Anexo 13.

Actualización Línea base Patrimonio paleontológico

ÍNDICE

A. PRESENTACIÓN 1
B. OBJETIVOS 3
B.1. Objetivo general 3
B.2. Objetivos específicos 3
C. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 3
D. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS 6
D.1. Marco geológico regional 6
D.2. Marco geológico local 6
E. METODOLOGÍA 10
E.1. Antecedentes bibliográficos 10
E.2. Trabajo de Campo 10
E.3. Trabajo de gabinete o análisis de datos 11
F. RESULTADOS 14
F.1. Antecedentes paleontológicos 14
F.2. Aspectos geológicos y paleontológicos de las unidades 17
G. CONCLUSIONES 35
H. MEDIDAS PROPUESTAS 37
I. BIBLIOGRAFÍA 38
J. APÉNDICES 41
J.1. Apéndice 1. Listado de aerogeneradores (AG) del PE, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S. 41
J.2. Apéndice 2. Listado de estructuras de la LT, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero; D.R= Depósitos Recientes. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S. 43
J.3. Apéndice 3. Listado de puntos de inspección, coordenadas y unidad reconocida en cada uno de los puntos. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S. 46
J.4. Apéndice 4. Listado de puntos de control de las modificaciones a la infraestructura vial, coordenadas y unidad reconocida en cada uno de los puntos. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18 S. 49
J.5. Apéndice 5. Listado de modificaciones a la infraestructura vial junto a la unidad que se emplaza. 50
J.6. Apéndice 6. Listado de reportes paleontológicos en la literatura científica, incluyendo Autor, Localidad y los fósiles descritos o mencionados (Modificado y actualizado de caracterización línea de base paleontología: Proyecto Parque Eólico Culenco, 2021). 51
J.7. Apéndice 7. Track de prospección. 54
J.8. Apéndice 8. Curriculum vitae paleontólogo. 55

TABLAS

Tabla 1. Proyectos ubicados dentro de un radio de 30 km alrededor del Proyecto Parque Eólico El Sauzal e ingresados al SEIA. 16

FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto Parque Eólico (PE) y Línea de Transmisión (LT). 2
Figura 2. Área de influencia del Proyecto. 5
Figura 3. Mapa geológico regional. Ubicación del Proyecto. 9
Figura 4. Mapa geológico del área de estudio con los puntos de control para inspección visual de afloramientos o geoformas (Apéndice 3). 12
Figura 5. Puntos de inspección (Apéndice 4) en las modificaciones A) ID 1. B) ID2. C) ID 3. D) ID 4. E) ID 5……. 13
Figura 6. Mapa de ubicación de hallazgos paleontológicos en la zona Chile Central. Reportes asociados a la Cordillera de la Costa y Depresión Central de las unidades que conciernen a este estudio. 16
Figura 7. Mapa geológico del área de estudio (PE y LT) y obras asociadas del proyecto Parque Eólico El Sauzal. 18
Figura 8. Mapa de potencial paleontológico atribuido a las unidades geológicas asociadas al área de influencia del proyecto. 25
Figura 9. Mapas geológicos de las modificaciones a la infraestructura vial y puntos de inspección (Apéndice 4). A) ID 1. B) ID2. C) ID 3. D) ID 4. E) ID 5. 32

FOTOS

Foto 1. Aspecto general del Batolito Costero. A) Afloramiento de tonalita con alto grado de alteración al este de la LT (Punto 17). B) Bloques redondeados de diorita en el extremo norte de la LT (Punto 2). C) Típica meteorización del batolito color pardo rojizo y bloques de tonalita sin alteración química, extremo sur de la LT, cercano al PE (Punto 83). D) Tonalita altamente alterada por meteorización esferoidal y procesos de edafización cercano al AG 42, en el extremo norte del PE (Punto 87). 20
Foto 2. Afloramientos y aspecto general de Formación La Patagua. A) Secuencia de rocas volcánicas localmente alteradas en el extremo occidental del PE, cercano a AG 1 (Punto 24). B) Detalle de colada de lava afanítica al sur del PE (Punto 40). C) Secuencia de tobas mal estratificadas y alteradas en el extremo oriental del PE, cercano a AG 32 (Punto 95). D) Detalle de toba de lapilli en AG 24 (Punto 68). 22
Foto 3. Aspecto general de los Depósitos Recientes. A) Terrazas constituida por arenas finas a muy finas, alteradas por actividad agrícola al oeste de la LT (Punto 126). B) Alternancia de conglomerado matriz soportado y arenas finas con alteración de raíces actuales en fondo de valle en el extremo sur de la LT (Punto 75). C) Escarpe con afloramiento de arenas masivas sin estratificación alternada con lentes de conglomerados en la LT (Punto 125). D) Fondo de valle constituido por arenas con fuerte alteración por actividad agraria, cercano a extremo norte de LT (Punto 7). .. 24
Foto 4. Aspecto de Depósitos Recientes en ID1. Depósitos de gravas no consolidadas en cantera en punto 1. 27

Foto 5. Aspecto de Depósitos Recientes en ID3. A) Escarpe del Estero Lirutao constituido por arenas y gravas en punto 1. B) y C) Aspecto de la llanura de inundación. D) Acumulaciones de líticos provenientes de los depósitos fluviales. 28
F**oto 6.** Aspecto de Depósitos Recientes en ID4. A) Aspecto de la llanura de inundación B) Escarpe del Estero La Maravilla constituido por arenas y gravas en punto 1. C) Depósitos de la Formación Mininco erosionados por el caudal del estero. D) Vista general del escarpe del estero y acumulación de gravas en su caudal provenientes de los depósitos recientes. E) Tovas líticas con pómez alterada de la Formación Mininco. 29
Foto 7. Aspecto de Depósitos Recientes en ID5. A) Aspecto de la planicie y cobertura de suelo en punto 3. B) Depósitos de arenas y gravas mal seleccionadas en punto 2. C) y d) Sustrato de arenas con procesos de edafización en punto 2. 31
F**oto 8**. Afloramientos representativos del Batolito Costero en las áreas de modificación de la infraestructura vial existente asociadas a ID6 al ID13, ID22 e ID B. A) Suelo residual derivado de la alteración y meteorización de cuerpo intrusivo diorítico en el punto 6. B) Suelo residual granodiorítico en punto 10. C) Suelo residual tonalítico en punto 12. D) Regolito tonalítico en punto 14. 34

A. PRESENTACIÓN

El presente documento expone los resultados asociados al levantamiento de línea base de Patrimonio Paleontológico, los cuales se encuentran dentro del marco del Proyecto Parque Eólico El Sauzal y se desarrolla según lo estipulado en el artículo 18, literal e.5 del Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (RSEIA) (D.S. N.º40/2012, modificado por el D.S. N°30/2023 del Ministerio de Medio Ambiente), donde se establecen los contenidos mínimos que debe presentar un Estudio de Impacto Ambiental (EIA).

El Proyecto Parque Eólico El Sauzal se encuentra ubicado en las comunas de Cauquenes y Quirihue, la primera de ellas correspondiente a la Provincia de Cauquenes, Región del Maule, y la segunda a la Provincia de Itata, Región de Ñuble. El Proyecto consiste en la construcción y operación de un parque eólico que consta de 45 aerogeneradores, con una potencia neta de 360 MW y una línea de transmisión aérea de 220 kV, con una longitud de 27,91 km, constituida por 97 torres. Para la evacuación de su energía al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), el Proyecto contempla la conexión a la subestación en desarrollo Nueva Cauquenes, propiedad de Mataquito Transmisora de Energía S.A (**Figura 1**). En adición, para la construcción del Proyecto se requerirá de la habilitación de obras complementarias de infraestructura vial, las cuales se ubicarán en las comunas de San Nicolás, San Carlos y Ninhue. Por ello, en este estudio se incorpora el análisis del patrimonio paleontológico asociado a 21 polígonos correspondientes a modificaciones de la infraestructura vial **(Figura 2).**

Como parte del proceso de evaluación ambiental y del desarrollo de la ingeniería, el Proyecto Parque Eólico El Sauzal ha incorporado una serie de ajustes técnicos y logísticos. Estas modificaciones responden a la necesidad de optimizar el diseño, mejorar la eficiencia constructiva y reducir potenciales impactos ambientales.

Entre las principales actualizaciones se incluyen:

- Reducción de la altura del buje de los aerogeneradores, pasando de 200 a 175 metros.
- Cambio en la materialidad de las torres de los aerogeneradores, las cuales serán construidas completamente en acero, eliminando el diseño híbrido (hormigón y acero).
- Eliminación de la obra temporal denominada Zona de Acopio de Dovelas (ZAD), debido a la modificación en el tipo de torre.
- Ajustes en la ubicación de las plataformas de los aerogeneradores AG-31, AG-34 y AG-35.
- Incorporación de un nuevo acceso para vehículos livianos a través de la Ruta 126 (Los Conquistadores).
- Modificación de los caminos de acceso a la Línea de Transmisión (LT).

