ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

PROYECTO

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

ANEXO 3. SUSCEPTIBILIDAD ACTIVACIÓN DE PROCESOS EROSIVOS

2026

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

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN 1
2.1. Objetivo General 1
2.2. Objetivos Específicos 1
3. ÁREA DE INFLUENCIA 2
4. METODOLOGÍA 3
5. RESULTADOS 8
5.1. Determinación de erosión actual 8
5.2. Erodabilidad 11
5.3. Riesgo de erosión por pendiente 13
5.4. Riesgo edafotopográfico 14
5.5. Desprotección vegetacional 16
5.6. Clase de vulnerabilidad 17
5.7. Agresividad climática 19
5.8. Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos 19
5.9. Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos con intervención de obras 20
6. CONCLUSIONES 23
7. BIBLIOGRAFÍA 25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de Influencia componente Suelo 2
Figura 2. Clase de erodabilidad 12
Figura 3. Riesgo por pendiente 14
Figura 4. Riesgo edafotopográfico 15
Figura 5. Desprotección vegetacional 17
Figura 6. Clase de Vulnerabilidad 18
Figura 7. Susceptibilidad activación de procesos erosivos 20
Figura 8. Susceptibilidad activación de procesos erosivos ante intervención con obras 22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clase de Erodabilidad del Suelo 4
Tabla 2. Riesgo de erosión por pendiente 5
Tabla 3. Riesgo edafotopográfico a la erosión 5
Tabla 4. Nivel de desprotección vegetacional 6
Tabla 5. Clase de vulnerabilidad del suelo a la erosión 6
Tabla 6. Agresividad de lluvia de acuerdo al índice de Fournier 7
Tabla 7. Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos 8
Tabla 8. Rasgos erosivos en la superficie de suelo 10
Tabla 9. Representatividad clase de erodabilidad 12
Tabla 10. Representatividad riesgo de pendiente 13
Tabla 11. Representatividad riesgo edafotopográfico 15
Tabla 12. Representatividad clase de desprotección vegetacional 16
Tabla 13. Representatividad clase de vulnerabilidad 18
Tabla 14. Representatividad susceptibilidad activación de procesos erosivos 19
Tabla 15. Representatividad susceptibilidad activación de procesos erosivos con obras 21

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde al estudio de Susceptibilidad de Activación de Procesos Erosivos para el componente Suelo en el marco del Proyecto "Parque Híbrido Eólico, Solar y Almacenamiento de Energía Las Quintas (PHLQ)" (en adelante el Proyecto, PHLQ, Parque Híbrido, indistintamente), a continuación, el Proyecto, con la finalidad de apoyar la evaluación de impactos del mismo y así, sustentar las medidas apropiadas que se contemplen en las acciones a tomar. Este contiene una breve revisión de la erosión actual de los suelos dentro del área de influencia, con base en los informes técnicos elaborados por CIREN (2010) y la clasificación determinada en terreno de acuerdo con la Pauta de Estudios de Suelos (SAG, 2011, rectificada en 2016). Para el análisis de susceptibilidad de activación de procesos erosivos, se integran los criterios de evaluación que se encuentran detallados en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres" (SEA, 2025) complementado con la "Guía de Evaluación de Impactos de Riesgos de Activación de Procesos Erosivos" (SAG, 2016), los cuales consideran factores como erodabilidad, topografía, desprotección vegetacional y agresividad climática. Para efectos de este informe, se entiende erosión como un proceso en donde ocurre la destrucción o pérdida de las capas del suelo, por acción en conjunto o combinada del viento, agua y por factores antrópicos (CIREN, 2010).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar la susceptibilidad de activación de procesos erosivos sobre los suelos ubicados en el área de influencia del Proyecto, de acuerdo a los requerimientos establecidos en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres" (SEA, 2025).

2.2. Objetivos Específicos

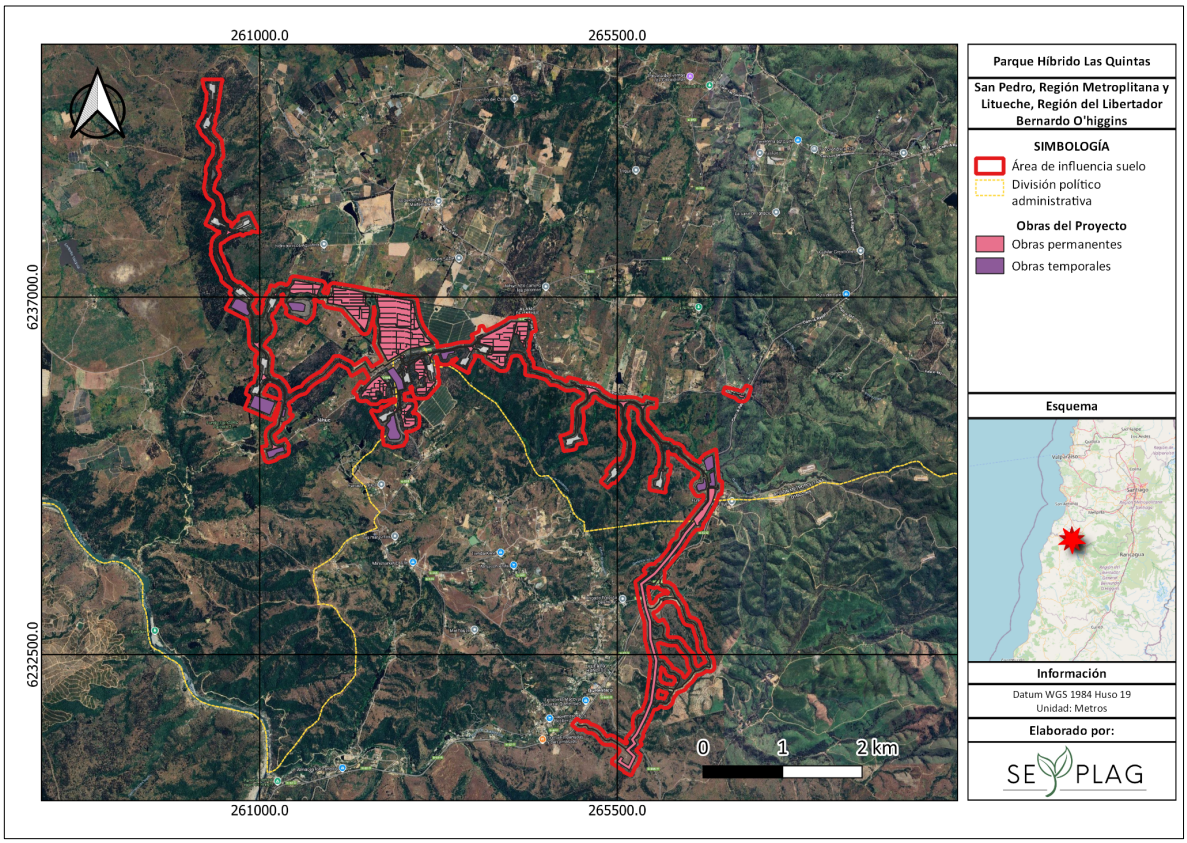
- Caracterizar la condición de erosión actual del suelo, de acuerdo a la revisión bibliográfica de CIREN (2010) y la descripción de rasgos erosivos en terreno, según la Pauta de Estudios de Suelo (SAG, 2011 rectificado en 2016).
- Evaluar la susceptibilidad de activación de procesos erosivos sin intervención de obras, considerando los factores determinados en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres" (SEA, 2025).
- Evaluar la susceptibilidad de activación de procesos erosivos considerando la intervención de obras dentro del área de influencia bajo los criterios definidos en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres" (SEA, 2025).

