1: Depósito ondulado con agua aprovechable muy pobre	Profundo	Moderadamente ondulada a Fuertemente ondulada	Sin Pedregosidad	Excesivamente drenado	Arenosa a areno Francosa	Muy Pobre	Sin Pedregosidad	No aparente a Ligera	Mas de 150 días continuos.	Ausente
UHS-2: Depósito arenoso con agua aprovechable muy pobre	Profundo	Casi Plano a Suavemente ondulada	Sin Pedregosidad	Excesivamente drenado	Arenosa	Muy Pobre	Sin Pedregosidad	No aparente a Ligera	Mas de 150 días continuos.	Ausente
UHS-3: Terraza marina con Agua aprovechable Pobre	Profundo	Casi Plano	Sin pedregosidad	Bien drenado	Franco arenosa	Pobre	Sin pedregosidad	No aparente	> a 150 días	Ausente
UHS-4: Terraza marina con Agua aprovechable Buena	Profundo	Casi Plano	Sin pedregosidad	Bien drenado	Franco arenosa	Buena	Sin pedregosidad	No aparente	> a 150 días	Ausente
UHS-5: Terraza marina pobremente drenada	Profundo	Casi plano a suavemente ondulada	Sin pedregosidad	Pobremente drenado	Franco arcillosa a Arcillosa	Buena a Muy Buena	Sin pedregosidad	No aparente	> a 150 días	Ausente
UHS-6: Terraza marina con drenaje imperfecto	Profundo	Casi Plano a Ligeramente ondulada	Sin pedregosidad	Drenaje imperfecto	Franco a Franco arcillosa	Buena a Muy Buena	Sin pedregosidad	No aparente a Ligera	> a 150 días	Ausente
UHS-7: Terraza moderadamente ondulada	Profundo	Moderadamente ondulada	Sin pedregosidad	Drenaje imperfecto	Franco arcillo arenosa	Regular	Sin pedregosidad	No aparente	> a 150 días	Ausente

Fuente: Elaboración propia. Clases según Pauta para Estudios de Suelo SAG, 2011.

Tabla 5-5. Criterios especiales para cada Unidad Homogénea de Suelo.

Unidad Homogénea de Suelo (UHS)	Símbolo Cartográfico	Criterios Especiales		
		Clase Inundación	Clase Salinidad	Clase Alcalinidad
UHS-1: Depósito ondulado con agua aprovechable muy pobre	UHS-1	Ninguna	No salino	No calcáreo
UHS-2: Depósito arenoso con agua aprovechable muy pobre	UHS-2	Ninguna	No salino	No calcáreo
UHS-3: Terraza marina con Agua aprovechable Pobre	UHS-3	Ninguna	No salino	No calcáreo
UHS-4: Terraza marina con Agua aprovechable Buena	UHS-4	Ninguna	No salino	No calcáreo
UHS-5: Terraza marina pobremente drenada	UHS-5	Ninguna	No salino	No calcáreo
UHS-6: Terraza marina con drenaje imperfecto	UHS-6	Ninguna	No salino	No calcáreo
UHS-7: Terraza moderadamente ondulada	UHS-7	Ninguna	No salino	No calcáreo

Fuente: Elaboración Propia. Clases según Pauta para Estudios de Suelo SAG, 2011.

5.3.1.1 Niveles de Erosión Actual en los Suelos

A continuación, en la Tabla 5-6 se presenta la evaluación de erosión actual realizada en terreno, según parámetros establecidos en la Pauta para Estudio de Suelos (SAG, 2011), para cada una de las Unidades Homogéneas de suelo (el detalle por puntos de observación es presentado en el Apéndice 3.5.1. Descripción de Puntos de Observación). El parámetro “Erosión Actual” es determinado en terreno, en base a la inspección visual en superficie para constatar la presencia de signos de erosión (canalículos, cárcavas, etc.).

Tabla 5-6. Evaluación en terreno de Erosión Actual para cada UHS

Unidad Homogénea de Suelo	Símbolo Cartográfico	Clase de Erosión	Descripción
UHS-1: Depósito ondulado con agua aprovechable muy pobre	UHS-1	E1 a E2	No aparente a Ligera
UHS-2: Depósito arenoso con agua aprovechable muy pobre	UHS-2	E1 a E2	No aparente a Ligera
UHS-3: Terraza marina con Agua aprovechable Pobre	UHS-3	E1	No aparente
UHS-4: Terraza marina con Agua aprovechable Buena	UHS-4	E1	No aparente
UHS-5: Terraza marina pobremente drenada	UHS-5	E1	No aparente
UHS-6: Terraza marina con drenaje imperfecto	UHS-6	E1 a E2	No aparente a Ligera

Unidad Homogénea de Suelo	Símbolo Cartográfico	Clase de Erosión	Descripción
UHS-7: Terraza moderadamente ondulada	UHS-7	E1	No aparente

Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.3.1.2 Resultados de Análisis de Parámetros Fisicoquímicos de los Suelos en Laboratorio

En la Tabla 5-7, se aprecian los resultados de salinidad y materia orgánica, agrupados a partir de las Unidades Homogéneas de Suelo definidas. El resultado ordenado para cada calicata se presenta tabulado en el Apéndice 3.5.1. Descripción de Puntos de Observación y el resultado detallado de cada muestra se encuentra en el Apéndice 3.5.2. Resultados de Laboratorio.

De los datos de laboratorio, es posible interpretar que todas las UHS descritas presentan una condición de salinidad “No salino” (<2 dS m^{-1}).

Respecto del parámetro Materia orgánica (MO), como indicador de actividad biológica del suelo, es posible establecer que las unidades Homogéneas UHS-1 y UHS-2 registran concentraciones de MO “Baja a alta” con valores que fluctúan entre 1,1 y 7,7%. Las unidades UHS-3, UHS-4 UHS-5 y UHS-6 presentan concentraciones “Altas a muy altas” (3,8 a 16,7%) y por último la UHS-7 concentraciones “Medias” (2,8%).

Por otro lado, se determinaron niveles de agua aprovechable, Tabla 5-8, a partir de los datos de densidad aparente, retención de humedad (ambos obtenidos en laboratorio) y pedregosidad (obtenido en terreno). Las unidades Homogéneas UHS-1, UHS-2, UHS-3 presenta una condición de agua aprovechable “Muy pobre a pobre” (1,1 a 6,6 cm c.a.); la UHS-4, UHS-5 UHS-6 “Buena a Muy buena” (12,1 a 21,0 cm c.a) y por último la UHS-7 se encuentra en el rango “Regular” con 10,1 cm c.a.