Adicionalmente, el documento se actualizó según las observaciones realizadas en el informe Consolidado de Solicitud de Aclaraciones, Rectificaciones o ampliaciones al Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto, por lo que, para facilitar la comprensión de las actualizaciones realizadas, estas se presentan destacadas en color azul dentro del documento.

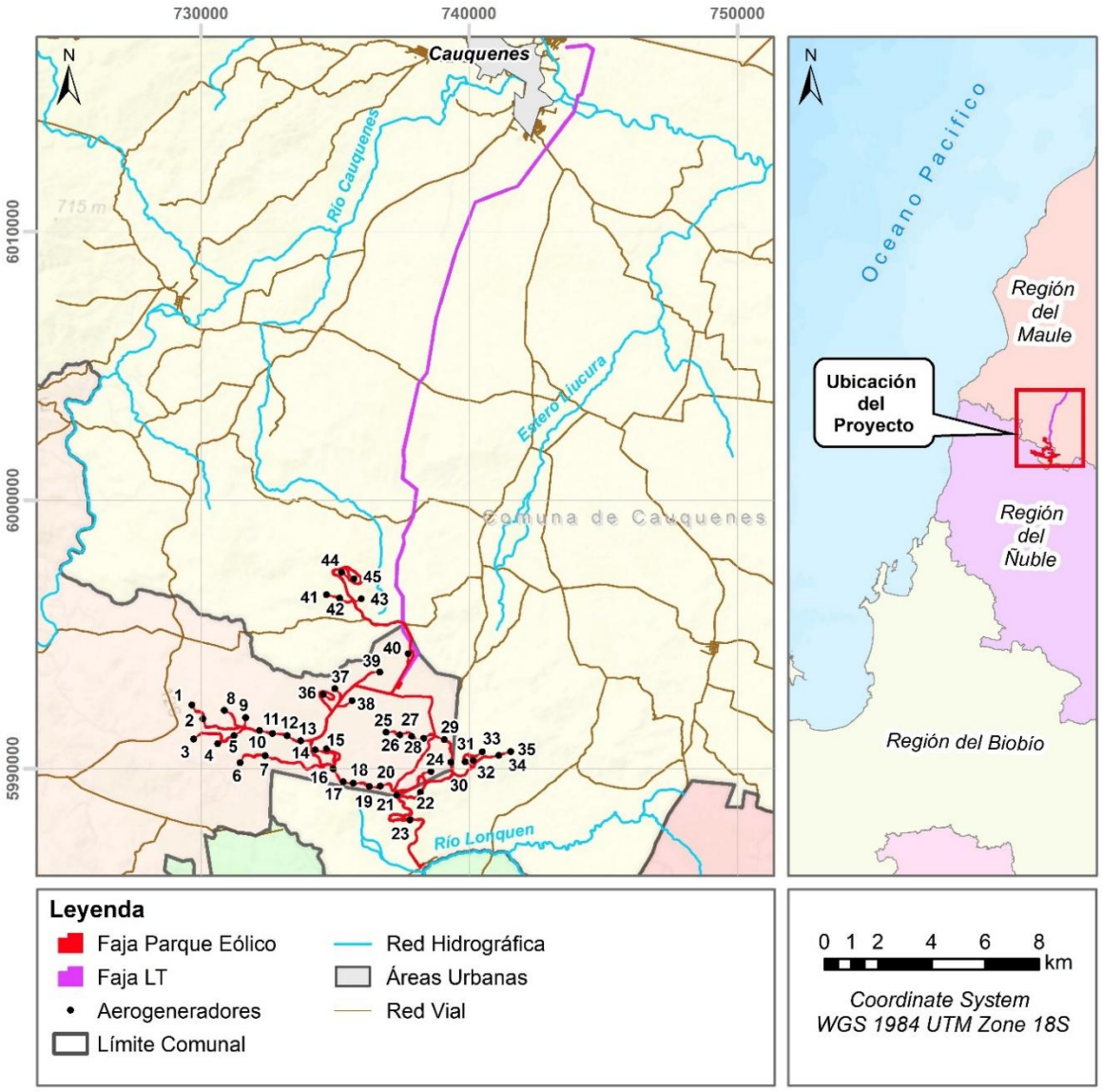


Figura 1. Ubicación del proyecto Parque Eólico (PE) y Línea de Transmisión (LT).

B. OBJETIVOS

B.1. Objetivo general

Distinguir, caracterizar y analizar los aspectos paleontológicos de las distintas unidades geológicas reconocidas en el área de influencia del proyecto Parque Eólico El Sauzal, y determinar el potencial fosilífero de las unidades geológicas presentes en ella.

B.2. Objetivos específicos

- Elaborar un inventario georreferenciado de los hallazgos paleontológicos registrados mediante la realización de un reconocimiento geológico de detalle y la inspección visual sistemática, intensiva y superficial en el área de influencia.
- Catastrar y contextualizar mediante un marco la información paleontológica registrada en la literatura asociada a las unidades geológicas del área de influencia.
- Analizar el potencial paleontológico de las unidades geológicas asociadas al área de influencia del proyecto, incluidas Parque Eólico (caminos y obras anexas), Línea de Transmisión (incluidos los caminos a las estructuras) y modificaciones a la infraestructura vial.

C. DEFINICIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Según los criterios establecidos en la *Guía áreas de influencia en el SEIA* del Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, 2026), segunda edición, el área de influencia del objeto de protección Patrimonio Paleontológico está determinada por la acción de las obras físicas que contemplan la implementación y desarrollo del Proyecto, incluyendo obras temporales y permanentes. En base a lo anterior, se considera como área de influencia (AI) del Proyecto todos los sectores del mismo en los que existe la posibilidad de registrarse algún nivel de intervención sobre elementos paleontológicos en la superficie del terreno o del subsuelo, ya sea temporal o permanentemente. Esto es, el área de afectación del mismo en donde ocurren excavaciones y movimientos de tierra involucrados en la construcción de las obras (**Figura 2; Apéndice 1.** Listado de aerogeneradores (AG) del PE, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S**; Apéndice 2.** Listado de estructuras de la LT, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero; D.R= Depósitos Recientes. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S).

Acorde a lo anterior, el área de influencia del Parque Eólico (PE) corresponde a la ubicación exacta de los aerogeneradores, obras anexas y caminos de acceso asociados, debido a que en dichos sectores se ejecutarán excavaciones, movimientos de tierra y remoción de sustrato con potencial de intervención sobre elementos paleontológicos.

Para el caso de la Línea de Transmisión (LT), el área de influencia queda restringida a la posición exacta de las estructuras o torres, incluyendo los caminos de acceso y obras anexas asociadas a la LT, en tanto corresponden a los sectores donde se realizarán obras de remoción del sustrato rocoso

o sedimentario (**Apéndice 1.** Listado de aerogeneradores (AG) del PE, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S**; Apéndice 2.** Listado de estructuras de la LT, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero; D.R= Depósitos Recientes. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S).

Para el caso de las modificaciones a la infraestructura vial, el área de influencia queda restringida al polígono que engloba los sectores donde se generarán obras de remoción, excavación y compactación del sustrato.

Específicamente, según lo estipulado en el **Anexo 01. Actualización Descripción de Proyecto** de la **Adenda**, cada aerogenerador comprende de una fundación, correspondiente a la base estructural sobre la cual se anclará la torre del aerogenerador y consta de una excavación circular de 36 m de diámetro y profundidades de hasta 4 m. Para el caso de la LT, las obras implican movimiento de tierras asociado a la estabilización de las estructuras, la cual se realizará a través de fundaciones de hormigón armado de 2x2 m, y tendrán una profundidad variable, entre 2,4 y 3,3 m, según el tipo y la altura de la torre en cada punto.

Por otra parte, el área de estudio corresponde al polígono que engloba los puntos de inspección correspondientes a afloramientos cercanos a la posición de las obras, los cuales permiten reconocer, definir y categorizar los aspectos litológicos y paleontológicos de las unidades geológicas asociadas al área de influencia (**Figura 3, Figura 4).** Esto se debe a que no necesariamente se dan las condiciones de observación de las unidades geológicas directamente en el área de influencia, ya sea por exceso de cobertura vegetal, suelo o alteración importante del sustrato que no permite un óptimo reconocimiento de las unidades.