3. ÁREA DE INFLUENCIA

El proyecto en donde se evalúa la susceptibilidad de activación de procesos erosivos corresponde a implementación de paneles fotovoltaicos, aerogeneradores, línea de tensión eléctrica y caminos asociados al Proyecto "Parque Híbrido Eólico, Solar y Almacenamiento de Energía Las Quintas (PHLQ)" ubicado entre la comuna de San Pedro, región Metropolitana y la comuna de Litueche, región del Libertador Bernado O'Higgins.

El área de influencia se ha definido a partir de los límites de las obras temporales y permanentes proyectadas con un buffer de 50 metros por lado para obras lineales y areales, así como también factores como la geomorfología, pendientes y cobertura vegetacional descrita en la Carta de Ocupación de Tierras (COT) evaluada en el Proyecto, abarcando una extensión total de 564,806 ha. La Figura 1 representa la superficie determinada como el área de influencia del componente Suelo.

Figura 1. Área de Influencia componente suelo



Fuente: Elaboración propia.

4. METODOLOGÍA

El estudio de Susceptibilidad de Activación de Procesos Erosivos (SAPE) consideró la ejecución de una campaña en terreno los días 21 y 27 de julio del 2025, en donde se incorporó y analizó la susceptibilidad de los suelos ante los procesos erosivos en el área de influencia, de acuerdo a la metodología establecida en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres" (SEA, 2025), en complemento con la "Guía de Evaluación de Impactos de Riesgos de Activación de Procesos Erosivos" (SAG, 2016) correspondiente a la Zona IV (desde la Región de Valparaíso a la Región de Los Lagos). Dentro de las variables a evaluar se determinan las siguientes:

4.1. Determinación Erosión Actual

Se procede a evaluar en terreno los rasgos erosivos presentes en el área de influencia del Proyecto, considerando las expresiones de erosión causadas por el viento o el agua, entre las que se pueden encontrar pérdida laminar, presencia de raíces expuestas, canalículos, cárcavas, pedestales, costras (estructurales, coalescentes, deposicionales), pavimentos, arrastre y acumulación de tierra por viento, entre otras definidas en la Guía de Evaluación de Impactos de Riesgos de Activación de Procesos Erosivos (SAG, 2016) y Pauta de Estudios de Suelo (SAG, 2011 rectificado en 2016).

4.2. Erodabilidad

La determinación de la erodabilidad se efectúa mediante las unidades homogéneas de suelo (UHS) descritas en la caracterización ambiental de suelo del Proyecto, considerando la descripción de los criterios de clase textural y profundidad efectiva, de acuerdo a la Pauta de Estudio de Suelos (SAG, 2011 ratificada en 2016). A partir de la descripción de los atributos, se asignan clases de erosión según los parámetros de la Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (SEA, 2025).

Tabla 1. Clase de erodabilidad del suelo

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

Fuente: SEA, 2025.

4.3. Riesgo de Erosión por Pendiente

La fisiografía del área de influencia se determina a partir de las unidades de pendiente evaluadas desde el Modelo de Elevación Digital (MED) de 6 x 6 m construido de acuerdo a las curvas de nivel extraídas en la zona. Las curvas de nivel se estimaron a una equidistancia de 10 metros. De esta manera, se determinó la topografía y las pendientes en la zona, siendo clasificadas mediante el modelo de riesgo presente en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres" (SEA, 2025). Posteriormente, se ponderó la clasificación resultante de erodabilidad y pendientes para determinar el potencial erosivo edafotopográfico dentro del área de influencia.

Tabla 2. Riesgo de erosión por pendiente

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

Fuente: SEA, 2025.

4.4. Riesgo Edafotopográfico

A partir de la clasificación de erodabilidad y riesgo de erosión por pendiente, es posible evaluar el modelo edafotopográfico para el área de influencia , es decir, la interrelación entre la clase textural y profundidad efectiva considerando el factor de pendiente, siendo clasificado de la siguiente manera:

Tabla 3. Riesgo edafotopográfico a la erosión

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

Fuente: SEA, 2025.

4.5. Desprotección Vegetacional

La desprotección vegetacional se elabora considerando la información obtenida en terreno y caracterizada en la Carta de Ocupación de Tierras (COT) del Proyecto. Esta información se ajustó a los criterios de clasificación del Catastro Nacional de Vegetación Nativa de CONAF y en base a esto, se definieron las clases de desprotección detalladas en la tabla de clasificación de desprotección vegetacional de la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres" (SEA, 2025). A continuación, se presentan en detalle las clases vegetacionales asociadas al nivel de desprotección.

Tabla 4. Nivel de desprotección vegetacional

Nivel de desprotección	Clase vegetacional
Desprotección Baja	Denso, con cobertura entre 75 a 100%. Propio de vegas, praderas perennes, renoval denso, matorral arborescente denso, bosque nativo adulto denso, entre otros.
Desprotección Media	Semidenso, con cobertura entre 50 y 75%. Propio de cultivos agrícolas, plantación frutal adulta, plantaciones forestales, matorral pradera semidenso, matorral-suculentas denso, bosque nativo adulto abierto, entre otros.
Desprotección Alta	Abierto, con cobertura entre 25 y 50%. Propio de renoval abierto, plantación frutal joven, matorral-pradera abierto, matorral arborescente abierto, matorral-suculentas abierto, bosque nativo achaparrado abierto, entre otros.
Desprotección Muy Alta	Muy abierto, con cobertura entre 0 y 25%. Propio de estepa andina central, matorral o bosque muy abierto, suculentas, renoval muy abierto, praderas anuales, rotación cultivo-pradera, entre otros.

Fuente: SEA, 2025.

4.6. Clase de Vulnerabilidad

A partir de la clasificación de desprotección vegetacional y el potencial erosivo edafotopográfico, se intersectan las clases resultantes, logrando así aplicar el modelo de vulnerabilidad. Como resultado final se obtiene el estado de vulnerabilidad de los suelos, es decir, el nivel de susceptibilidad a perder sus características originales o en formación y con ello, su degradación y/o disminución de su capacidad de uso.

Tabla 5. Clase de vulnerabilidad del suelo a la erosión

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

Fuente: SEA, 2025.

4.7. Agresividad Climática

Para representar la variación espacial y temporal se utilizaron los datos de las estaciones meteorológicas más cercanas al área de influencia, ubicadas en la misma cuenca y que, además, contuviera datos de precipitación mensual en un rango de al menos 10 años, con la finalidad de evaluar la variable de precipitación anual media y precipitación del mes más lluvioso. Posteriormente, se obtuvo el Índice de Fournier Modificado aplicado a esta zona de estudio, siendo calculado a partir de la ecuación 1 e interpolando mediante el método de Kriging, siendo el resultado los valores de agresividad climática, los cuales se interpretan de acuerdo a la Tabla 6.

Ecuación 1. Índice de Fournier Modificado

$$IFM = \frac{\sum_{i=1}^{12} (P_{ij})^2}{P_m}$$

Fuente: SEA, 2025.

Tabla 6. Agresividad de lluvia de acuerdo al índice de Fournier

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

Fuente: SEA, 2025.

4.8. Susceptibilidad a la Activación de Procesos Erosivos

En función de la clasificación de vulnerabilidad (erodabilidad, fisiografía y desprotección vegetacional) y agresividad climática, se establece una relación para obtener la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos en el área de influencia del Proyecto, es decir, la evaluación del conjunto de variables que pueden influir en el riesgo de que ocurran procesos erosivos en la zona y se clasifica de acuerdo a lo determinado por el SEA.

Tabla 7. Susceptibilidad a la activación de procesos erosivos

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

Fuente: SEA, 2025.