Las UHS descritas presentas texturas finas y medias a gruesas “Arcillosas a Franco arcillosas” y “Arenosa y franco arenosas” según resultados presentados en la Tabla 5-9.

Los resultados de los análisis de laboratorio se ajustan a lo esperable en base a los materiales de origen y zona geográfica, siendo comparables a lo indicado en fuentes bibliográficas.

Tabla 5-7. Resultados de laboratorio para salinidad, y materia orgánica para muestreo compuesto por Unidad Homogénea de Suelo

Unidad Homogénea de Suelo	Símbolo Cartográfico	Salinidad CE (*)		Materia Orgánica	
		(dS/m)	Descripción	(%)	Descripción
UHS-1: Depósito ondulado con agua aprovechable muy pobre	UHS-1	0,24 a 0,34	No Salino	1,1 a 3,8	Baja a alta
UHS-2: Depósito arenoso con agua aprovechable muy pobre	UHS-2	0,3 a 0,72	No Salino	1,1 a 7,7	Baja a alta
UHS-3: Terraza marina con Agua aprovechable Pobre	UHS-3	0,4	No Salino	3,8	Altas a muy altas
UHS-4: Terraza marina con Agua aprovechable Buena	UHS-4	1,1	No Salino	16,7	Altas a muy altas
UHS-5: Terraza marina pobremente drenada	UHS-5	0,3 a 1,2	No Salino	6,5 a 7,6	Altas a muy altas

Unidad Homogénea de Suelo	Símbolo Cartográfico	Salinidad CE (*)		Materia Orgánica	
		(dS/m)	Descripción	(%)	Descripción
UHS-6: Terraza marina con drenaje imperfecto	UHS-6	0,38 a 0,83	No Salino	3,8 a 7,7	Altas a muy altas
UHS-7: Terraza moderadamente ondulada	UHS-7	0,42	No Salino	2,8	Medias

(*) Conductividad eléctrica.
Fuente: Elaboración propia, con resultados Laboratorio Agrolab. (Apéndice 3.5.2. Resultados de Laboratorio).

Tabla 5-8. Resultados de laboratorio para Agua Aprovechable por Unidad Homogénea de Suelo

Unidad Homogénea de Suelo	Símbolo Cartográfico	Rango Agua Aprovechable (cm.c.a.)	Clase Agua Aprovechable
UHS-1: Depósito ondulado con agua aprovechable muy pobre	UHS-1	1,1 a 2,6	Muy pobre
UHS-2: Depósito arenoso con agua aprovechable muy pobre	UHS-2	1,4 a 2,9	Muy pobre
UHS-3: Terraza marina con Agua aprovechable Pobre	UHS-3	6,6	Pobre
UHS-4: Terraza marina con Agua aprovechable Buena	UHS-4	12,1	Buena
UHS-5: Terraza marina pobremente drenada	UHS-5	15,2 a 18,9	Buena a Muy Buena
UHS-6: Terraza marina con drenaje imperfecto	UHS-6	14,9 a 21,0	Buena a Muy Buena
UHS-7: Terraza moderadamente ondulada	UHS-7	10,1	Regular

Fuente: Elaboración propia con resultados Laboratorio Agrolab. (Apéndice 3.5.2. Resultados de Laboratorio).

Tabla 5-9. Resultados de laboratorio para Textura por Unidad Homogénea de Suelo

Unidad Homogénea de Suelo	Símbolo Cartográfico	Textura Asociadas
UHS-1: Depósito ondulado con agua aprovechable muy pobre	UHS-1	Arenosa a areno Francosa
UHS-2: Depósito arenoso con agua aprovechable muy pobre	UHS-2	Arenosa
UHS-3: Terraza marina con Agua aprovechable Pobre	UHS-3	Franco arenosa
UHS-4: Terraza marina con Agua aprovechable Buena	UHS-4	Franco arenosa
UHS-5: Terraza marina pobremente drenada	UHS-5	Franco arcillosa a Arcillosa
UHS-6: Terraza marina con drenaje imperfecto	UHS-6	Franco a Franco arcillosa

Unidad Homogénea de Suelo	Símbolo Cartográfico	Textura Asociadas
UHS-7: Terraza moderadamente ondulada	UHS-7	Franco arcillo arenosa

Fuente: Elaboración propia con resultados Laboratorio Agrolab. (Apéndice 3.5.2. Resultados de Laboratorio).

5.3.2 Determinación de Unidades Homogéneas de Suelo y Capacidad de Uso de Suelo (CUS)

En la Tabla 5-10 se detalla el factor limitante considerado para la definición de cada una de las Unidades Homogéneas identificadas al interior del área de influencia con su respectiva Clase de Capacidad de Uso (CUS). En la misma Tabla se indican algunos criterios diferenciadores entre las diferentes unidades cartográficas. La descripción en detalle de cada una de las clasificaciones para cada uno de los puntos de observación descritos se encuentra en el Apéndice 3.5.1. Descripción de Puntos de Observación.

Tabla 5-10. Factor limitante para cada Unidad Homogénea de Suelo en el área de influencia

Unidad Homogénea	Símbolo Cartográfico	Clase de Capacidad de Uso	Factor Limitante
UHS-1: Depósito ondulado con agua aprovechable muy pobre	UHS-1	VIs8	Agua aprovechable muy pobre
UHS-2: Depósito arenoso con agua aprovechable muy pobre	UHS-2	VIs8	Agua aprovechable muy pobre
UHS-3: Terraza marina con Agua aprovechable Pobre	UHS-3	IVs8	Agua aprovechable pobre
UHS-4: Terraza marina con Agua aprovechable Buena	UHS-4	IIs8	Agua aprovechable Buena
UHS-5: Terraza marina pobremente drenada	UHS-5	IVw4	Drenaje pobre
UHS-6: Terraza marina con drenaje imperfecto	UHS-6	IIIw4	Drenaje imperfecto
UHS-7: Terraza moderadamente ondulada	UHS-7	IVs2	Pendiente

Fuente: Elaboración propia 2025.

5.3.3 Unidades Homogéneas de Suelo y Elaboración de Mapa de Suelos

A continuación, en la Tabla 5-11, se presenta la definición de Unidades Homogéneas de Suelo para el área de influencia de suelo, en base a lo descrito para cada punto de observación, información de topografía y fotointerpretación de imágenes satelitales.