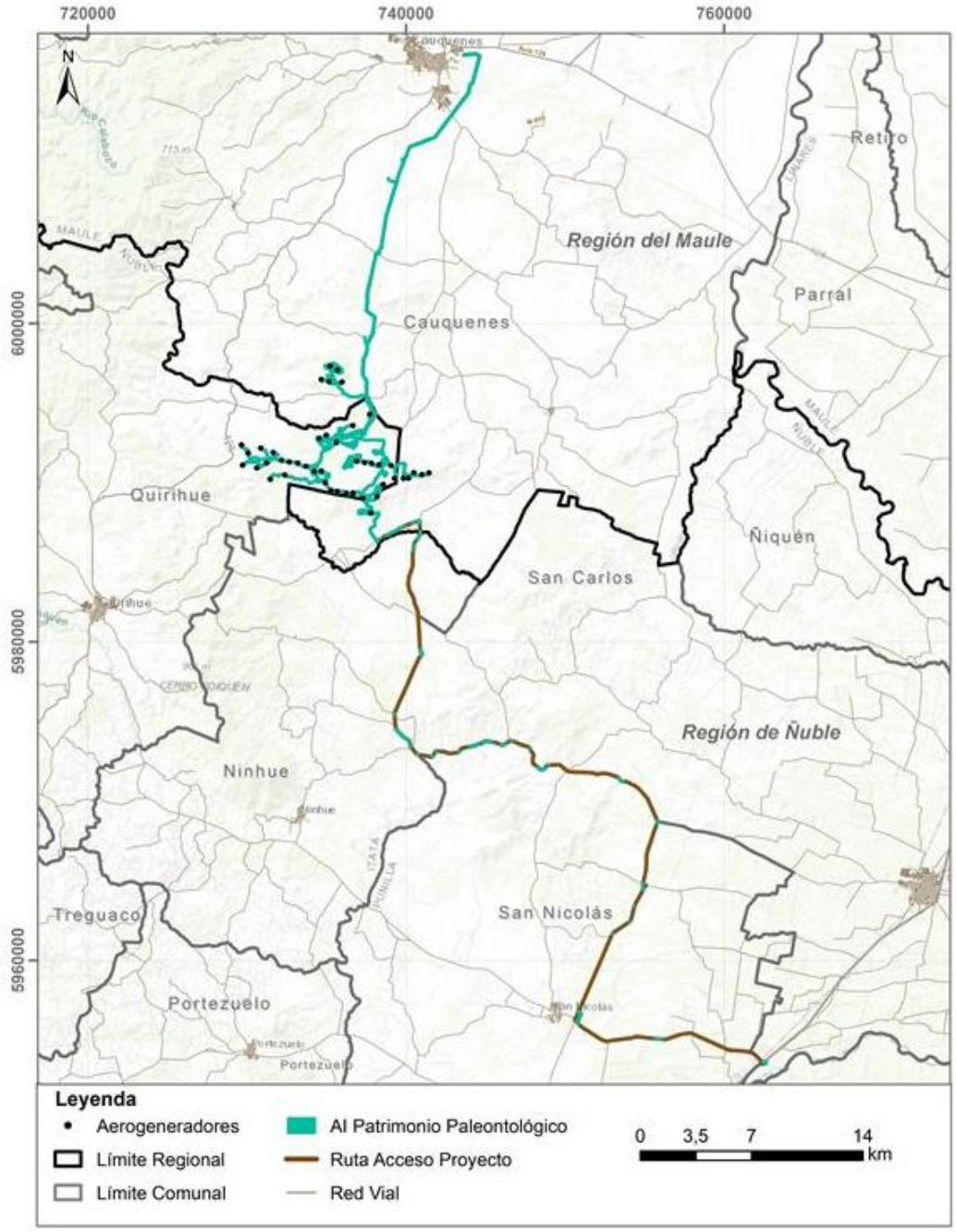


Figura 2. Área de influencia del Proyecto.

D. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

A continuación, se sintetizarán aspectos generales de la geología regional y local asociada al área de estudio del Proyecto.

D.1. Marco geológico regional

La configuración geológica reconocida en gran parte del antearco chileno y en particular en la Región de Ñuble y del Maule, refleja parcialmente la transición de las principales etapas orogénicas de construcción del margen sudamericano: Ciclo Gondwanico, Ciclo Pre-andino y el Ciclo Andino.

El Ciclo Gondwanico (Carbonífero temprano - Pérmico temprano; 360 - 260 Ma) se desarrolló durante un período de altas tasas de convergencia en el margen suroeste activo del supercontinente (Vilas y Valencio, 1978), lo cual resultó en la formación de una cuña prismática asociada al prisma de acreción que dio origen al Basamento Metamórfico, constituido por la Serie Oriental y la Serie Occidental.

El ciclo Pre-Andino se define como la transición entre dos etapas orogénicas reconocidas en el norte de Chile y Argentina: los ciclos Gondwanico y Andino, los cuales difieren en términos de régimen tectónico dominante, composición magmática, afinidades y espesor cortical inferido (Mpodozis y Ramos, 1989). Durante este periodo, se establece un régimen extensional asociado a un cese parcial del proceso de subducción el cual permitió que se formara una serie de cuencas extensionales (entre ellas la Cuenca de Pocillas), las cuales albergan depósitos sedimentarios transicionales (Camus, 2003). Estas cuencas extensionales tomaron lugar de manera subparalela a los márgenes cratónicos (Ramos, 1994).

El Ciclo Andino (Jurásico Temprano tardío - Presente) comenzó con una etapa extensional/transtensional que produjo un magmatismo de arco basáltico-andesítico homogéneo en la actual Cordillera Costera (Oliveros *et al*., 2018). Al noreste de la zona de estudio afloran cuerpos plutónicos de este periodo, que están en contacto por intrusión con la Formación La Patagua.

Durante el Cenozoico la paleogeografía de Chile Central fue dominada por un arco magmático que ocupó la posición de la actual Cordillera de la Costa (Charrier *et al.*, 2009). Este periodo se caracterizó por un predominio de condiciones extensionales y/o transtensionales (Mpodozis *et al.*, 1995; Charrier *et al.*, 2007).

D.2. Marco geológico local

D.2.1. Basamento Metamórfico

Entre las latitudes 32°S y 42°S, en la Cordillera de la Costa de Chile central, afloran una serie de rocas metamórficas las cuales han sido agrupadas bajo la unidad denominada Basamento Metamórfico. Esta unidad aflora principalmente en el margen occidental y localmente en el margen

oriental de la Cordillera de la Costa. Esta unidad en conjunto con el Batolito Costero, constituyen el Basamento Cristalino de Chile Central (Figura 3).

La subdivisión más utilizada para esta unidad es la referida por Godoy (1970) y Aguirre *et al.* (1972) quienes definen dos series metamórficas paralelas entre sí, la serie Occidental (bajo grado) y la serie Oriental (intermedio a alto grado), la cual aflora en el área de estudio. Esta última se divide en diferentes zonas según su composición (Hervé, 1977): la primera es la zona biotítica, caracterizada por filitas de grano fino. La segunda zona es de andalusita, la cual se desarrolla en filitas y rocas corneanas félsicas granoblásticas, y la tercera zona, denominada zona de sillimanita gneises ricos en mica.

Geocronológicamente, esta unidad ha sido atribuida a una edad precámbrica, por su elevado grado de deformación e intenso metamorfismo. Sin embargo, dataciones Rb-Sr (González-Bonorino, 1970; Munizaga *et al*., 1973) indican que el principal periodo de metamorfismo ocurrió en el Paleozoico Superior (Hervé, 1977).

D.2.2. Batolito de la Costa

Corresponde a una unidad intrusiva constituida por granitos, tonalitas, granodioritas y dioritas las cuales fueron agrupadas bajo el nombre de Batolito Costero (Hervé, 1977). Corresponden a granitoides de composición calcoalcalina con edades que abarcan desde el Carbonífero al Triásico Superior (Ribba, 1985; Pankhurst *et al*., 1996). Su distribución va desde los 32°30’S hasta los 38°S y afloran como una franja de orientación continua nornoreste – sursuroeste. Intruye a la Serie Oriental del Basamento Metamórfico e infrayace en inconformidad erosiva a unidades meso-cenozoicas (Gajardo, 1981) (Figura 3).

Deckart *et al*. (2014) realizaron dataciones SHRIMP U-Pb en dioritas cuarcíferas y rocas graníticas de esta unidad, entre los 33° S y 40°S, concluyendo que corresponden a intrusivos calcoalcalinos emplazados en un periodo de tiempo relativamente corto, entre los 320 y 300 Ma (Pensilvaniano).