4.9. Susceptibilidad a la Activación de Procesos Erosivos con Intervención de Obras

Por último, para determinar la variación de los parámetros en el área de influencia , considerando la intervención de obras del Proyecto, se procede a evaluar la susceptibilidad del recurso edáfico ante los procesos erosivos considerando la superficie que será intervenida, suprimida o modificada a causa de las obras permanentes y temporales del Proyecto. Se mantiene la tabla 7 para su clasificación.

5. RESULTADOS

5.1. Determinación de Erosión Actual

Para la determinación de la erosión actual, se evaluaron los rasgos erosivos en terreno, de acuerdo a lo establecido en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres" (SEA, 2025) y los parámetros establecidos por el SAG (2011, rectificada el 2016). Se describieron **cuatro unidades homogéneas** de suelo representadas por un total de **24 calicatas**, en donde se registró la erosión del entorno.

En la unidad cerro suavemente ondulado (CSO) predomina la erosión ligera (33,4%), asociada principalmente a pérdida laminar y compactación del suelo por tránsito y pastoreo de animales, bajo una cobertura dominada por bosque nativo. En menor proporción, un 9,5% presenta erosión moderada, caracterizada por pérdida laminar y encostramiento superficial, vinculados a una mayor intensidad de la actividad ganadera y a coberturas agrícolas o forestales. El 10,5% restante no evidencia rasgos erosivos visibles y se clasifica como de erosión no aparente.

En la unidad cerro moderadamente ondulado (CMO) predomina la erosión ligera, que representa al 20,7% de la superficie y se manifiesta principalmente como pérdida laminar y compactación por tránsito animal. En una proporción menor (0,8% del área de influencia), se registra erosión moderada, asociada a la presencia de canalículos incipientes y frecuentes.

La unidad cerro fuertemente ondulado (CFO), al igual que las unidades anteriores, la mayoría de la superficie presenta erosión ligera con un 7,8%, en donde la cobertura vegetal que predomina es de bosque nativo con rasgos erosivos asociados a pérdida laminar, compactación y costras estructurales por la actividad ganadera

en la zona. El 4,2% del área de influencia presenta erosión severa, en donde los principales rasgos erosivos corresponden a cárcavas frecuentes.

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

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

A continuación, se presentan imágenes representativas de los rasgos erosivos visualizados en las unidades homogéneas de suelo.

Tabla 8. Rasgos erosivos en la superficie de suelo

Pérdida laminar	Encostramiento superficial
	
Canalículos	**Cárcavas**
	

Fuente: Datos de terreno, 2025.

5.2. Erodabilidad

Para el análisis de erodabilidad se consideraron las UHS descritas en la Línea Base de Suelo, en específico, las variables de clase textural y profundidad efectiva del suelo para las 24 calicatas descritas en el área de influencia. Para el análisis se considera la clase textural del primer horizonte de cada calicata y la determinación de la profundidad efectiva de cada punto de muestreo, es decir, la distancia en sentido vertical desde la superficie del suelo hasta una limitante permanente que dificulte el desarrollo de las raíces o el movimiento del agua en el perfil de suelo (SAG, 2011 rectificado en 2016).

En la unidad CSO se describen suelos que varían desde ligeramente profundos hasta muy profundos, con estructura en bloques subangulares en superficie, la cual puede transicionar a una estructura maciza en profundidad. Estos suelos presentan texturas gruesas (arenosa y areno francosa), moderadamente gruesas (franco arenosa) y medias (franca). Debido a la variabilidad en la profundidad efectiva y a las características texturales señaladas, la mayor parte de la superficie se clasifica con una erodabilidad alta, que representa el 45,35% del área de influencia, junto con una erodabilidad muy alta, correspondiente al 8,05% de la superficie total.

La unidad CMO presenta suelos profundos a muy profundos, con buena estructura en superficie, la cual puede variar a una conformación masiva en los horizontes inferiores. Las clases texturales corresponden mayoritariamente a texturas moderadamente gruesas (franco arenosa); no obstante, en profundidad se identifican también texturas moderadamente finas (franco arcillosa). Considerando principalmente las características texturales descritas, predomina una erodabilidad muy alta, que abarca el 15,39% del área de influencia, seguida por suelos con erodabilidad alta, que representan el 6,14% de dicha área.

La unidad CFO presenta suelos mayoritariamente ligeramente profundos, en los cuales la estructura del perfil es similar a la descrita en las unidades anteriores, es decir, con estructura en bloques subangulares en superficie que puede variar a una conformación masiva en profundidad. Predominan las texturas moderadamente gruesas (franco arenosa), aunque en algunos suelos se identifican texturas moderadamente finas (franco arcillo arenosa) en los horizontes inferiores. Considerando la ligera profundidad efectiva y las características texturales descritas, predomina una erodabilidad muy alta, que abarca el 8,02% del área de influencia, seguida de suelos con erodabilidad alta, que representan el 3,99% de dicha área.

Por último, la unidad de Lomajes (LMO) presenta suelos ligeramente profundos a profundos. En general, estos suelos exhiben horizontes con texturas moderadamente gruesas (franco arenosa) y moderadamente finas (franco arcillo arenosa), con estructura en bloques subangulares a lo largo del perfil. Dadas las características de textura y profundidad descritas, la totalidad de los suelos de la unidad se clasifica con erodabilidad alta, lo que representa el 9,95% del área de influencia.

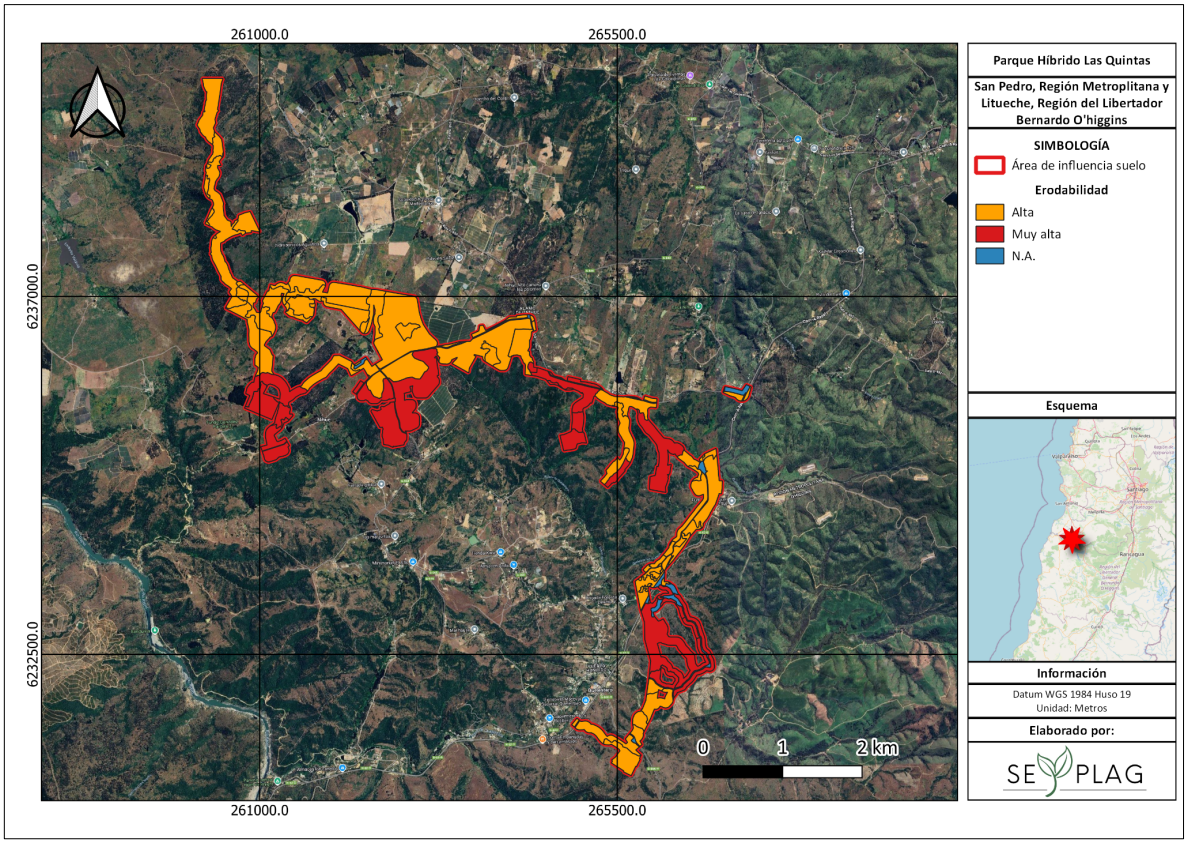
A continuación, se puede visualizar la representatividad y clases de erodabilidad determinadas para el área de influencia del Proyecto.