Tabla 5-11. Clasificación de Unidades Homogéneas y series de Suelo identificadas al interior del área de influencia del Proyecto

Unidad Homogénea de Suelo	Símbolo Cartográfico	Clase de Capacidad de Uso	Superficie Total (Ha)	Proporción (%)
UHS-1: Depósito ondulado con agua aprovechable muy pobre	UHS-1	VIs8	14,69	13,00%
UHS-2: Depósito arenoso con agua aprovechable muy pobre	UHS-2	VIs8	48,59	42,99%
UHS-3: Terraza marina con Agua aprovechable Pobre	UHS-3	IVs8	6,38	5,65%
UHS-4: Terraza marina con Agua aprovechable Buena	UHS-4	IIs8	3,02	2,67%
UHS-5: Terraza marina pobremente drenada	UHS-5	IVw4	18,18	16,08%
UHS-6: Terraza marina con drenaje imperfecto	UHS-6	IIIw4	18,50	16,37%
UHS-7: Terraza moderadamente ondulada	UHS-7	IVs2	0,54	0,48%
MES: Misceláneo Escarpe	MES	VIs2	0,69	0,61%
CAM: Camino	CAM	NC(*)	2,36	2,09%
CDE: Caja de Estero	CDE	NC(*)	0,07	0,07%
Total superficie			**113,03**	**100,00%**

(*) NC: unidad de suelo no diferenciada, carente de suelo.
Fuente: Elaboración propia, 2025.

En el área de influencia se identificaron 7 Unidades Homogéneas de Suelo (UHS), una unidad miscelánea y dos unidades no diferenciadas (carentes de suelo), definidas en base a la integración de características levantadas por punto de observación en terreno, datos de laboratorio y extrapolaciones en torno a cada punto de observación en base a geoforma, uso actual del suelo y formaciones vegetales.

La Unidad Homogénea de Suelos 1: “Depósito ondulado con agua aprovechable muy pobre” símbolo cartográfico “UHS-1” con CCUS VIs8, representa el 13% del área de influencia. Corresponde a suelos profundos, con pendientes “Moderadamente ondulado a fuertemente ondulado”; “Sin pedregosidad” superficial ni subsuperficial. Suelos “Excesivamente drenados”, con textura superficial areno francosa a arenosa y rasgos de erosión “No aparente a Ligera”. La condición de agua aprovechable se presenta como “Muy pobre”. Los parámetros químicos indican un contenido de materia orgánica “Bajo a Alto “y “No salinos”, “y “No calcáreos”. El factor crítico que limita su capacidad de uso es el agua aprovechable “Muy Pobre”.

La Unidad Homogénea de Suelos 2: “Depósito arenoso con agua aprovechable muy pobre”, símbolo cartográfico “UHS-2”, con CCUS VIs8, representa el 42,99 % del área de influencia. Corresponde a suelos profundos, con pendientes “Casi plano a suavemente ondulada”, sin pedregosidad superficial ni subsuperficial. Presentan condición de “Excesivamente drenado”, con textura superficial arenosa y rasgos de erosión “No aparente a Ligera”. La condición de agua aprovechable es “Muy pobre”. Los parámetros

químicos indican contenidos de materia orgánica “Bajo a Alto”, suelos “No salinos” y “No calcáreos”. El factor crítico que limita su capacidad de uso corresponde a agua aprovechable “Muy Pobre”.

La Unidad Homogénea de Suelos 3: “Terraza marina con agua aprovechable pobre”, símbolo cartográfico “UHS-3”, con CCUS IVs8, representa el 5,65 % del Área de Influencia. Corresponde a suelos profundos, desarrollados sobre pendientes “Casi plano”, sin pedregosidad superficial ni subsuperficial. Presentan condición de “Bien drenado”, con textura superficial franco arenosa y rasgos de erosión “No aparente”. La condición de agua aprovechable se clasifica como “Pobre”. Desde el punto de vista químico, corresponden a suelos “No salinos” y “No calcáreos”, con contenidos de materia orgánica “Alto”. El principal factor limitante para su capacidad de uso es agua aprovechable “Pobre”.

La Unidad Homogénea de Suelos 4: “Terraza marina con agua aprovechable buena”, símbolo cartográfico “UHS-4”, con CCUS IIs8, representa el 2,67 % del área de influencia. Corresponde a suelos profundos, con pendientes “Casi plano”, sin pedregosidad superficial ni subsuperficial. Presentan condición de “Bien drenado”, textura superficial franco arenosa y rasgos de erosión “No aparente”. La condición de agua aprovechable es “Buena”. Los parámetros químicos indican suelos “No salinos” y “No calcáreos”, con contenidos de materia orgánica “Muy Alto”. El principal factor limitante para su capacidad de uso es agua aprovechable “Buena”.

La Unidad Homogénea de Suelos 5: “Terraza marina pobremente drenada”, símbolo cartográfico “UHS-5”, con CCUS IVw4, representa el 16,08 % del área de influencia. Corresponde a suelos profundos, con pendientes “Casi plano a suavemente ondulada”, sin pedregosidad superficial ni subsuperficial. Presentan condición de “Pobremente drenado”, con textura superficial franco arcillosa a arcillosa y rasgos de erosión “No aparente”. La condición de agua aprovechable es “Buena a Muy Buena”. Desde el punto de vista químico, corresponden a suelos “No salinos” y “No calcáreos”, con contenidos de materia orgánica “Alto”. El factor crítico que limita su capacidad de uso es el drenaje pobre.

La Unidad Homogénea de Suelos 6: “Terraza marina con drenaje imperfecto”, símbolo cartográfico “UHS-6”, con CCUS IIIw4, representa el 16,37 % del área de influencia. Corresponde a suelos profundos, desarrollados sobre pendientes “Casi plano a ligeramente ondulada”, sin pedregosidad superficial ni subsuperficial. Presentan condición de “Drenaje imperfecto”, con textura superficial franco a franco arcillosa y rasgos de erosión “No aparente a Ligera”. La condición de agua aprovechable se clasifica como “Buena a Muy Buena”. Los parámetros químicos indican suelos “No salinos” y “No calcáreos”, con contenidos de materia orgánica “Alto”. El principal factor limitante corresponde al drenaje imperfecto.

La Unidad Homogénea de Suelos 7: “Terraza moderadamente ondulada”, símbolo cartográfico “UHS-7”, con CCUS IVs2, representa el 0,48 % del área de influencia. Corresponde a suelos profundos, con pendientes “Moderadamente ondulada”, sin pedregosidad superficial ni subsuperficial. Presentan condición de “Drenaje imperfecto”, con textura superficial franco arcillo arenosa y rasgos de erosión “No aparente”. La condición de agua aprovechable es “Regular”. Desde el punto de vista químico, corresponden a suelos “No salinos” y “No calcáreos”, con contenidos de materia orgánica “Medio”. El factor crítico que limita su capacidad de uso es la pendiente.