D.2.3. Formación La Patagua (Triásico Superior)

Fue definida por primera vez por Muñoz-Cristi, J. y González, E. (1953) para una secuencia compuesta por sedimentos y rocas volcánicas ubicadas en el cordón Quilhué-Lucachoro. Estos depósitos configuran la Cuenca de Pocillas, ubicada en la zona oriental de la Cordillera de la Costa entre Cauquenes y Quirihue (**Figura 3**). Litológicamente, según dicha definición, esta unidad se compone de a) Pizarras arcillosas (sector de Lucachoro, estimadas en unos 300 m de espesor); b) Sedimentos silíceos de Quilhué (sector de Quilhue, constituidos por pedernal); c) Pizarras (sector Centinela) y d) Conglomerados y areniscas (sector Tomenelo). Posteriormente, Hervé *et al*. (1976) y Moreno *et al*., (1976), para la misma sucesión, usaron el nombre de "Estratos de Pocillas-Coronel de Maule-Quirihue" y describieron cuatro subunidades, que de base a techo serían: a) Lutitas pizarrosas y areniscas; b) Rocas volcánicas; c) Pedernal; d) Conglomerado de cuarzo. Acorde con Gajardo (1981), Formación La Patagua corresponderían al componente más sedimentario en tanto que los Estratos de Pocillas al componente con mayor predominancia volcánica, estableciéndola como una unidad informal. Todos estos autores señalan asimismo que la secuencia sobreyace, en inconformidad a rocas graníticas paleozoicas y que, además, estaría intruída por un cuerpo

granítico-diorítico y otros cuerpos hipabisales dacíticos. Estudios paleontológicos en esta unidad han reportado una flora constituida por Taeniopteris mareyesiaca, Taeniopteris sp. y Thinnfeldia (T. lancifolia?) (Hervé *et al*., 1976; Troncoso y Herbsth., 2007) lo que ha permitido otorgar una edad Triásico Superior. Charrier (1979), sugiere que los depósitos de edad Triásico superior se encuentran distribuidos en forma discontinua en Chile Central. Este conjunto de unidades se ubica principalmente al este de la CC y comprende las Formaciones El Cisne, Crucero de los Sauce y Estero de la Higuera que afloran principalmente al norte del Río Maule, mientras que hacia el sur se reconocen en Santa Juana (Formación Santa Juana), Panguipulli entre otras (35°30”S y los 40°S).

D.2.4. Depósitos Recientes (Pleistoceno - Holoceno)

Bajo esta denominación, Escobar *et al* (1977) y Marangunic *et al*., (1979), agruparon sedimentos tanto de origen aluvial, volcánico y glacial como fluvial y lacustre, siendo la mayor parte no consolidados (**Figura 3**). Estos depósitos se distribuyen principalmente en la Depresión Central donde se presentan como relleno de cuencas y cauces actuales en presencia de formación de terrazas. Gajardo (1981), agrupa estos depósitos como Sedimentos de Valles Actuales (Hsva) constituidos por ripios, gravas y arenas. Bruggen (1913) los describe de manera más generalizada, como sedimentos mayoritariamente finos, arcillosos, de origen volcánico con intercalaciones lenticulares de areniscas conglomerádicas con clastos de obsidiana, andesitas y granitos.

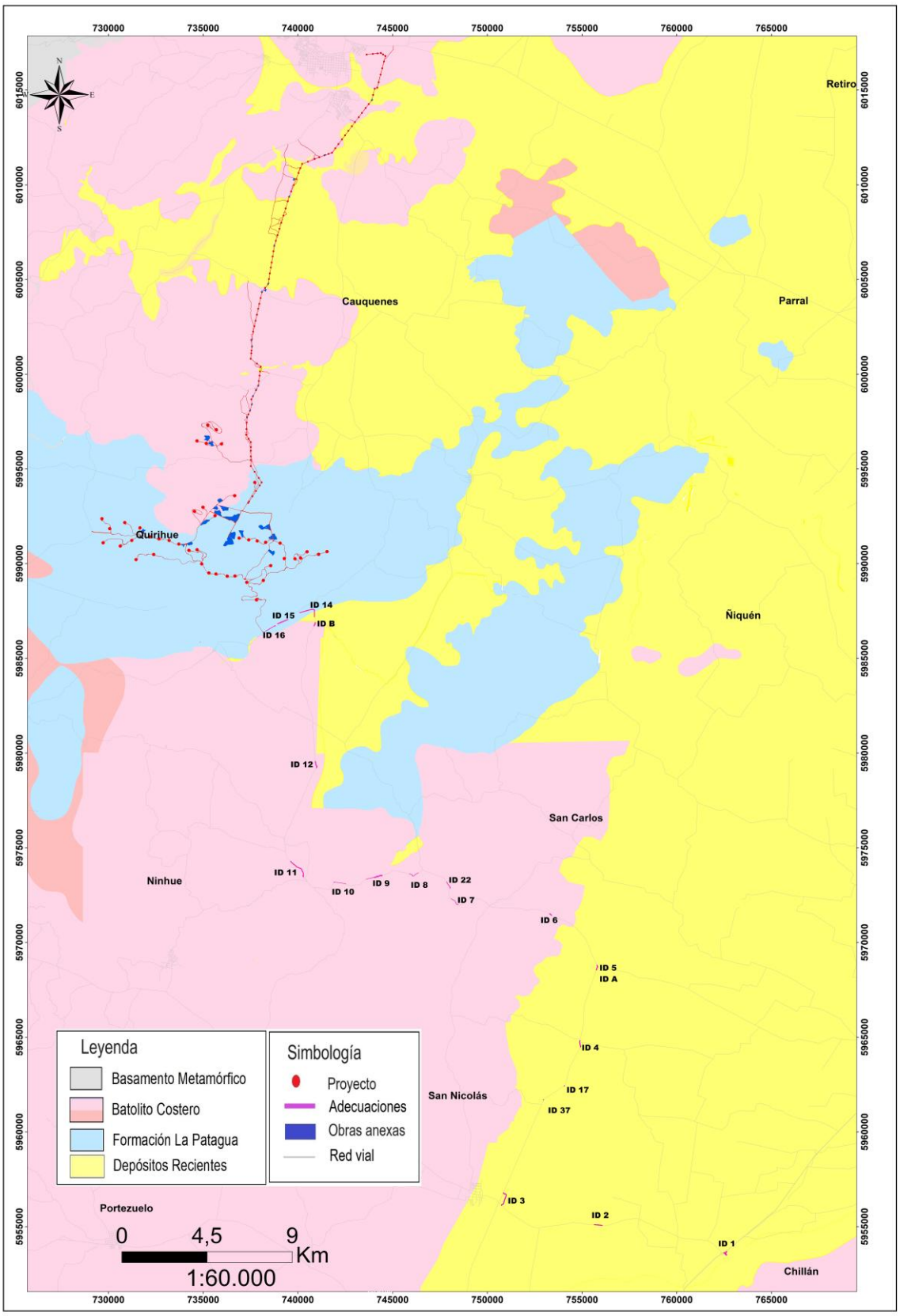


Figura 3. Mapa geológico regional. Ubicación del Proyecto.

E. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la ejecución de este estudio responde a los requerimientos señalados por el Consejo de Monumentos Nacionales en el oficio ordinario Nº1683/15, basados en lo indicado por la Guía de Informes Paleontológicos (2016). Éstos se componen de las siguientes etapas:

E.1. Antecedentes bibliográficos

Revisión y análisis de cartas geológicas de mayor detalle disponible para la zona del proyecto y publicaciones científicas existentes para el área. Esta información incluye la cartografía geológica de mayor resolución disponible al momento de elaborar este documento, correspondiente a la Carta geológica de Chile, de escala 1:1.000.000 además del GEOVISOR del CMN. Consulta, revisión y análisis de estudios paleontológicos, ya sea, artículos publicados en revistas científicas o informes previos disponibles en el SEIA, para áreas o proyectos en sectores cercanos al área del proyecto, lo cual contribuye a la determinación del potencial paleontológico de las unidades geológicas que afloran en la zona de emplazamiento del mismo.

E.2. Trabajo de Campo

Con la finalidad de evaluar el potencial fosilífero de las unidades geológicas, se realizó un reconocimiento geológico de detalle y una inspección visual de los afloramientos. Durante esta prospección se realizó un levantamiento geológico los días 29-30 de abril y 01 de mayo del 2023, a fin de evaluar in situ la posibilidad de existencia de sitios con materiales de interés paleontológico en dicha área. Durante el trabajo de campo se recorrieron diversos puntos de inspección en el área de influencia del Proyecto, contemplando la ubicación de aerogeneradores, obras anexas, caminos proyectados, y línea de transmisión (LT) donde se realizaron observaciones en un total de 130 puntos de control (**Figura 4; Apéndice 3)**. Además, en los polígonos de modificaciones a la infraestructura vial, se realizaron un total de 11 puntos de inspección (**Apéndice 4**) cuyas coordenadas fueron registradas con un GPS Garmin (WGS 84), el track en formato kmz y curriculum vitae del especialista a cargo se adjuntan en el **Apéndice 7** y **Apéndice 8**, del presente documento.

Cabe mencionar que para este estudio se inspeccionaron cinco modificaciones a la infraestructura vial (ID1-ID2-ID3-ID4-ID5; Figura 5; **Apéndice 4**), siendo el resto complementado con la información obtenida de la Línea base de Geología de este proyecto (**Capítulo 3.1.6. Línea Base Geología** del **EIA**)[1].