Tabla 9. Representatividad clase de erodabilidad

Clase de erodabilidad	Superficie	
	ha	%
Muy alta	177,673	31,46
Alta	369,567	65,43
No aplica	17,566	3,11
Total	**564,806**	**100**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Clase de erodabilidad



Fuente: Elaboración propia.

5.3. Riesgo de Erosión por Pendiente

El riesgo por pendiente se determinó a partir de la evaluación de curvas de nivel y análisis de pendientes obtenidas desde el Modelo Digital de Elevación (DEM) del área de influencia, con una resolución espacial de 6 x 6 metros por píxel, complementado con el registro de pendiente observados en terreno. En base a los antecedentes, se procedió a clasificar los niveles de pendiente conforme a los criterios establecidos en la "Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres. Segunda edición" (SEA, 2025). Los resultados indican que la mayor parte de la superficie corresponde a un nivel de riesgo bajo (74,92 %), mientras que una proporción menor presenta un riesgo medio (21,96 %). Esta distribución se explica, principalmente, porque la mayor parte del área de influencia presenta pendientes inferiores al 15%, asociadas a una topografía de cerros suavemente a moderadamente ondulados. En sectores específicos del área de influencia , la pendiente aumenta hasta valores inferiores al 45%, correspondiendo a suelos vinculados a las unidades de cerros fuertemente ondulados y lomajes.

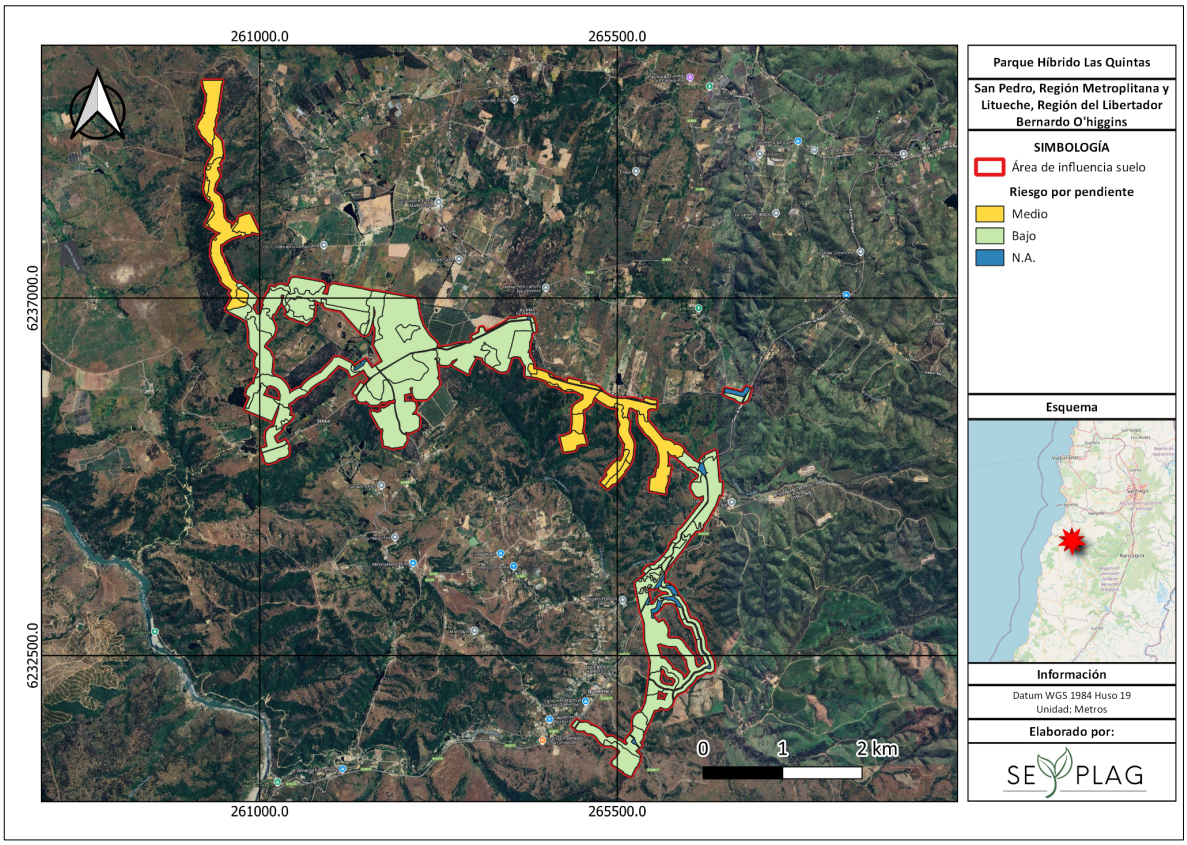
A continuación, se presenta la superficie del riesgo de pendiente determinado para el área de influencia del Proyecto.

Tabla 10. Representatividad riesgo de pendiente

Riesgo de pendiente	Superficie	
	ha	%
Medio	124,013	21,96
Bajo	423,227	74,92
N.A.	17,566	3,11
Total	**564,806**	**100**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Riesgo por pendiente



Fuente: Elaboración propia.

5.4. Riesgo Edafotopográfico

En función de los resultados obtenidos, se concluye que el riesgo edafotopográfico en el área de influencia presenta una distribución relativamente equilibrada entre las distintas categorías evaluadas. En particular, el 51,50% de la superficie del área de influencia fue clasificada con un nivel de riesgo alto, mientras que el 45,39% corresponde a suelos con riesgo medio. Este comportamiento se explica porque, aun cuando una parte significativa del territorio presenta pendientes bajas a moderadas, el riesgo edafotopográfico se ve incrementado por la presencia de suelos con alta y muy alta erodabilidad.