La Unidad Misceláneo Escarpe, unidad ad-hoc para este informe, símbolo cartográfico “MES” con CCUS VIs2, representa el 0,61 % del área de influencia; representa áreas con pendientes predominantemente mayores a 15%, ubicada en una zona de quiebre abrupto de pendiente, las que fueron determinadas en base a levantamiento topográfico con curvas de nivel cada 1 metro del Proyecto.

Finalmente, existen dos Unidades que no corresponden a suelos, denominadas “Caja de Estero” “CDE”, y “Caminos” “CAM” ambas con CCUS N.C. (No Corresponde) la cual representan el 2,09 % del área de influencia. Corresponde a sectores con curso de agua (Esteros) y áreas ocupadas por caminos.

A continuación, se presenta la Capacidad de Uso identificada al interior del área de influencia del Proyecto

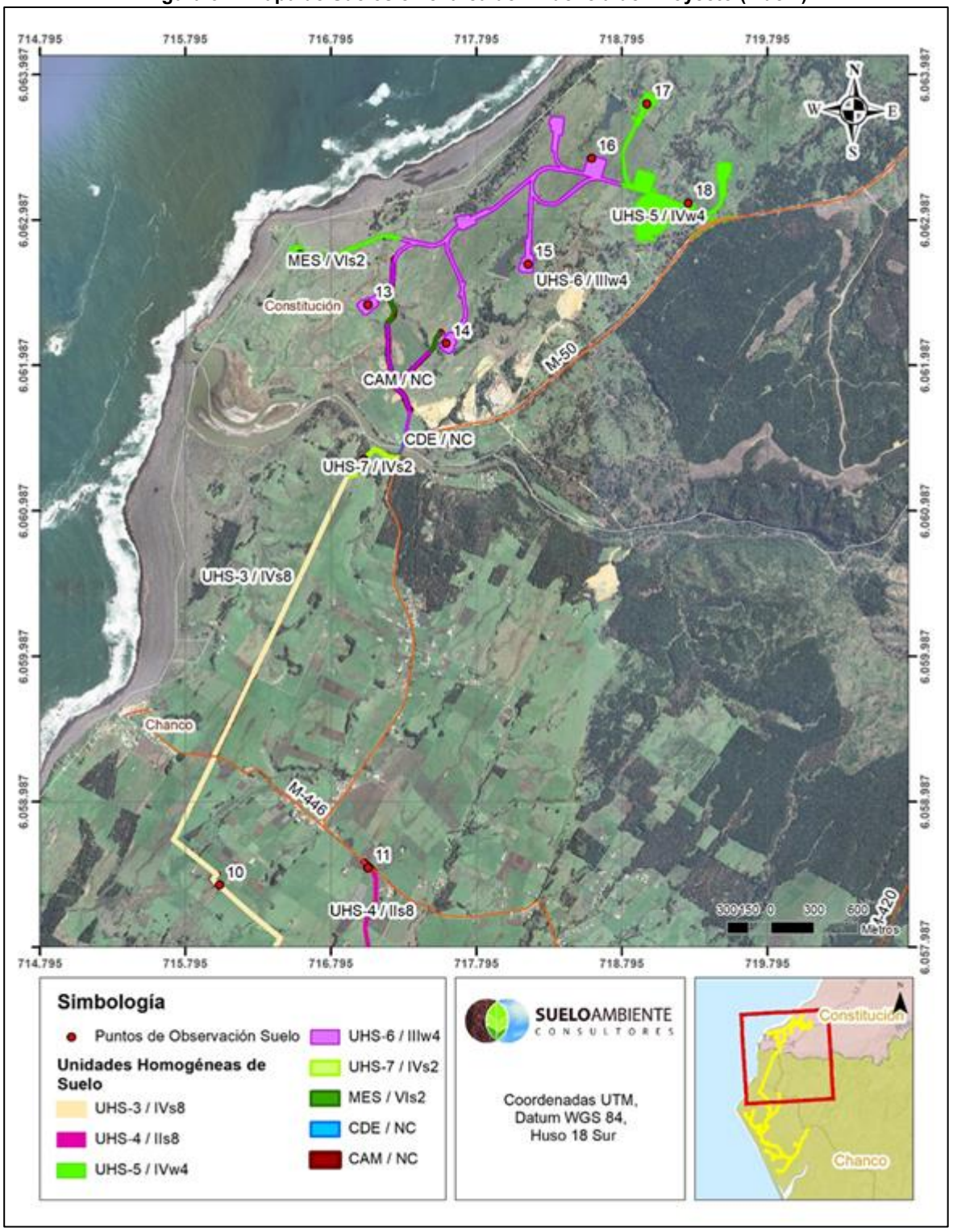
Tabla 5-12. Clases de Capacidad de Uso identificadas al interior del área de influencia del Proyecto.

Clase de Capacidad de Uso	Superficie (ha)	Proporción (%)
II	3,02	2,67%
III	18,50	16,37%
IV	25,10	22,21%
VI	63,97	56,60%
NC	2,43	2,15%
Total	**113,03**	**100,00%**

Fuente: Elaboración propia, 2026.