[1] *En el contexto del proyecto, las obras proyectadas en las áreas de modificación de la infraestructura vial existente son de escasa extensión (>1 km) y los movimientos de tierra serán superficiales (30 cm de profundidad).*

E.3. Trabajo de gabinete o análisis de datos

A partir de la información bibliográfica y en conjunto con el análisis de los datos de terreno, se realizó una evaluación del potencial paleontológico de las unidades geológicas presentes en el área de influencia del Proyecto basándose en la metodología presentada en la Guía de Informes Paleontológicos del CMN (2016). En ésta, es posible distinguir unidades con tres categorías de potencial paleontológico, las que pueden sintetizarse como:

- Estéril (potencial paleontológico bajo a nulo): unidades que correspondan a cuerpos intrusivos y productos volcánicos de alta temperatura y energía, exceptuando ciertos tipos de ignimbritas.
- Susceptible (potencial paleontológico bajo a medio): unidades sedimentarias y volcano sedimentarias con facies con posibilidad de contener fósiles, aun cuando carezcan de antecedentes paleontológicos bibliográficos. Desde el punto de vista sedimentológico, se trata de facies que, por el ambiente sedimentario que representan, podrían albergar restos paleontológicos. También se incluyen en esta categoría unidades geológicas que han sido cartografiadas con una escala de poco detalle que no permite localizar dónde se encuentran los niveles susceptibles y/o fosilíferos.
- Fosilífera (potencial paleontológico medio a alto): Son aquellas unidades sedimentarias y volcano sedimentarias en las cuales se ha reportado, ya sea en la literatura (artículos y resúmenes científicos, SEIA, etc.) o durante la inspección visual, su contenido fosilífero.

Finalmente, se integró toda la información recabada en las fases previas, presentándose resultados y conclusiones de la línea de base.

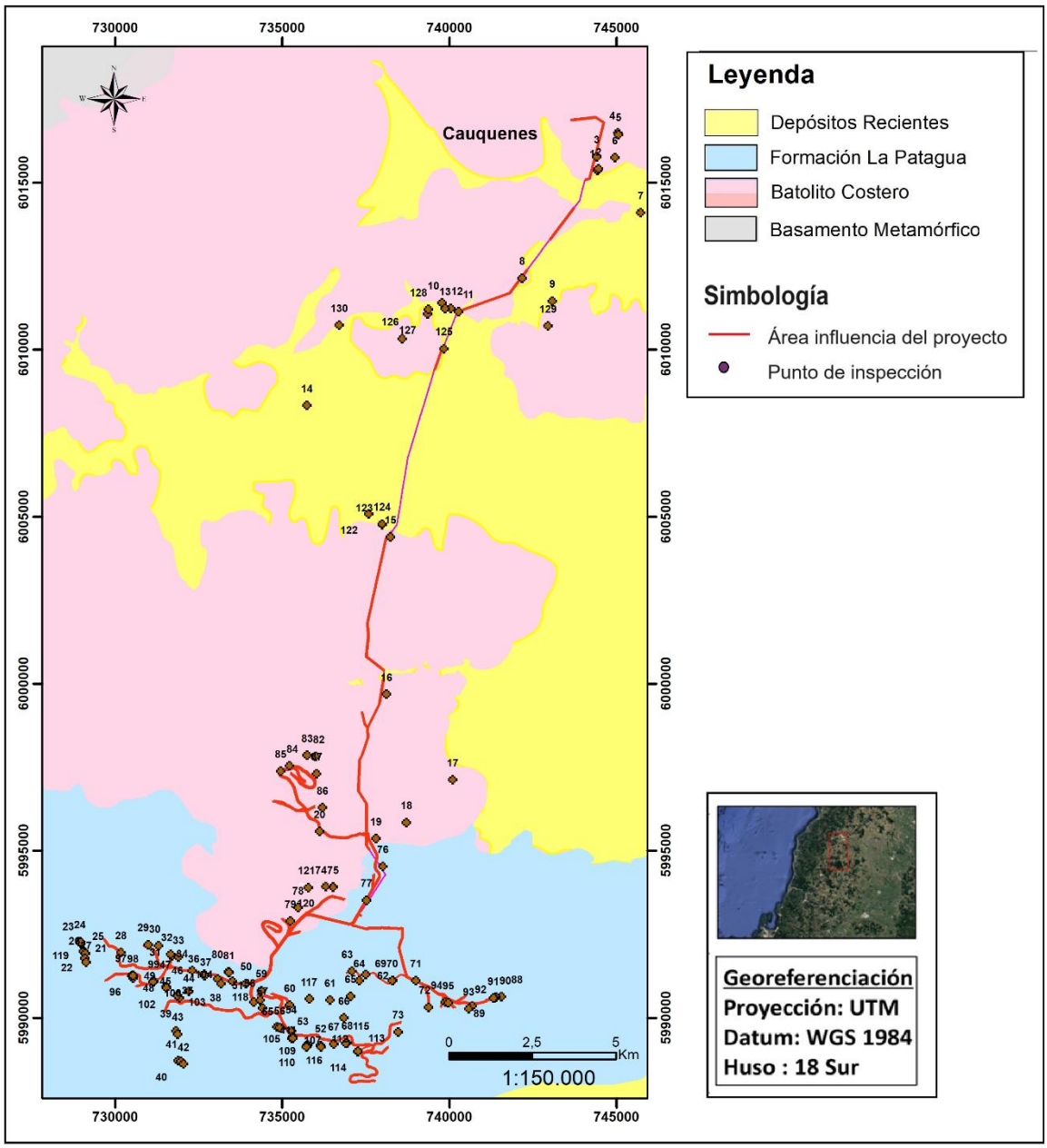


Figura 4. Mapa geológico del área de estudio con los puntos de control para inspección visual de afloramientos o geoformas (Apéndice 3).

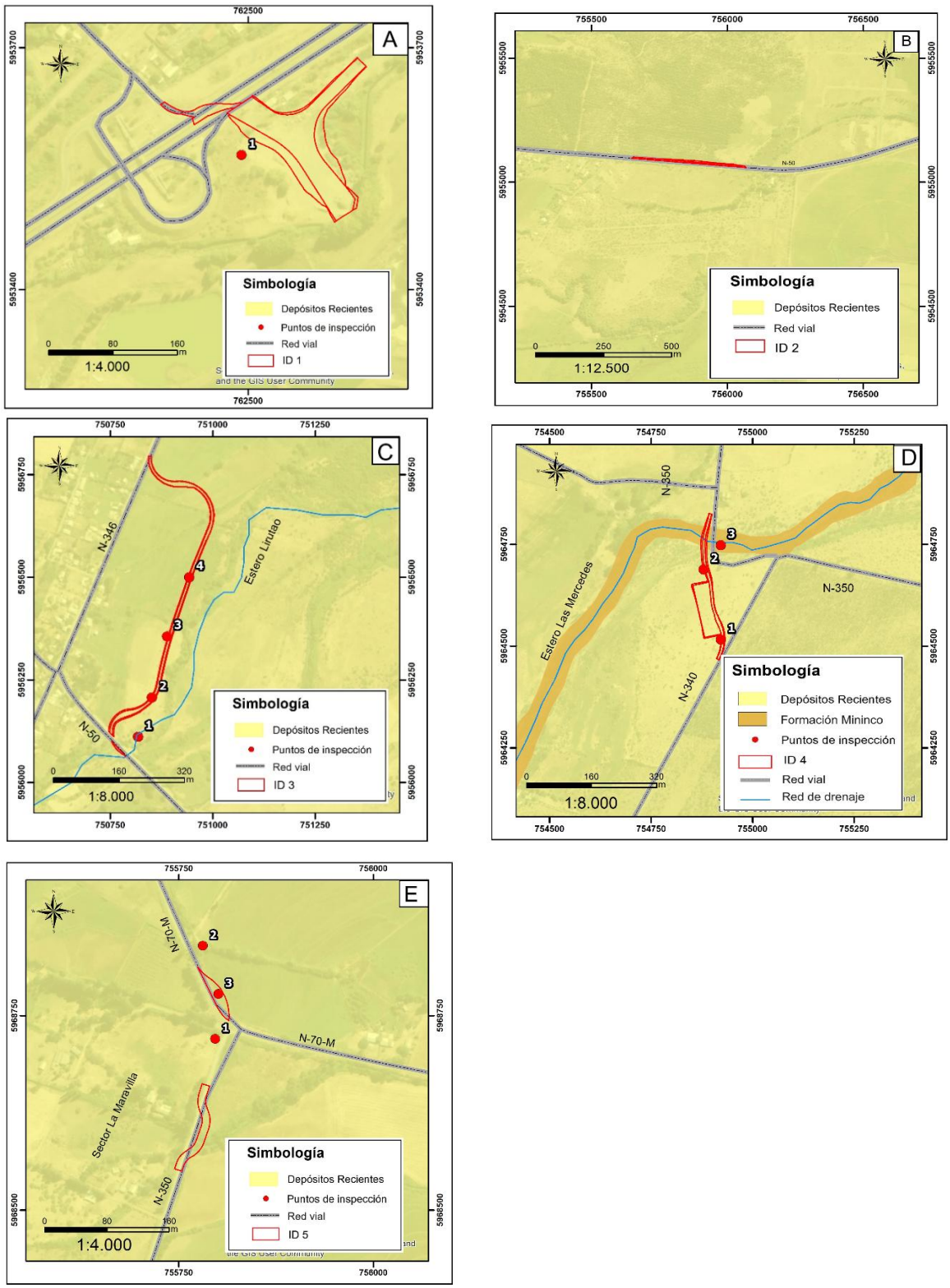


Figura 5. Puntos de inspección (Apéndice 4) en las modificaciones A) ID 1. B) ID2. C) ID 3. D) ID 4. E) ID 5.