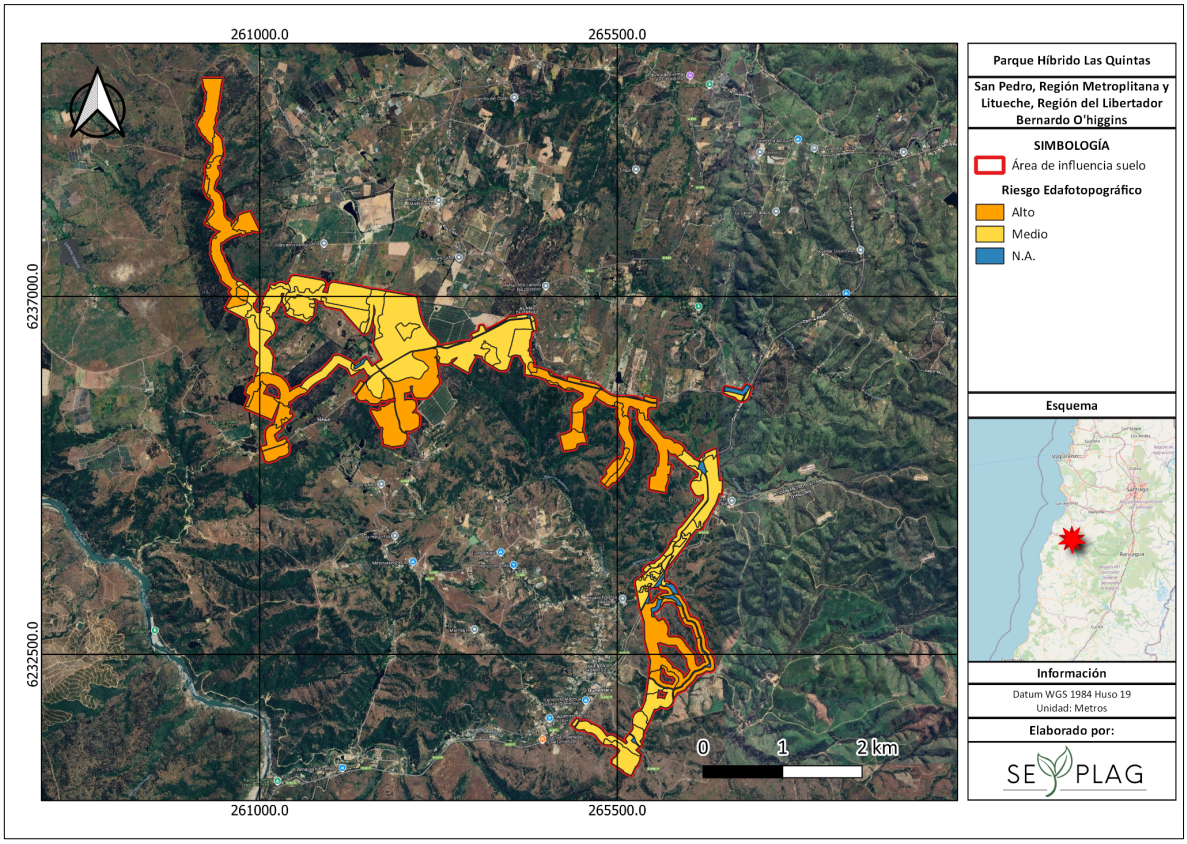
A continuación, se puede observar el riesgo edafotopográfico evaluado para el área de influencia del Proyecto.

Tabla 11. Representatividad riesgo edafotopográfico

Riesgo edafotopográfico	Superficie	
	ha	%
Alto	256,391	45,39
Medio	290,849	51,50
N.A.	17,566	3,11
Total	**564,806**	**100**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Riesgo edafotopográfico



Fuente: Elaboración propia.

5.5. Desprotección Vegetacional

Para la determinación de la desprotección vegetacional en el área de influencia se consideró la información relativa a formaciones y tipos vegetacionales utilizada en la descripción y Carta de Ocupación de Tierras (COT) del componente Flora y Vegetación, complementada con las observaciones realizadas en terreno, las cuales permitieron identificar formaciones actuales y grado de cobertura vegetal.

El análisis evidencia que una proporción significativa de la superficie corresponde a suelos cubiertos por bosque nativo, con predominio de especies tales como *Vachellia caven, Lithraea caustica, Peumus boldus* y *Quillaja saponaria*. En segundo lugar, se identifican plantaciones forestales, principalmente de *Pinus radiata* y *Eucalyptus globulus*, seguidas por áreas con formaciones de matorral–pradera, en particular matorral nativo dominado por *Retanilla trinervia*, y en menor proporción, superficies destinadas a uso agrícola. En términos generales, si bien el área presenta una diversidad de formaciones vegetacionales, las coberturas predominantes varían entre abierta y muy abierta, siendo las mayores densidades de cobertura aquellas asociadas a plantaciones forestales, terrenos agrícolas y sectores puntuales de bosque nativo más conservado. En función de lo anterior, la desprotección vegetacional se clasifica mayoritariamente como media, abarcando un 59,82% de la superficie, seguida de desprotección alta con 17,41% y muy alta con 16,91%. De manera marginal, solo un 3,10% del área presenta desprotección baja, mientras que el remanente corresponde a caminos o infraestructura urbana para las cuales no aplica dicha clasificación.

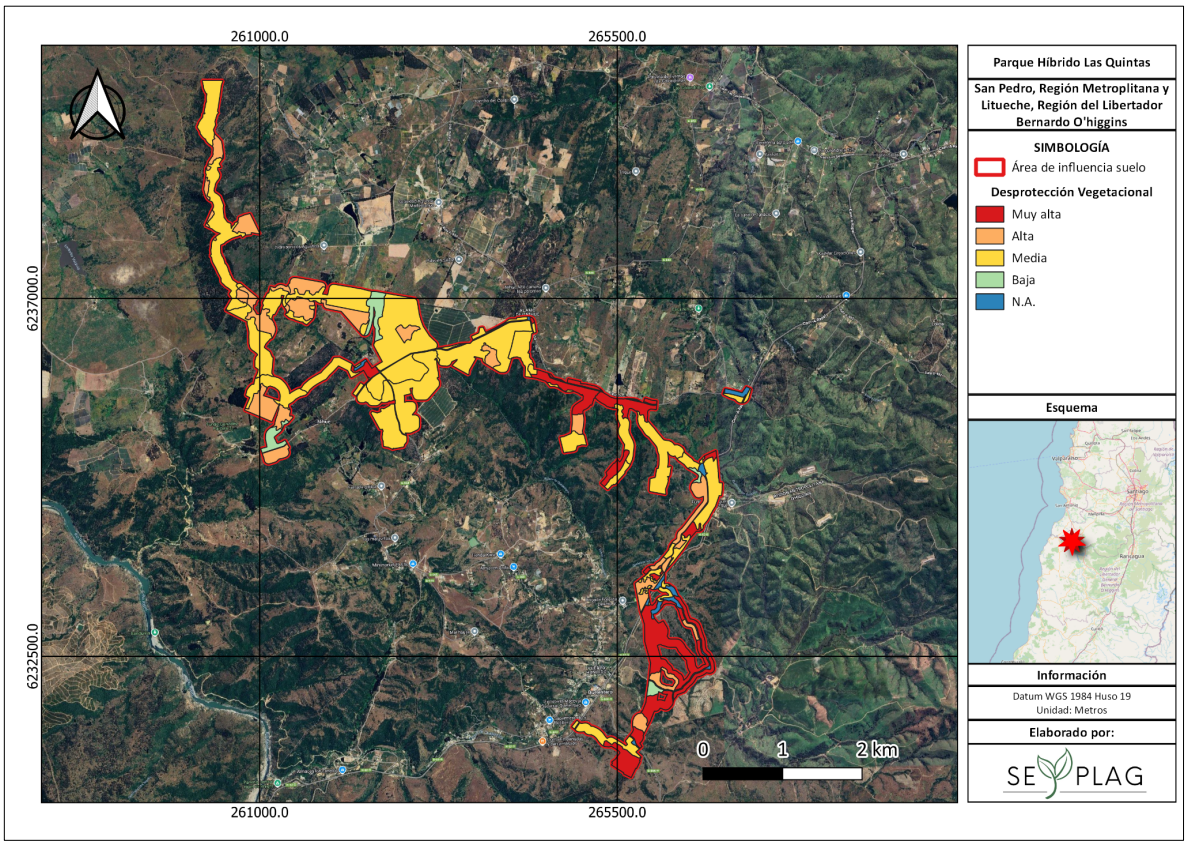
Tabla 12. Representatividad clase de desprotección vegetacional

Desprotección vegetacional	Superficie	
	ha	%
Muy alta	95,534	16,91
Alta	98,329	17,41
Media	337,885	59,82
Baja	17,492	3,10
No aplica	17,566	3,11
Total	**564,806**	**100**

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se puede visualizar las clases de desprotección vegetacional determinadas para el área de influencia del Proyecto.