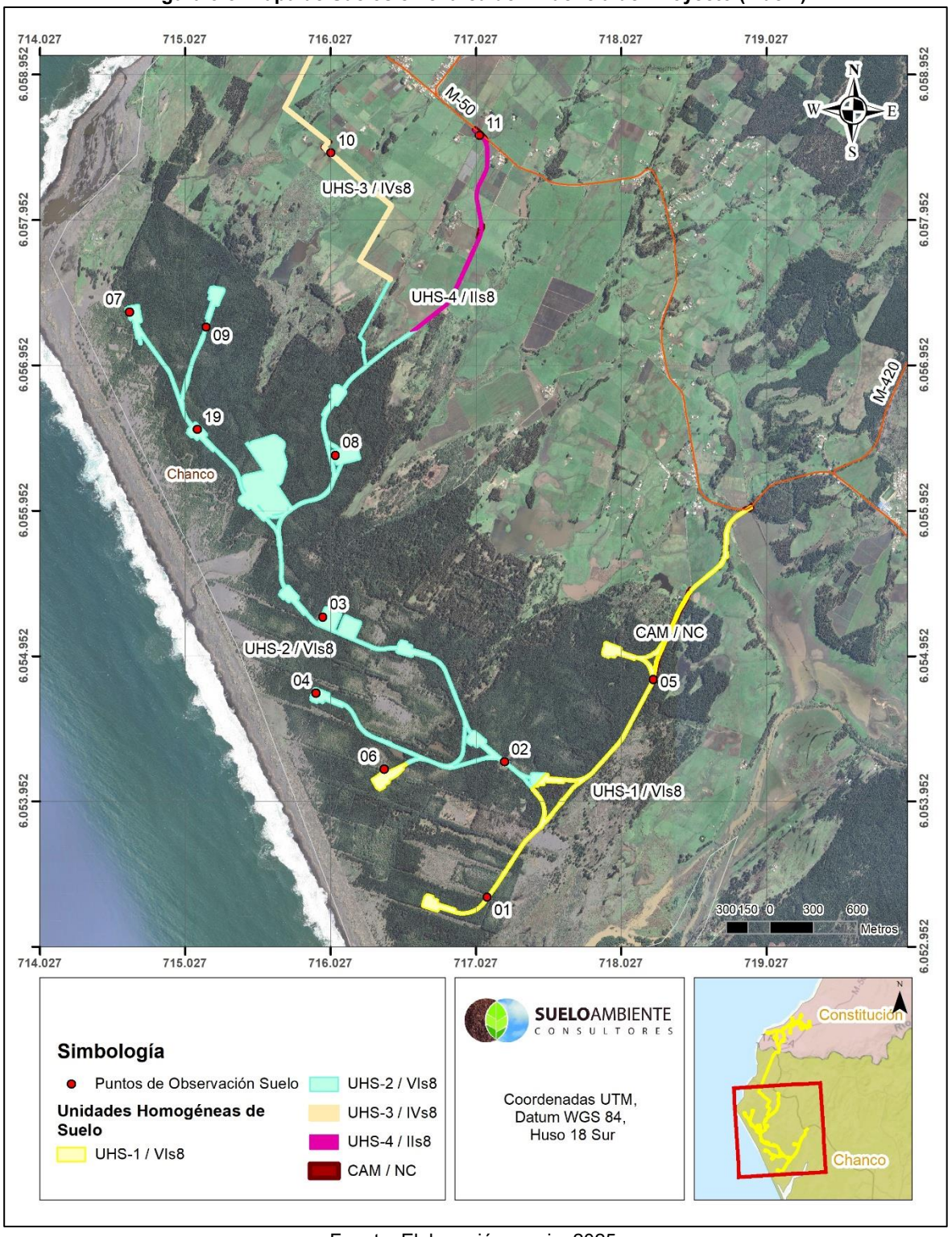
A continuación, la Figura 5-7 y Figura 5-8 muestra la distribución de las Unidades Homogéneas de suelo identificadas al interior del área de influencia (Mapa de Suelos). Esta información es entregada en el Apéndice 3.5.3 como archivo georreferenciado.

Figura 5-7. Mapa de Suelos en el área de influencia del Proyecto (1 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 5-8. Mapa de Suelos en el área de influencia del Proyecto (2 de 2)



Fuente: Elaboración propia, 2025.

5.3.4 Determinación de Capacidad para Sustentar Biodiversidad (CSB)

La Tabla 5-13 muestra, para cada Unidad Homogénea de Suelo, la relación entre la clasificación de criterios de aproximación, definición y especiales de la Pauta para Estudios de Suelo (SAG, 2011), y la capacidad del suelo para sustentar biodiversidad (CSB), de acuerdo con lo indicado en la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2024).

Al analizar la relación existente entre cada uno de los criterios se aproximación, definición y especiales de las UHS-1 y UHS-2 que representan el 55,99% del área de influencia, es posible indicar que posee una "Muy baja" CSB, debido a la limitante muy significativa (agua aprovechable muy pobre) que influye negativamente en el sustento de la biodiversidad.

La UHS-3 y UHS-7 y el Misceláneo Escarpe (MES), poseen "Media" CSB, característica influenciada por limitantes leves a significativas: agua aprovechable pobre en el caso de la UHS-3 y pendiente moderadamente ondulada a fuertemente ondulada para la UHS-7 y MES.

Por último, la UHS-4, UHS-5 y UHS-6 las cuales representan un 35,12% del área de influencia, no presentan limitantes que limiten su CSB, categorizándose en "Muy Alta".

La unidad Caja de estero (CDE) y caminos (CAM) sin capacidad de uso de suelo (NC), corresponde a unidades que no constituyen suelos, por lo cual, no es posible otorgar una calificación respecto a su capacidad de sustentar biodiversidad.

Tabla 5-13. Parámetros para definir la Capacidad de Sustentar Biodiversidad para cada Unidad Homogénea.

Unidad Homogénea	Criterios de Aproximación			Criterios de Definición			Criterios Especiales		Categoría CSB
	Profundidad	Pendiente	Pedregosidad Superficial	Agua Aprovechable	Pedregosidad Subsuperficial	Clase Erosión	Salinidad	Alcalinidad	
UHS-1: Depósito ondulado con agua aprovechable muy pobre	Profundo	Moderadamente ondulada a Fuertemente ondulada	Sin Pedregosidad	Muy Pobre	Sin Pedregosidad	No aparente a Ligera	No salino	No calcáreo	Muy Baja
UHS-2: Depósito arenoso con agua aprovechable muy pobre	Profundo	Casi Plano a Suavemente ondulada	Sin Pedregosidad	Muy Pobre	Sin Pedregosidad	No aparente a Ligera	No salino	No calcáreo	Muy Baja
UHS-3: Terraza marina con Agua aprovechable Pobre	Profundo	Casi Plano	Sin pedregosidad	Pobre	Sin pedregosidad	No aparente	No salino	No calcáreo	Media
UHS-4: Terraza marina con Agua aprovechable Buena	Profundo	Casi Plano	Sin pedregosidad	Buena	Sin pedregosidad	No aparente	No salino	No calcáreo	Muy Alta
UHS-5: Terraza marina pobremente drenada	Profundo	Casi plano a suavemente ondulada	Sin pedregosidad	Buena a Muy Buena	Sin pedregosidad	No aparente	No salino	No calcáreo	Muy Alta
UHS-6: Terraza marina con drenaje imperfecto	Profundo	Casi Plano a Ligeramente ondulada	Sin pedregosidad	Buena a Muy Buena	Sin pedregosidad	No aparente a Ligera	No salino	No calcáreo	Muy Alta
UHS-7: Terraza moderadamente ondulada	Profundo	Moderadamente ondulada	Sin pedregosidad	Regular	Sin pedregosidad	No aparente	No salino	No calcáreo	Media
MES: Misceláneo Escarpe		Fuertemente ondulado	ND(*)						Media
CAM: Camino	N.C(**)								
CDE: Caja de Estero	N.C								

Clases según Pauta para Estudios de Suelo (SAG, 2011). Se presentan solo los criterios que presentan limitantes para la CSB en la UHS. Resaltado Color Rojo significa Limitante Muy Significativa; Color Naranja: Limitante Significativa; Color Amarillo: Limitante Leve; Sin Color; No Limitante.
(*) ND: No disponible, (**) NC: No corresponde.
Fuente: Elaboración Propia, 2025.