F. RESULTADOS

F.1. Antecedentes paleontológicos

A continuación se presentan antecedentes paleontológicos asociados a unidades que afloran en las cercanías del Proyecto, como también de unidades en otras regiones y contextos geológicos más lejanos, pero que son correlacionables geológicamente. De las unidades expuestas en el Marco Geológico y las cuales se encuentran dentro del área de influencia del Proyecto, se han reportado hallazgos paleontológicos tanto en las unidades de edad Triásico (Formación La Patagua y correlacionables) como en las unidades Pleistoceno-Reciente (Depósitos Recientes) (**Apéndice 6**). Los hallazgos reportados para dichas unidades están representados en la **Figura 6**.

F.1.1. Antecedentes Paleontológicos en Unidades Triásicas

Los depósitos triásicos reconocidos para el área de influencia corresponden a la Formación La Patagua o también denominada Estratos de Pocillas (Gajardo, 1981). En niveles de lutitas de esta unidad, en la Localidad de Cerro Quilvo (10 km al SE del Proyecto), Hervé *et al*. (1976) reportó una flora constituida *por Taeniopteris mareyesiaca*, *Taeniopteris* sp. y *Thinnfeldia* (*T. lancifolia*), posteriormente Troncoso y Herbsth (2007) ampliaron el listado de hallazgos incorporando *Dicroidium odontopteroides*, *Linguifolium* sp. entre otros géneros. Estos últimos autores, incorporan además otras localidades de unidades triásicas con hallazgos de flora reportadas previamente, entre las cuales están: Cerro Ranguilí, 150 km al norte del proyecto, en la Formación Estero La Higuera (Herbst, 2000; Gutiérrez, 1980 en Troncoso y Herbst, 2007), Cerro Gupo 50 km al NE en una unidad sin nombre formal y Río Quillén, cuyo material fuera anteriormente reportado por Fritzsche (1921) en depósitos probablemente Formación Huimpil-Llafquentué.

En la localidad de Cerro Gupo, 25 km al suroeste de San Javier, Tavera (1962) reportó la presencia de bivalvos, amonites y restos de plantas fósiles en pizarras y pizarras arenosas. Además, en dicho estudio, reportó, bivalvos, cefalópodos y algunas trazas fósiles en la localidad de Curepto (valle del estero Oñolco, sector Estrechura de la Cruz). La presencia de *Pseudomonotis ochotica densistriata* (o género *Monotis* según Westerman, 1970), *Nevadites sutanensis* y *Analcites s*p. aff. *diener*i, permitiría asignarles una edad noriense a estas sucesiones.

Thiele (1965) reconoce la presencia de bivalvos y restos de plantas en capas de lutitas y areniscas ubicadas en los sectores Las Palmas y Los Guindos (9,5 km al noreste de Curepto), bivalvos en lutitas ubicadas 10,5 km al sureste de Curepto (valle del estero Oñolco) y 2 km al sureste de Gualleco (donde la presencia de *Monotis subcircularis* permite atribuirle una edad nórica a los depósitos); y bivalvos y amonites en 6 km al oriente de Llico. También, reconoce la presencia de bivalvos localizados 5 km al noroeste de Hualañé, identificando igualmente la presencia de *Pseudomonotis ochotica var. densistriata*, entre otros.

Corvalán (1976) reconoce bivalvos en lutitas de la Formación El Cisne, al este de la localidad homónima y en rocas de la Formación Estero de la Higuera, permitiéndole asignarles una edad triásica superior a estos depósitos.

Más al sur, en la Región del Biobío, Leppe *et al*. (2006) también identificaron ejemplares de plantas fósiles en lutitas de la Formación Santa Juana, localizadas en el valle inferior del río Biobío. Y en la Región de los Ríos, Troncoso *et al*., (2004), reporta floras de edad triásico en la localidad del estero Chacaynilahue y en la ex Mina Huimpil en areniscas finas y limosas y en la localidad de Llafquentué.

F.1.2. Antecedentes Paleontológicos en Unidades Pleistocenas-Recientes

Los Depósitos Recientes asociados al área del proyecto, presentan una amplia gama de unidades correlacionables las cuales han sido foco de reportes paleontológicos en zonas fuera del alcance del Proyecto. Gajardo (1981), en la carta preliminar del Maule, define para gran parte de la Depresión Central, un relleno asociado a la unidad Formación Mininco (de edad Plioceno) y restringe los depósitos de Sedimentos de Valles Actuales exclusivamente para los valles de los ríos y esteros. No obstante, en la leyenda del mapa indica que la Formación Mininco se encuentra cubierta por "suelo vegetal". Posiblemente, esta generalización se asocia a la escala de la cartografía, lo cual no permitió el mapeo y descripción detallada de lo que atribuían como suelo vegetal. Más recientemente, en la carta Pichibelco-Cauquenes (Jorquera *et al.,* 2023), replantean la geología de los valles en general, y presentan más unidades que caracterizan depósitos recientes. Entre ellas se encuentran: Depósitos Aluviales Y Fluviales Del Pleistoceno Superior-Holoceno (PlHaf) y Depósitos Fluviales Del Holoceno (Hf). La primera de esta unidad ha sido también reconocida mayoritariamente como Depósitos Recientes incluyendo por ejemplo las unidades Sedimentos de Valles Actuales (Hsva) y Sedimentos agrícolas (Hsa) de Ferraris (1981) para la Carta Concepción-Chillan. En este contexto, los Depósitos Recientes engloban aquellas unidades que cubren la planicie de los valles de transición y a la Depresión Central. En ninguna de estas unidades se han reportado hallazgos paleontológicos, no obstante, presentan características sedimentarias óptimas para preservar material fósil.

F.1.3. Antecedentes en el SEIA

En un rango de 30 km alrededor del Proyecto, se encontraron dos caracterizaciones paleontológicas (**Tabla 1**), asociadas al proyecto Parque Eólico Culenco ubicado en las comunas de Quirihue, Ninhue y San Carlos, Región del Ñuble (ingresado al SEIA a través de una Declaración de Impacto Ambiental); y el proyecto inter-regional (Concepción-Cauquenes) Sistema De Transmisión Zonal Grupo 3 S/E Itahue – S/E Hualqui. Este proyecto consiste en la implementación de un parque eólico con 31 aerogeneradores y una línea de transmisión, además de obras complementarias. En este estudio se reconocieron, como parte del área de influencia, a la unidad Depósitos cuaternarios (Q1), las unidades triásicas (Tr1m) y a intrusivos asociados a la unidad Dioritas y Pórfidos dioríticos. En ninguna de estas unidades se reportaron hallazgos fósiles durante la inspección visual de dicho estudio. Según eso, los autores definieron que los Depósitos cuaternarios y las unidades triásicas son consideradas unidades fosilíferas en términos de su potencial paleontológico (valor medio asignado), según la Guía de informes paleontológicos del CMN (2016). Por otra parte, en el límite norte del PE, se encuentra el proceso de calificación el Proyecto Parque Eólico Loncualhue, en la

comuna de Cauquenes. El área de influencia de este proyecto afecta a las unidades Batolito de la Costa y Sedimentos de Valles Actuales. En la línea de base del componente paleontológico de dicha DIA no se reportan hallazgos paleontológicos.

Tabla 1. Proyectos ubicados dentro de un radio de 30 km alrededor del Proyecto Parque Eólico El Sauzal e ingresados al SEIA.