Figura 5. Desprotección vegetacional



Fuente: Elaboración propia.

5.6. Clase de Vulnerabilidad

Para fines del presente informe, la vulnerabilidad se define como la propensión del suelo a ser afectado por procesos erosivos provocados por agentes externos, tales como el agua, viento o acción antrópica directa. En este contexto, la vulnerabilidad se determina a partir de la combinación del riesgo edafotopográfico y grado de desprotección vegetacional evaluados en el área de influencia. Bajo estos criterios, los suelos se clasifican mayoritariamente con niveles de vulnerabilidad media (47,58%) y alta (37,60%), cuya variabilidad está asociada principalmente a las clases texturales, nivel de pendiente y condiciones de cobertura vegetal, las que fluctúan desde muy abiertas hasta muy densas. Adicionalmente, se identifican suelos con vulnerabilidad muy alta, los cuales representan el 11,71% de la superficie analizada.

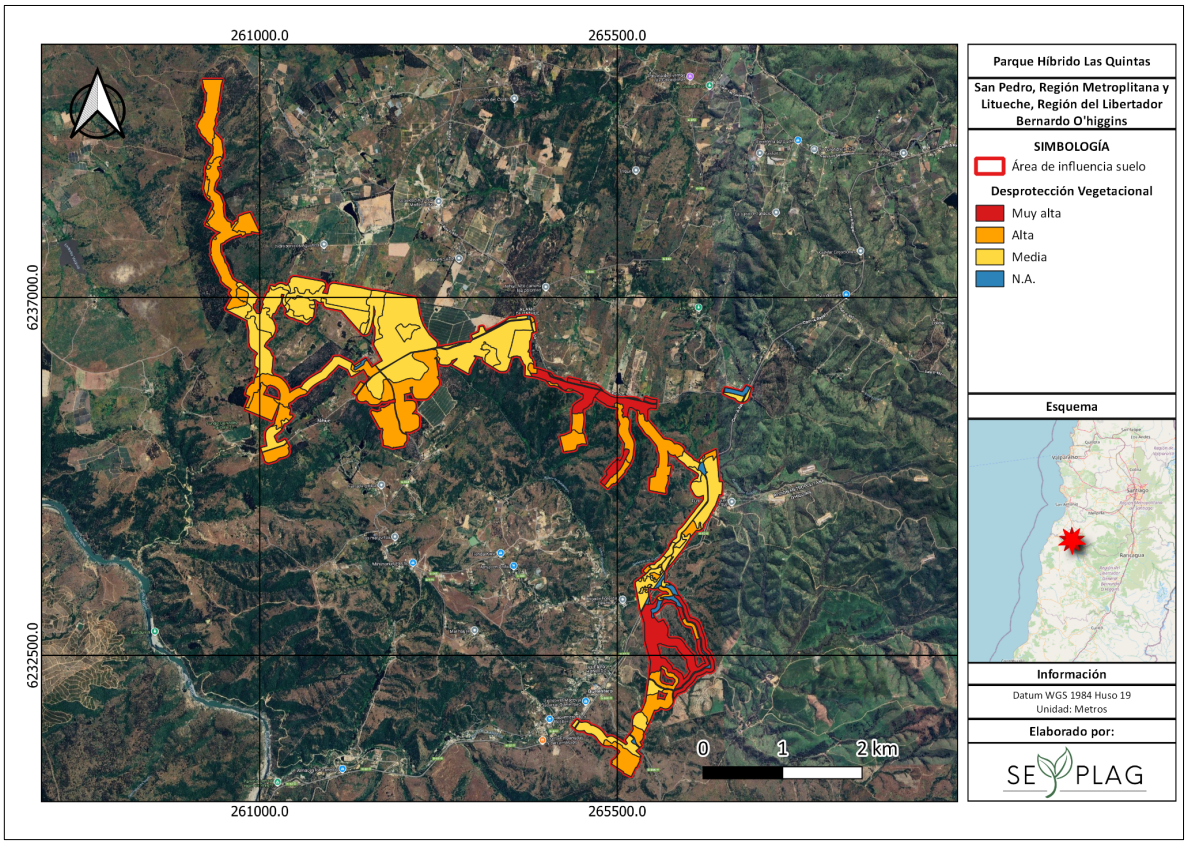
A continuación, se presenta la superficie y representatividad de la vulnerabilidad en el área de influencia del Proyecto.

Tabla 13. Representatividad clase de vulnerabilidad

Clase de Vulnerabilidad	Superficie	
	ha	%
Muy alta	66,117	11,71
Alta	212,372	37,60
Media	268,751	47,58
No aplica	17,566	3,11
Total	**564,806**	**100**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Clase de Vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia.

5.7. Agresividad Climática

Para la zona de estudio se escogieron dos estaciones metereológicas que abarcan el área de influencia: San Pedro de Melipilla de la Dirección Metereológica de Chile (DMC), la cual se ubica en la comuna de San Pedro, Región Metropolitana y la estación Hidalgo Automática perteneciente al Instituto Nacional de Investigación para el Desarrollo Agropecuario (INIA), ubicada en la comuna de Litueche, región del Libertador Bernardo O'higgins. Se analizaron los datos de precipitación mensual de 10 años continuos (2013-2023), resultando en un Índice de Fournier modificado (IFM) de 120,54 para el área de influencia, es decir, presenta una erosividad media por lluvias.