5.3.5 Análisis de Cambio Climático sobre los Suelos del Área de Influencia

De acuerdo con la Guía Metodológica para la consideración del cambio climático en el SEIA (SEA, 2024b), se revisaron el Atlas de Riesgos Climáticos para Chile (ARCLIM[2]) y los mapas modelados para el conjunto de cadenas de impactos definidos en dicha plataforma, y poder determinar los potenciales efectos adversos del cambio climático sobre el recurso natural suelo. De dicha revisión no se identificó relación entre las cadenas de riesgos de los sectores señalados en ARClim[2] (SEA, 2024b) con el componente suelo.

Dada esta falta de representación del suelo en las cadenas de riesgo existentes, es que se desarrolló un análisis identificando las Amenazas entre las variables climáticas disponibles en el Explorador de Amenazas del ARClim, de modo de seleccionar aquellos parámetros que tuvieran relación con el recurso suelo. En tanto, el análisis de exposición y vulnerabilidad se desarrolló con base en los resultados de la presente línea de base de suelo y antecedentes de la zona geográfica donde se desarrolla el Proyecto.

5.3.5.1 Análisis de Amenazas en ARClim

Respecto del componente suelo, es importante señalar que la evolución natural de los suelos responde a un conjunto de procesos simultáneos y secuenciales de gran complejidad, que reflejan las condiciones del medio en los que se originan y desarrollan. De este modo, el medio ambiente imprime su sello en la formación del suelo a través de la influencia climática sobre un determinado material parental que se encuentra en una condición topográfica definida. Por su parte, el conjunto de factores y procesos de formación de suelos son influenciados por el tiempo dando origen a los suelos identificados y caracterizados en el área de influencia del componente. En este sentido, Jenny (1941) afirma que el desarrollo de un suelo es el producto de cómo se ha conjugado un determinado clima, una litología o material de origen, unos organismos y un relieve específico, todo en un tiempo determinado. De acuerdo con lo anterior, se considera que la temperatura y la precipitación son las variables climáticas relevantes para analizar.

Por su parte, respecto de las variables climáticas que influyen en los procesos de erosión en la zona donde se emplaza el Proyecto, se puede establecer que las precipitaciones son factores relevantes en la activación de este tipo de procesos.

Para caracterizar las Amenazas en el análisis de cambio climático, desde la plataforma de ARClim se descargaron las bases de datos de precipitaciones mensuales y la temperatura ya que son consideradas factores en la evolución del recurso suelo. A continuación, en la Tabla 5-14, se presentan los valores de temperatura media anual y precipitación acumulada anual, analizados para las comunas de Chanco y Constitución en las que se encuentra emplazada el área de influencia, bajo el escenario “Presente” (1980 al 2010) y “Futuro” (2035 al 2065) bajo un escenario pesimista de emisiones de gases con efecto invernadero (RCP8.5[3]).

[2] Atlas de Riesgos Climáticos para Chile, Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile, revisado en www. https://arclim.mma.gob.cl/.
[3] RCP8.5: “Trayectorias de concentración representativas” por su sigla en inglés, escenario más pesimista para cambio climático.

Tabla 5-14. Temperatura, precipitación y viento bajo escenarios "Presente" y "Futuro" según ARClim comunas de Chanco y Constitución

Comuna	Índice	Periodo	Valor
Chanco	Temperatura media anual (°C)	Presente	13,17
		Futuro	14,26
		Cambio (Futuro – Presente)	1,09
	Precipitación acumulada anual (mm)	Presente	990,13
		Futuro	807,73
		Cambio (Futuro – Presente)	-182,40
	Viento medio diario (m/s)	Presente	2,66
		Futuro	2,66
		Cambio (Futuro – Presente)	0,00
Constitución	Temperatura media anual (°C)	Presente	13,30
		Futuro	14,50
		Cambio (Futuro – Presente)	1,20
	Precipitación acumulada anual (mm)	Presente	923,60
		Futuro	753,26
		Cambio (Futuro – Presente)	-170,34
	Viento medio diario (m/s)	Presente	2,82
		Futuro	2,82
		Cambio (Futuro – Presente)	0,00

Fuente: Elaboración propia, en base a datos climáticos anuales por comuna (ARCLIM).

Como se observa en la comuna de Chanco, el incremento de temperatura media anual es de 1,09°C y en las precipitaciones acumuladas anuales, se predice una disminución de 182,40 mm, lo que corresponde a una baja de -18,42% dentro de los próximos 12 a 42 años. Los cambios en el viento son nulos (-0,00 m/s).

Para la comuna de Constitución el incremento de temperatura media anual es de 1,20°C y en las precipitaciones acumuladas anuales, se predice una disminución de 170,34 mm, lo que corresponde a una baja de -18,44% dentro de los próximos 12 a 42 años. Los cambios en el viento son también nulos (-0,00 m/s).

Como se indicó previamente, el suelo sufre modificaciones con el tiempo, no obstante, ciertas propiedades alcanzan su equilibrio a distintas escalas de tiempo. Por ejemplo, se espera una modificación de la materia orgánica, en períodos de cientos de años, mientras que otras características (por ejemplo, modificación de arcillas de suelo), requieren de decenas de miles de años, para alcanzar su estado estable.

En este sentido, de acuerdo con las variaciones climáticas simuladas en la plataforma ARClim, caracterizadas por un aumento en las temperaturas y una disminución en las precipitaciones en las comunas de emplazamiento del Proyecto, no se espera una influencia observable sobre las características de los suelos identificados y caracterizados del área de influencia.