Proyecto	Distancia al proyecto	Modalidad	Paleontología
Parque Eólico Culenco	15 km	DIA	Sin hallazgos reportados.
Parque Eólico Loncualhue	2 Km	DIA	Sin hallazgos reportados.
Sistema De Transmisión Zonal Grupo 3 S/E Itahue – S/E Hualqui	2 Km	EIA	Hallazgos en unidades mesozoicas.
Proyecto PF Carolina Solar	10 km	DIA	Sin hallazgos reportados

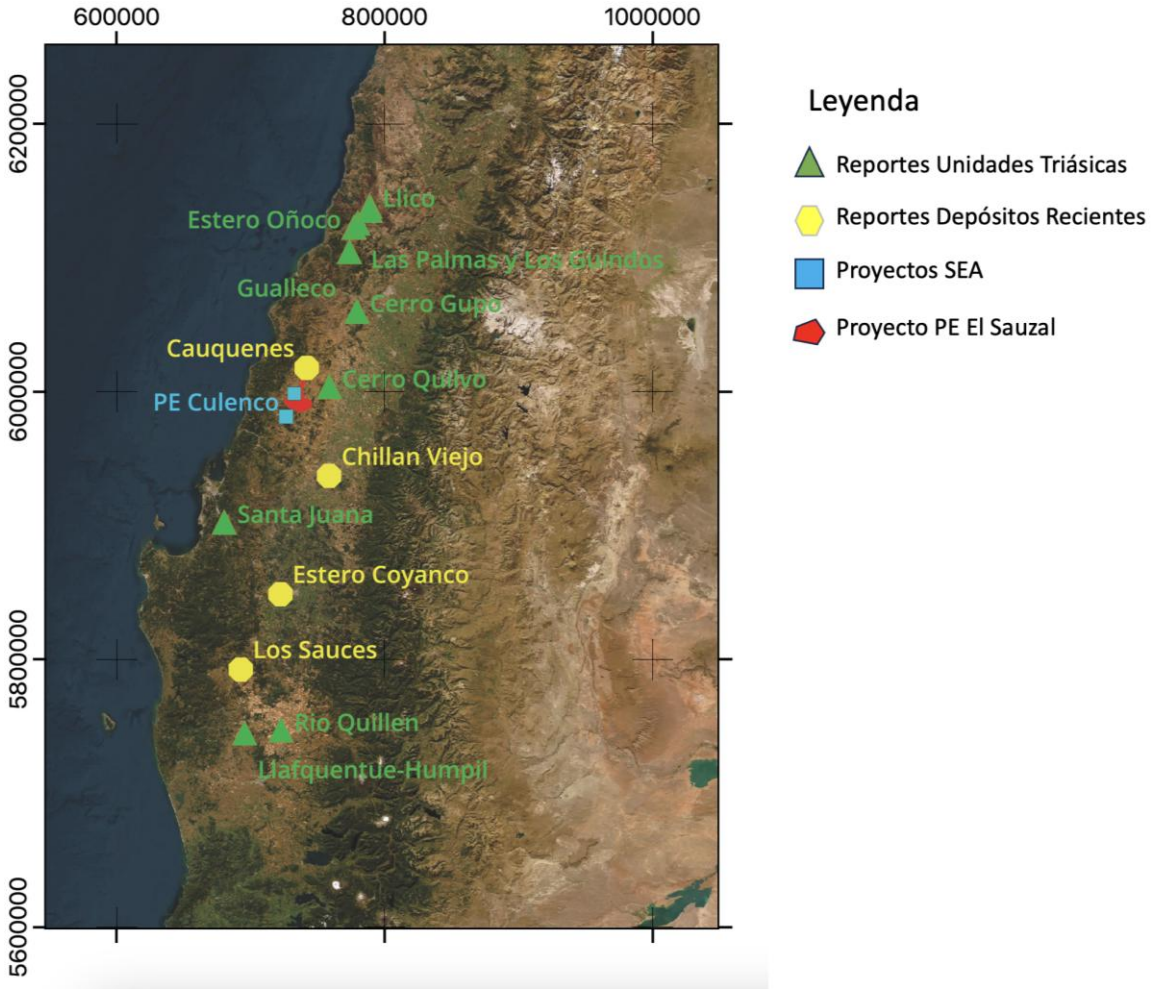


Figura 6. Mapa de ubicación de hallazgos paleontológicos en la zona Chile Central. Reportes asociados a la Cordillera de la Costa y Depresión Central de las unidades que conciernen a este estudio.

F.2. Aspectos geológicos y paleontológicos de las unidades

En el área de estudio se reconocieron tres unidades geológicas como parte del área de influencia del Proyecto, siendo de la más antigua a la más joven el Batolito Costero, Formación La Patagua y los Depósitos Recientes (**Figura 7**). El PE, constituido por 45 aerogeneradores, está inserto en las unidades Batolito Costero y Formación La Patagua, en tanto de la LT se distribuye en todas las unidades. A continuación, se describen las características geológicas reconocidas en terreno de cada una de estas unidades. La descripción y caracterización de las unidades en el área de influencia se hará en el siguiente orden: A) Parque Eólico y Línea de Transmisión y B) Modificaciones a la infraestructura vial.

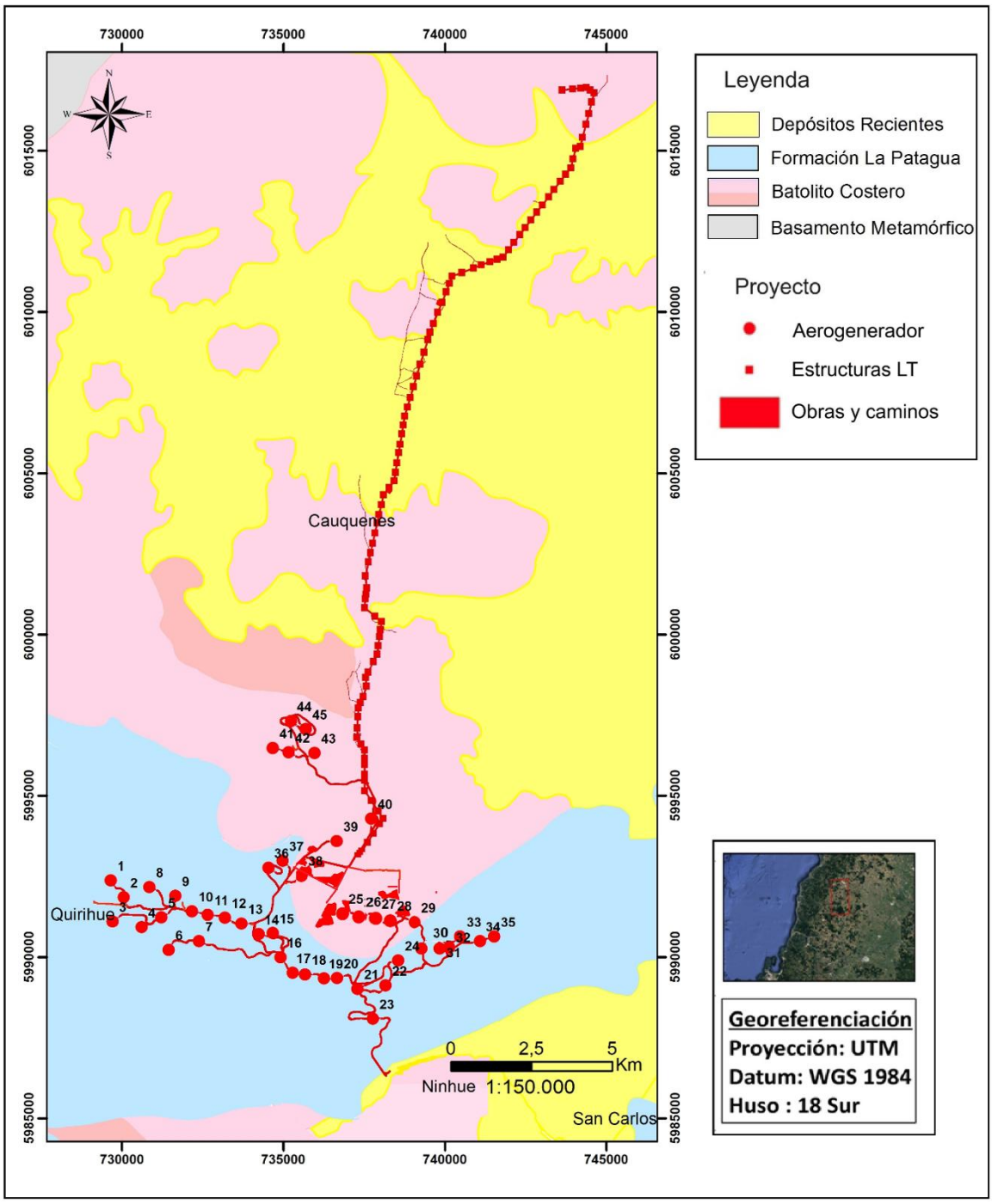


Figura 7. Mapa geológico del área de estudio (PE y LT) y obras asociadas del proyecto Parque Eólico El Sauzal.

F.2.1. Parque Eólico y Línea de Transmisión.

Esta sección incluye la descripción de las unidades geológicas asociadas tanto al PE, en el cual se contemplan las bases para los Aerogeneradores, los caminos y obras anexas como para las unidades de la LT en las cuales se contemplan las bases de las estructuras y los caminos asociados a las mismas. Para el caso del PE, este se encuentra completamente proyectado en la unidad Batolito Costero y Formación La Patagua, en tanto la LT contempla las unidades Batolito de la Costa (o Batolito Costero), Formación La Patagua y Depósitos Recientes (**Figura 7**).