5.8. Susceptibilidad a la Activación de Procesos Erosivos

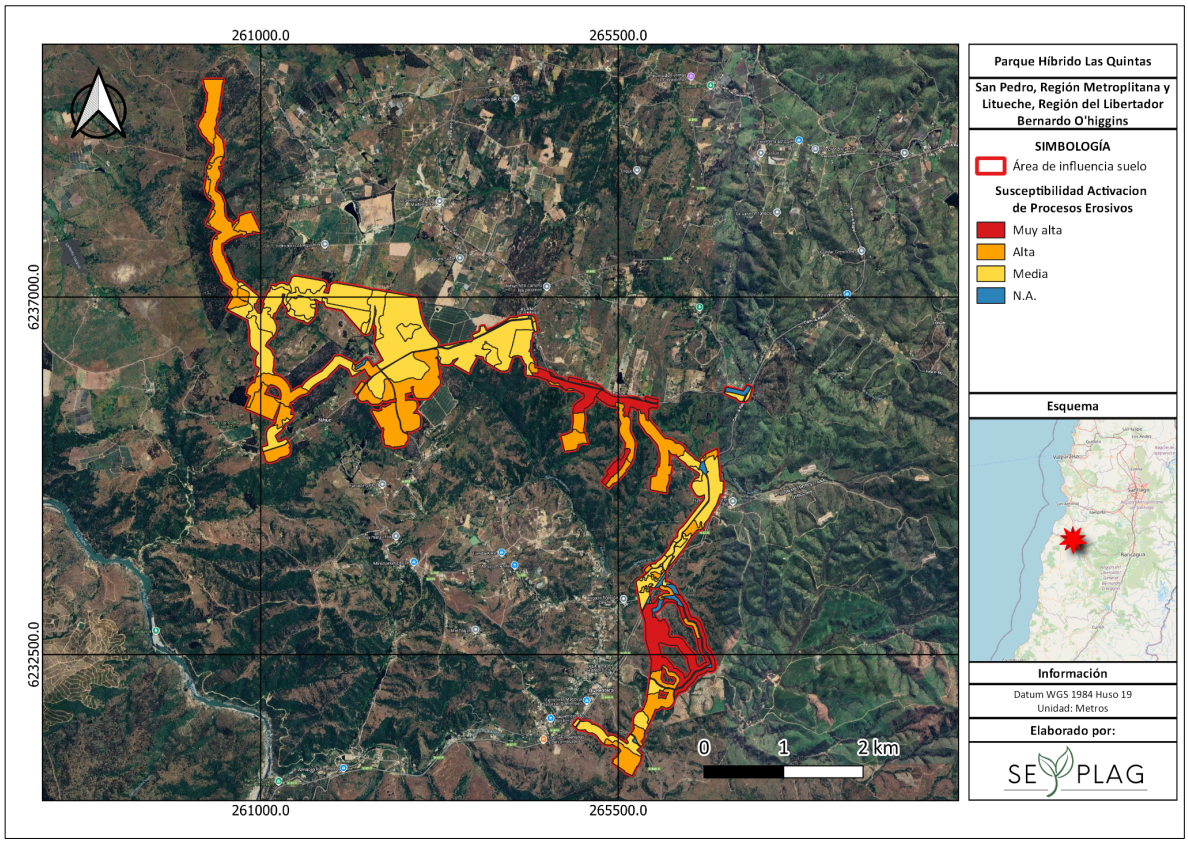
Se realizó la evaluación de susceptibilidad a la activación de procesos erosivos, analizando de manera integrada el modelo de vulnerabilidad y agresividad climática e incorporando factores edafotopográficos, cobertura vegetacional y su coherencia con los rasgos erosivos identificados en las evaluaciones de terreno. En este sentido, bajo condiciones naturales, los suelos presentan un comportamiento que varía entre una susceptibilidad media y muy alta frente a la erosión. En términos de distribución espacial, la categoría de susceptibilidad media es la más representativa, abarcando el 47,58% de la superficie total, mientras que los suelos con susceptibilidad alta y muy alta alcanzan el 37,60% y 11,71%, respectivamente. Los niveles más elevados de susceptibilidad se asocian principalmente a un alto riesgo edafotopográfico, determinado por la presencia de pendientes significativas en el área de influencia, así como a una mayor desprotección de la superficie del suelo producto de coberturas vegetales correspondientes a bosques y formaciones de matorral abiertas a muy abiertas, las cuales ofrecen una menor capacidad de protección frente a la acción de agentes erosivos. Por el contrario, las áreas clasificadas con susceptibilidad media presentan condiciones más favorables, caracterizadas por pendientes de menor magnitud y por la presencia de coberturas vegetales más densas o superficies destinadas a cultivos, que contribuyen a reducir la exposición del suelo y atenuar los procesos erosivos. Finalmente, se debe señalar que en un 3,11% de la superficie el análisis de susceptibilidad no resulta aplicable, dado que corresponde a áreas previamente intervenidas, suprimidas o alteradas, las cuales no responden a los factores ni a los procesos naturales de formación del suelo.
A continuación, se presenta el desglose por superficie de susceptibilidad de activación de procesos erosivos y su representación cartográfica.

Tabla 14. Representatividad susceptibilidad activación de procesos erosivos

Susceptibilidad Activación de Procesos Erosivos	Clase	Superficie	
		ha	%
Muy alta	4	66,117	11,71
Alta	3	212,356	37,60
Media	2	268,731	47,58
N.A.	-	17,611	3,12
Total		**564,815**	**100**

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

Figura 7. Susceptibilidad activación de procesos erosivos



Fuente: Elaboración propia.

5.9. Susceptibilidad a la Activación de Procesos Erosivos con Intervención de Obras

Para la evaluación de la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos se consideró de manera integral la incidencia, tanto de las obras temporales como de las obras permanentes asociadas al Proyecto. Dentro de las obras temporales se incluyen las áreas destinadas al acopio de materiales, instalación de faenas y botaderos, mientras que las obras permanentes comprenden: emplazamiento de paneles, plataformas, centros de transformación, subestación eléctrica, sistema de almacenamiento de energía (BESS), redes de media y baja tensión soterradas, además de los caminos de acceso y operación. La ejecución de estas partes, obras y acciones conlleva una remoción parcial o total de la cobertura vegetal existente, lo que genera un aumento significativo en la desprotección del suelo y, en consecuencia, eleva su vulnerabilidad frente a la acción de agentes erosivos como el agua y el viento. Esta condición implica que amplias superficies queden expuestas de manera temporal o permanente durante la fase de construcción y ejecución del Proyecto. Como resultado, se observa un incremento generalizado en el nivel de susceptibilidad a la activación de procesos erosivos, con un cambio predominante desde condiciones medias hacia categorías más altas. En este escenario, el 49,20% del área de influencia presenta una susceptibilidad alta, seguida por suelos con susceptibilidad media, que representan el 26,61% y áreas con susceptibilidad muy alta, que alcanzan el 21,08% de la superficie total del área de influencia. Finalmente, se reconoce que en un 3,11% del territorio el análisis de susceptibilidad no

resulta aplicable, dado que corresponde a superficies previamente intervenidas, suprimidas o alteradas, las cuales no responden a los factores ni a los procesos naturales de formación y evolución del suelo.

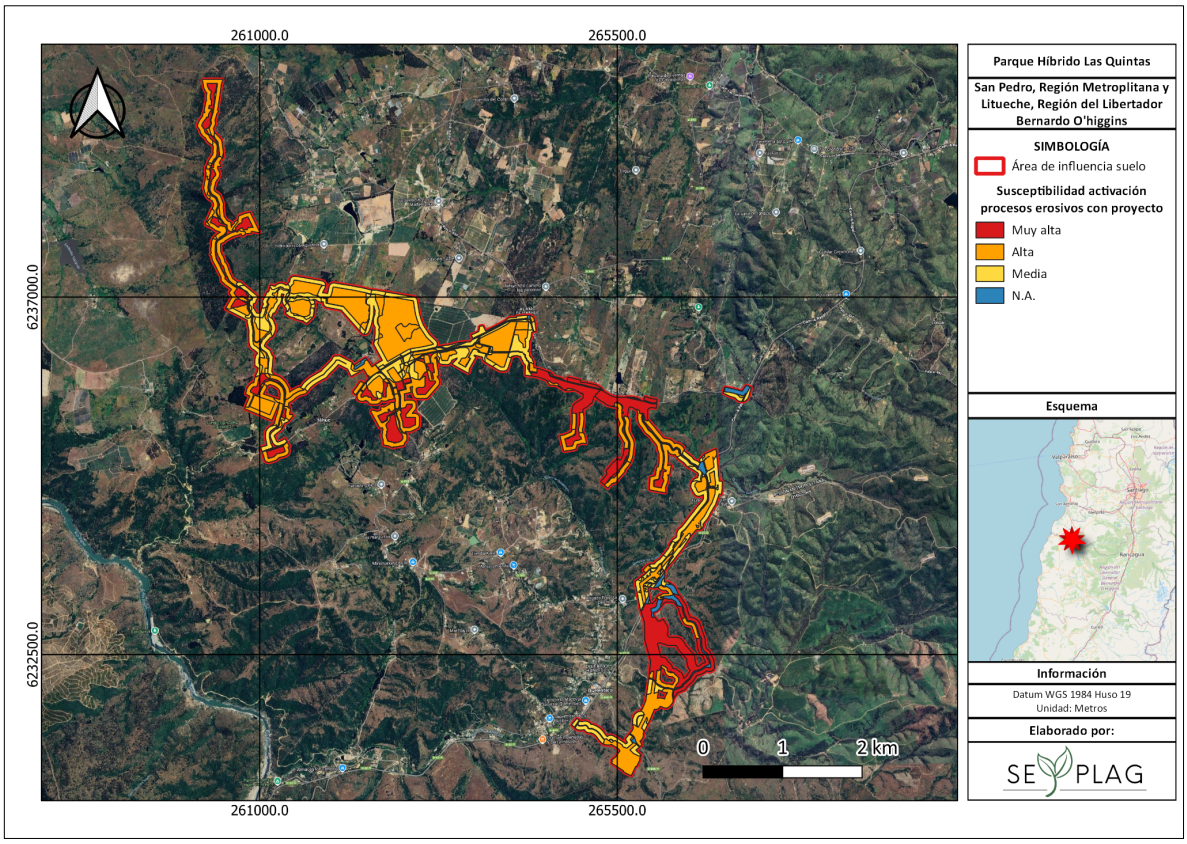
A continuación, se presenta el desglose por superficie de susceptibilidad de activación de procesos erosivos y su representación cartográfica.