La Tabla 5-15 muestra los registros históricos ("Presente") de precipitación mensual acumulada para las comunas de emplazamiento del Proyecto, junto con los datos proyectados por ARClim bajo escenarios de cambio climático identificados como “Futuro”.

Tabla 5-15. Precipitación mensual bajo escenarios “Presente” y “Futuro” según ARClim, Índice de Fournier Modificado y Agresividad Climática.

Mes	Chanco Precipitación Mensual		Constitución Precipitación Mensual	
	Registro Histórico (mm)	Proyección Futuro (mm)	Registro Histórico (mm)	Proyección Futuro (mm)
Enero	6,83	4,57	4,98	3,56
Febrero	12,04	9,46	8,22	6,81
Marzo	17,60	14,63	15,07	12,36
Abril	55,23	44,50	48,67	38,38
Mayo	172,04	135,68	166,22	131,22
Junio	212,75	174,78	203,95	168,27
Julio	198,50	168,76	189,52	161,25
Agosto	151,25	134,58	139,03	122,67
Septiembre	82,12	62,96	76,64	59,09
Octubre	46,19	33,28	41,46	29,30
Noviembre	22,28	15,67	18,59	13,00
Diciembre	13,32	8,86	11,24	7,35
Total Anual (mm)	990,13	807,73	923,60	753,26
Índice Fournier Modificado	151,74	127,83	146,41	123,25
Agresividad Climática (Castro, 2016)	Alta	Media	Media	Media

Fuente: Elaboración propia, en base a datos climáticos anuales por comuna (ARCLIM).

Se realizó el cálculo de Índice Fournier Modificado (IFM) a partir de dichos registros, para los escenarios “Presente” y “Futuro”, verificando que el nivel de agresividad climática, en base a SAG (2016), disminuyendo de Alta a Media en el caso de la comuna de Chanco y se mantiene inalterada para Constitución (Agresividad climática Media) para los escenarios analizados.

La metodología de SAG (2016) para determinación de riesgo de erosión del suelo, utiliza cuatro factores: Relieve, Índice de Desprotección Vegetal, Erodabilidad y Agresividad Climática. De esos cuatro factores se consideró que en la zona donde se desarrolla el Proyecto, sólo el Índice de Desprotección Vegetal podría modificarse, pero dada la condición agrícola que presenta el área, se contempla que no cambia la cobertura vegetal del suelo por este efecto de reducciones en las precipitaciones anuales.

En base a lo descrito para las variables climáticas analizadas, específicamente agresividad climática y velocidad del viento, se puede concluir que la Amenaza climática asociada al área de influencia del Proyecto es “Baja”.

5.3.5.2 Análisis de Exposición

El área de influencia del componente suelo (AI Suelo) abarca una superficie total de 113,03 hectáreas, inserta dentro de una superficie comunal conjunta correspondiente a las comunas de Chanco y Constitución, la cual alcanza 186.185,56 hectáreas. En este contexto, el AI Suelo representa aproximadamente 0,06% de la superficie comunal total considerada.

De la caracterización del componente suelo en el área de influencia no se identificaron singularidades, suelos de valor ambiental especial. En consecuencia, atendiendo a la baja proporción espacial del área de influencia respecto del territorio comunal, se concluye que la exposición de los suelos del área de influencia al Cambio Climático, a escala comunal y regional, es “Baja”, de acuerdo con los criterios establecidos en la Guía SEA 2025 para el análisis de exposición.

5.3.5.3 Análisis de Vulnerabilidad

De acuerdo con el concepto de vulnerabilidad del SEA (2025), el análisis de las Unidades Homogéneas de Suelo del área de influencia, considerando su Capacidad de Sustento de la Biodiversidad (CSB), indica que los suelos presentan en términos generales una vulnerabilidad “Baja” frente al Cambio Climático. Las UHS-1 y UHS-2, presentan una CSB “Muy baja”, determinada por la limitante de agua aprovechable muy pobre. Esta condición responde a características intrínsecas del suelo, por lo que las variaciones proyectadas en temperatura o precipitación no implican un incremento relevante en su sensibilidad, al tratarse de sistemas edáficos ya adaptados a condiciones de estrés hídrico. En este sentido, la limitada capacidad de sustentar biodiversidad reduce también la exposición efectiva del componente suelo a impactos climáticos adicionales.

Las UHS-3, UHS-7 y el Misceláneo Escarpe (MES) presentan una CSB “Media”, influida por limitantes edáficas y topográficas, mientras que las UHS-4, UHS-5 y UHS-6 presentan una CSB “Muy alta” al no evidenciar restricciones relevantes. Si bien estas últimas podrían presentar mayor sensibilidad potencial, su mayor funcionalidad edáfica les otorga una mayor capacidad de adaptación. En consecuencia, es posible indicar que la vulnerabilidad del componente suelo del área de influencia frente al Cambio Climático es “Baja”.

5.3.5.4 Análisis de Riesgo Climático

En base al análisis desarrollado considerando las Amenazas climáticas de temperatura y precipitaciones mensuales en el escenario de mayor pesimismo disponibles en la plataforma ARClim, que indican una Amenaza “Baja”; la Exposición considerada como “Baja” en base a la superficie involucrada; una Vulnerabilidad “Baja” en base a sus características de CSB predominantes. En base a esta combinación de Amenaza Climática, Exposición y Vulnerabilidad, es que se considera que el Riesgo Climático asociado a la implementación del Proyecto es “Bajo”, y es posible afirmar que, en el escenario futuro de Cambio Climático, el aumento en el riesgo de erosión del suelo es bajo.

6 CONCLUSIONES

La clasificación edafológica para el área de influencia del Proyecto, que tiene un área de 113,03 hectáreas, fue elaborada en base a 20 puntos de observación (calicatas), descritas en una campaña de terreno, información de análisis de laboratorio, fotointerpretación e información bibliográfica.

Las Capacidades de Uso identificadas al interior del área de influencia, corresponde en un 2,67% a clase II, 16,37% clase III, 22,21% clase IV, 56,60% clase VI y un 2,15% sin capacidad de uso. Se

identificaron 7 unidades homogéneas de suelo, una miscelánea y dos unidades no diferenciadas de suelo:

La Unidad Homogénea de Suelos 1: “Depósito ondulado con agua aprovechable muy pobre” símbolo cartográfico “UHS-1” con CCUS VIs8, representa el 13% del área de influencia, siendo el agua aprovechable muy pobre, el factor que más limita su capacidad de uso.