Tabla 15. Representatividad susceptibilidad activación de procesos erosivos con obras

Susceptibilidad Activación de Procesos Erosivos	Superficie	
	ha	%
Muy alta	119,047	21,08
Alta	277,884	49,20
Media	150,309	26,61
No aplica	17,566	3,11
Total	**564,806**	**100**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Susceptibilidad activación de procesos erosivos ante intervención con obras



Fuente: Elaboración propia.

6. CONCLUSIONES

En la evaluación de la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos se consideraron como variables ambientales el riesgo edafotopográfico, grado de desprotección vegetacional y agresividad climática, las cuales permitieron caracterizar la vulnerabilidad de los suelos y su propensión a la ocurrencia de procesos erosivos dentro del área de influencia del Proyecto.

El riesgo edafotopográfico fue clasificado mayoritariamente como alto, abarcando el 51,50% de la superficie, seguido por suelos con riesgo medio, que representan el 45,39%. Esta distribución se explica porque, si bien una fracción relevante del área presenta pendientes clasificadas como bajas a medias, el riesgo edafotopográfico se ve intensificado por la presencia de suelos con erodabilidad alta y muy alta. Respecto a la desprotección vegetacional, se determinó que una proporción importante del área de influencia se encuentra cubierta por bosque nativo, seguido por plantaciones forestales, formaciones de matorral y, en menor medida, superficies destinadas a uso agrícola. En términos generales, aunque el área presenta una diversidad de formaciones vegetacionales, predominan coberturas abiertas a muy abiertas, mientras que las mayores densidades de cobertura se asocian principalmente a plantaciones forestales, terrenos agrícolas y sectores puntuales de bosque nativo mejor conservado. En función de estos antecedentes, la desprotección vegetacional se clasifica mayoritariamente como media, representando el 59,82% de la superficie, seguida por desprotección alta (17,41%) y muy alta (16,91%). De manera marginal, solo el 3,10% del área presenta desprotección baja, mientras que el remanente corresponde a caminos o infraestructura urbana, para los cuales esta clasificación no resulta aplicable. En cuanto a la agresividad climática, esta se encuentra determinada principalmente por el régimen de precipitaciones, estimándose un Índice de Fournier Modificado (IFM) de 120,54 para el período 2013–2023, lo que indica una erosividad por lluvias de nivel medio para la zona.

A partir del análisis conjunto de las variables ambientales, se evaluó el modelo de vulnerabilidad y de susceptibilidad a la activación de procesos erosivos (SAPE). Los resultados indican que el modelo de vulnerabilidad clasifica mayoritariamente los suelos en categorías media (47,58%) y alta (37,60%), coherente con la influencia de características texturales, condiciones topográficas y grado de cobertura vegetal presente en el área de influencia . Asimismo, se reconoce la presencia de suelos con vulnerabilidad muy alta, los cuales abarcan el 11,71% de la superficie evaluada.

El modelo de susceptibilidad, que integra adicionalmente la influencia de la agresividad climática, evidencia que bajo condiciones naturales los suelos presentan un comportamiento que varía entre susceptibilidad media y muy alta frente a la erosión. Desde el punto de vista espacial, la categoría de susceptibilidad media es la más representativa, abarcando el 47,58% de la superficie total, mientras que los suelos con susceptibilidad alta y muy alta alcanzan el 37,60% y 11,71%, respectivamente. Los niveles más elevados de susceptibilidad se asocian principalmente a un alto riesgo edafotopográfico, determinado por la presencia de pendientes altas en el área de influencia, así como a una mayor desprotección de la superficie del suelo producto de coberturas vegetales correspondientes a bosques y formaciones de matorral abiertas a muy abiertas, las cuales ofrecen una menor capacidad de protección frente a la acción de los agentes erosivos. En contraste, las áreas clasificadas con susceptibilidad media presentan condiciones más favorables, caracterizadas por pendientes de menor magnitud y por coberturas vegetales más densas o superficies destinadas a cultivos, lo que contribuye a reducir la exposición del suelo y a atenuar los procesos erosivos.

Por último, la evaluación de la susceptibilidad a la activación de procesos erosivos incorporó el emplazamiento tanto de obras temporales como de obras permanentes asociadas al Proyecto. La ejecución de estas partes, obras y acciones implica una remoción parcial o total de la cobertura vegetal existente, lo que genera un aumento significativo de la desprotección del suelo y, en consecuencia, eleva su vulnerabilidad frente a la acción de agentes erosivos, principalmente el agua y el viento. Esta situación conlleva a que amplias superficies queden expuestas de manera temporal o permanente durante la fase de construcción y ejecución del Proyecto. Como resultado, se observa un incremento generalizado en el nivel de susceptibilidad a la activación de procesos erosivos, con un desplazamiento predominante desde condiciones medias hacia categorías más altas. En este contexto, el 49,20% del área de influencia presenta una susceptibilidad alta, seguida por suelos con susceptibilidad media, que representan el 26,61%, y áreas con susceptibilidad muy alta, que alcanzan el 21,08% de la superficie total del área de influencia. Finalmente, se reconoce que en un 3,11% del territorio el análisis de susceptibilidad no resulta aplicable, dado que corresponde a superficies previamente intervenidas, suprimidas o alteradas, las cuales no responden a los factores ni a los procesos naturales de formación y evolución del suelo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Dirección Meteorológica de Chile (DMC). Agua Caída, Total Diario. Estación Meteorológica San Pedro de Melipilla. Disponible en https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/informacion/fichaDeEstacion/330158.
- Dirección Meteorológica de Chile (DMC). Agua Caída, Total Diario. Estación Meteorológica Hidango Automática INIA. Disponible en https://climatologia.meteochile.gob.cl/application/informacion/fichaDeEstacion/340102
- García-Chevesich, P. (2015). Control de la Erosión y Recuperación de Suelos Degradados. Outskirts Press, Inc. Denver, Colorado, Estado Unidos. 469 p.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2011. Pauta para estudio de suelos. Servicio Agrícola y Ganadero. 26 p.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2012. Estudio Mapa de Zonas de Agresividad del Clima. 89 p.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2016. Guía de Evaluación de Impactos de Riesgos de Activación de Procesos Erosivos. 88 p.
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG). 2019. Guía de evaluación ambiental: recurso natural suelo. Servicio Agrícola y Ganadero. 14 p.
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). 2025. Guía Metodológica para la Descripción de Ecosistemas Terrestres (Segunda Edición). SEA. 220 p.