La Unidad Homogénea de Suelos 2: “Depósito arenoso con agua aprovechable muy pobre”, símbolo cartográfico “UHS-2”, con CCUS VIs8, representa el 42,99% del área de influencia, siendo el agua aprovechable muy pobre, el factor que más limita su capacidad de uso.

La Unidad Homogénea de Suelos 3: “Terraza marina con agua aprovechable pobre”, símbolo cartográfico “UHS-3”, con CCUS IVs8, representa el 5,65 % del área de influencia, siendo el agua aprovechable pobre, el factor que más limita su capacidad de uso.

La Unidad Homogénea de Suelos 4: “Terraza marina con agua aprovechable buena”, símbolo cartográfico “UHS-4”, con CCUS IIs8, representa el 2,67 % del área de influencia. El factor crítico que limita su capacidad de uso es el agua aprovechable buena.

La Unidad Homogénea de Suelos 5: “Terraza marina pobremente drenada”, símbolo cartográfico “UHS-5”, con CCUS IVw4, representa el 16,08 % del área de influencia. Siendo el drenaje pobre, el factor que más limita su capacidad de uso.

La Unidad Homogénea de Suelos 6: “Terraza marina con drenaje imperfecto”, símbolo cartográfico “UHS-6”, con CCUS IIIw4, representa el 16,37 % del área de influencia. Siendo el drenaje imperfecto, el factor que más limita su capacidad de uso.

La Unidad Homogénea de Suelos 7: “Terraza moderadamente ondulada”, símbolo cartográfico “UHS-7”, con CCUS IVs2, representa el 0,48% del área de influencia. El factor crítico que limita su capacidad de uso es la pendiente.

Según la definición de los niveles de riesgo de erosión actual definidos por CIREN (2010) el área de influencia tiene un riesgo de erosión actual en el nivel “Baja o nula” en un 30,40%, Moderada 25,65%; Severa 43,66%; Muy Severa 0,17% y Otros Usos 0,12%. La evaluación de erosión actual en terreno determinó rangos entre No aparente y Ligera en menor proporción.

Respecto de la capacidad para sustentar biodiversidad (CSB) en el área de influencia del Proyecto es posible indicar que las UHS-1 y UHS-2 que representan el 55,99% del área de influencia, es posible indicar que posee una “Muy baja” CSB, debido a la limitante muy significativa (agua aprovechable muy pobre) que influye negativamente en el sustento de la biodiversidad. La UHS-3 y UHS-7 y el Misceláneo Escarpe (MES), poseen “Media” CSB, característica influenciada por limitantes leves a significativas: agua aprovechable pobre en el caso de la UHS-3 y pendiente moderadamente ondulada a fuertemente ondulada para la UHS-7 y MES. Por último, la UHS-4, UHS-5 y UHS-6 las cuales representan un 35,12% del área de influencia, no presentan limitantes que limiten su CSB, categorizándose en “Muy Alta”. La unidad Caja de estero (CDE) y caminos (CAM) sin capacidad de uso de suelo (NC), corresponde a unidades que no constituyen suelos, por lo cual, no es posible otorgar una calificación respecto a su capacidad de sustentar biodiversidad.

En base al análisis desarrollado considerando las Amenazas climáticas de temperatura y precipitaciones mensuales en el escenario de mayor pesimismo disponibles en la plataforma ARClim, que indican una

Amenaza “Baja”; la Exposición considerada como “Baja” en base a la superficie involucrada; una Vulnerabilidad “Baja” en base a las características de CSB predominantes en cada UHS. En base a esta combinación de Amenaza Climática, Exposición y Vulnerabilidad, es que se considera que el Riesgo Climático asociado a la implementación del Proyecto es “Bajo”, y es posible afirmar que, en el escenario futuro de Cambio Climático, el aumento en el riesgo de erosión del suelo es bajo.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agricultura y Medio Ambiente (AGRIMED) 2017. Atlas agroclimático de Chile. Tomo III: Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule. Centro AGRIMED de la Facultad de Ciencias Agronómicas Universidad de Chile. 148 p.

Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) 2012. Estudio Agrológico Región del Maule. Descripción de suelos materiales y símbolos 2015. Sobre ortoimágenes a escala de salida 1:10.000. Publicación CIREN N° 178. 671 p.

Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) 2010. Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile. Región del Maule. Síntesis de resultados. Diciembre 2010. Servicio Agrícola y Ganadero, Instituto de Desarrollo Agropecuario, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Corporación Nacional Forestal. InnovaChile CORFO Ministerio de Agricultura. Publicación N° 147. 50 p.

Jenny, H. 1941. Factors of soil formation. Macgraw Hill, New York, USA.

Luzio, W. 2010. Suelos de Chile. Departamento de Ingeniería y Suelos. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago de Chile. Walter Luzio (Editor).

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) 2019. Guía de evaluación ambiental: Recurso natural suelo. Código D-RRN-EIA-005. Ministerio de Agricultura de Chile. 14 pág.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) 2016. Evaluación de impactos de riesgo de activación de procesos erosivos. Ministerio de Agricultura. 88 p.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) 2011. Pauta para estudio de suelos Servicio Agrícola y Ganadero 2011 (Rectificada año 2016). Ministerio de Agricultura. 26 p.

Sandoval E., M., J. Dörner F., O. Seguel S., J. Cuevas B., D. Rivera S. 2012. Métodos de análisis físicos de suelos. Universidad de Concepción, Publicaciones Departamento de Suelos y Recursos Naturales, Chillán, Chile, número 5. 80 p.

Schoeneberger, P.J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, and Soil Survey Staff., 2012. Field Book for Describing and Sampling Soils, Version 3.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) 2025. Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres. Segunda Edición. Servicio de Evaluación Ambiental.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) 2024a. Guía Área de Influencia en Ecosistemas Terrestres. Primera Edición. Servicio de Evaluación Ambiental.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) 2024b. Guía Metodológica para la consideración del Cambio Climático en el SEIA. Tercera Edición. Servicio de Evaluación Ambiental.

Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) 2023. Guía de Evaluación de Efectos Adversos sobre Recursos Naturales Renovables. Segunda Edición. Servicio de Evaluación Ambiental.

Soil Survey Staff, 2014. Keys to Soil Taxonomy. 12th Edition, USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington DC, USA.

Apéndice 3.5.1

Descripción de Puntos de Observación

FOCO AMBIENTAL
Consultoría Medioambiental

Apéndice 3.5.2.

Resultados de Laboratorio

FOCO AMBIENTAL
Consultoría Medioambiental

Apéndice 3.5.3

Cartografía Digital

FOCO AMBIENTAL
Consultoría Medioambiental