F.2.1.1. Batolito Costero

Características: Esta unidad aflora como parte del relieve de laderas asociadas a la vertiente oriental de la Cordillera de la Costa, la cual se encuentra afectada por una serie de valles fluviales intermitentes de tercer orden (**Figura 7**). Alcanza las cotas entre los 420-220 m s.n.m. Los afloramientos de esta unidad se encuentran altamente meteorizados y alterados (argilizados), presentando en gran parte un alto grado de edafización (0-20 m de espesor), lo cual no permite observar con detalle la morfología de los cuerpos intrusivos (**Foto 1**). Localmente, se reconocen diques diabásicos y vetas de cuarzo y feldespato potásico.

Petrológicamente, las tonalitas presentan plagioclasas (45-60%), cuarzo (10-25%), biotita (5-20%) y menores cantidades de hornblenda, siendo texturalmente hipidiomórficas de grano fino a grueso. Las dioritas están compuestas por plagioclasa (50-65%), biotita (20-30%), cuarzo (0-5%) y trazas de hornblenda, con texturas hipidiomórficas predominantes y tamaño fino a medio.

El Batolito Costero contendrá 8 aerogeneradores del PE (el 36, 37 y 39 y del 41 al 45) y varios segmentos de la LT (de las estructuras 8 a la 44; 67 al 73; 79 al 83 y del 86 al 97) (**Figura 7; Figura 8; Apéndice 1.** Listado de aerogeneradores (AG) del PE, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S**; Apéndice 2.** Listado de estructuras de la LT, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero; D.R= Depósitos Recientes. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S).

No se registraron hallazgos paleontológicos en esa unidad.

Potencial Paleontológico: Esta unidad corresponde a una roca ígnea intrusiva, por lo que según los criterios y nomenclatura de la Guía de Informes Paleontológicos del Consejo de Monumentos Nacionales (CMN, 2016), la unidad clasifica dentro de la categoría de unidad estéril, con un potencial paleontológico nulo (**Apéndice 1.** Listado de aerogeneradores (AG) del PE, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S**; Apéndice 2.** Listado de estructuras de la LT, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero; D.R= Depósitos Recientes. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S).



Foto 1. Aspecto general del Batolito Costero. A) Afloramiento de tonalita con alto grado de alteración al este de la LT (Punto 17). B) Bloques redondeados de diorita en el extremo norte de la LT (Punto 2). C) Típica meteorización del batolito color pardo rojizo y bloques de tonalita sin alteración química, extremo sur de la LT, cercano al PE (Punto 83). D) Tonalita altamente alterada por meteorización esferoidal y procesos de edafización cercano al AG 42, en el extremo norte del PE (Punto 87).

F.2.1.2. Formación La Patagua

Características: Esta unidad se distribuye mayoritariamente en el sector sur del PE, conformando al igual que el batolito costero, parte de las laderas orientales de la Cordillera de la Costa, las que constituyen altos topográficos asociados a interfluvios, los cuales bordean los 300-420 m.s.n.m (**Figura 7**). En general, la unidad es predominantemente volcánica-volcaniclástica, la cual presenta un grado de alteración y meteorización elevado y permite reconocer parcialmente las composiciones de las rocas.

Litológicamente, en gran parte de los puntos de control, se comprobó que esta unidad está dominada por rocas volcánicas y volcano sedimentario (**Foto 2**). Las rocas volcánicas extrusivas, las cuales son la litología dominante de esta unidad, están afectadas por una alteración y meteorización muy avanzada que ha obliterado su textura original, quedando sólo como relictos de ésta cantidades menores de fenocristales de plagioclasa (<20%) que no superan los 5 cm, dominando un tamaño entre 2 y 3 cm. Lavas con texturas más frescas pueden ser reconocidas en el sector oriental del PE donde se observan andesitas con texturas vesiculares que sugieren procesos de desgasificación subaérea. Localmente es posible encontrar dacitas, aglomerados volcánicos y coladas ocoíticas.

En alternancia estratigráfica, se reconocen localmente rocas piroclásticas caracterizadas por tobas, tobas de lapilli y, localmente, tobas soldadas de espesores métricos.

Los depósitos descritos para Formación La Patagua en el área de influencia del Proyecto sugieren un volcanismo explosivo sub aéreo alternado por coladas de lavas.

Sobre esta unidad, se enmarca la construcción de 37 aerogeneradores del PE (del 1 al 35, 38 y el 40) y 7 estructuras de la LT (del 1 al 7) (**Figura 7; Figura 8).** Acorde a la revisión bibliográfica respecto a los hallazgos paleontológicos de la Formación La Patagua, y de las unidades correlacionables, esta unidad clasifica como Unidad fosilífera. No obstante, teniendo en consideración que: a) en el área de Proyecto no se reconocieron las facies sedimentarias asociadas a los hallazgos en la literatura (facies de ambientes transicionales, con litologías finas como fangolitas y limolitas), sino que, se reconocen mayoritariamente facies volcánicas y volcanosedimentarias (rocas piroclásticas) y que además b) no se realizaron hallazgos fósiles en la inspección visual en la etapa de terreno se indica, según los criterios y nomenclatura de la Guía de Informes Paleontológicos del Consejo de Monumentos Nacionales (CMN, 2016), que la unidad Formación La Patagua clasifica dentro de la categoría de unidad Fosilífera, con un potencial paleontológico alto (**Apéndice 1.** Listado de aerogeneradores (AG) del PE, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S**; Apéndice 2.** Listado de estructuras de la LT, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero; D.R= Depósitos Recientes. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S).



Foto 2. Afloramientos y aspecto general de Formación La Patagua. A) Secuencia de rocas volcánicas localmente alteradas en el extremo occidental del PE, cercano a AG 1 (Punto 24). B) Detalle de colada de lava afanítica al sur del PE (Punto 40). C) Secuencia de tobas mal estratificadas y alteradas en el extremo oriental del PE, cercano a AG 32 (Punto 95). D) Detalle de toba de lapilli en AG 24 (Punto 68).

F.2.1.3. Depósitos Recientes

Características: Estos depósitos están restringidos principalmente a las zonas bajas como fondos de valle, quebradas y laderas de esteros. Constituyen morfologías relativamente planas a cotas que rodean lo 160 m.s.n.m. (**Figura 7**).

Estos depósitos sobreyacen en inconformidad y en onlap a todas las unidades mencionadas anteriormente. En gran parte del área de influencia y en los alrededores, estos depósitos se encuentran fuertemente afectados por acción antrópica ligada a actividad agrícola (**Foto 3**).

Litológicamente, estos sedimentos corresponden a depósitos no consolidados de origen fluvio-aluvial, correspondientes a limos, arena y gravas polimícticas, matriz-soportada adosadas a los cauces de fluviales de flujo permanente y torrenciales.

Desde el punto de vista de la proveniencia, estos sedimentos tienen estrecha relación con la geología circundante, representada por cuarzo, proveniente del Batolito Costero, y clastos volcánicos derivados de la erosión de la Formación La Patagua. Son equivalentes y correlacionables a la unidad de Sedimentos de Terrazas Fluviales definida por Ferraris (1981) en la Región del Biobío.

Sobre esta unidad se implementarán los tramos de la LT constituidos por las estructuras 45 a la 66; 74 a 78 y 84 a 85. No hay aerogeneradores del PE asociados a esta unidad (**Figura 7; Figura 8; Apéndice 1.** Listado de aerogeneradores (AG) del PE, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S**; Apéndice 2.** Listado de estructuras de la LT, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero; D.R= Depósitos Recientes. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S).

Potencial Paleontológico: Durante la inspección visual de los depósitos de esta unidad no se reconocieron fósiles ni trazas fósiles en las cercanías del proyecto. No obstante, dada la abundante cantidad de registros paleontológicos asociados a unidades de edad Pleistoceno-Holoceno en regiones cercanas, es posible categorizar esta unidad como susceptible con un potencial paleontológico medio (sensu CMN, 2016) (**Apéndice 1.** Listado de aerogeneradores (AG) del PE, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S**; Apéndice 2.** Listado de estructuras de la LT, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero; D.R= Depósitos Recientes. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S).



Foto 3. Aspecto general de los Depósitos Recientes. A) Terrazas constituida por arenas finas a muy finas, alteradas por actividad agrícola al oeste de la LT (Punto 126). B) Alternancia de conglomerado matriz soportado y arenas finas con alteración de raíces actuales en fondo de valle en el extremo sur de la LT (Punto 75). C) Escarpe con afloramiento de arenas masivas sin estratificación alternada con lentes de conglomerados en la LT (Punto 125). D) Fondo de valle constituido por arenas con fuerte alteración por actividad agraria, cercano a extremo norte de LT (Punto 7).

La **Figura 8** indica el potencial paleontológico atribuido a la litología encontrada en el área de influencia del Parque Eólico y de la Línea de Transmisión.

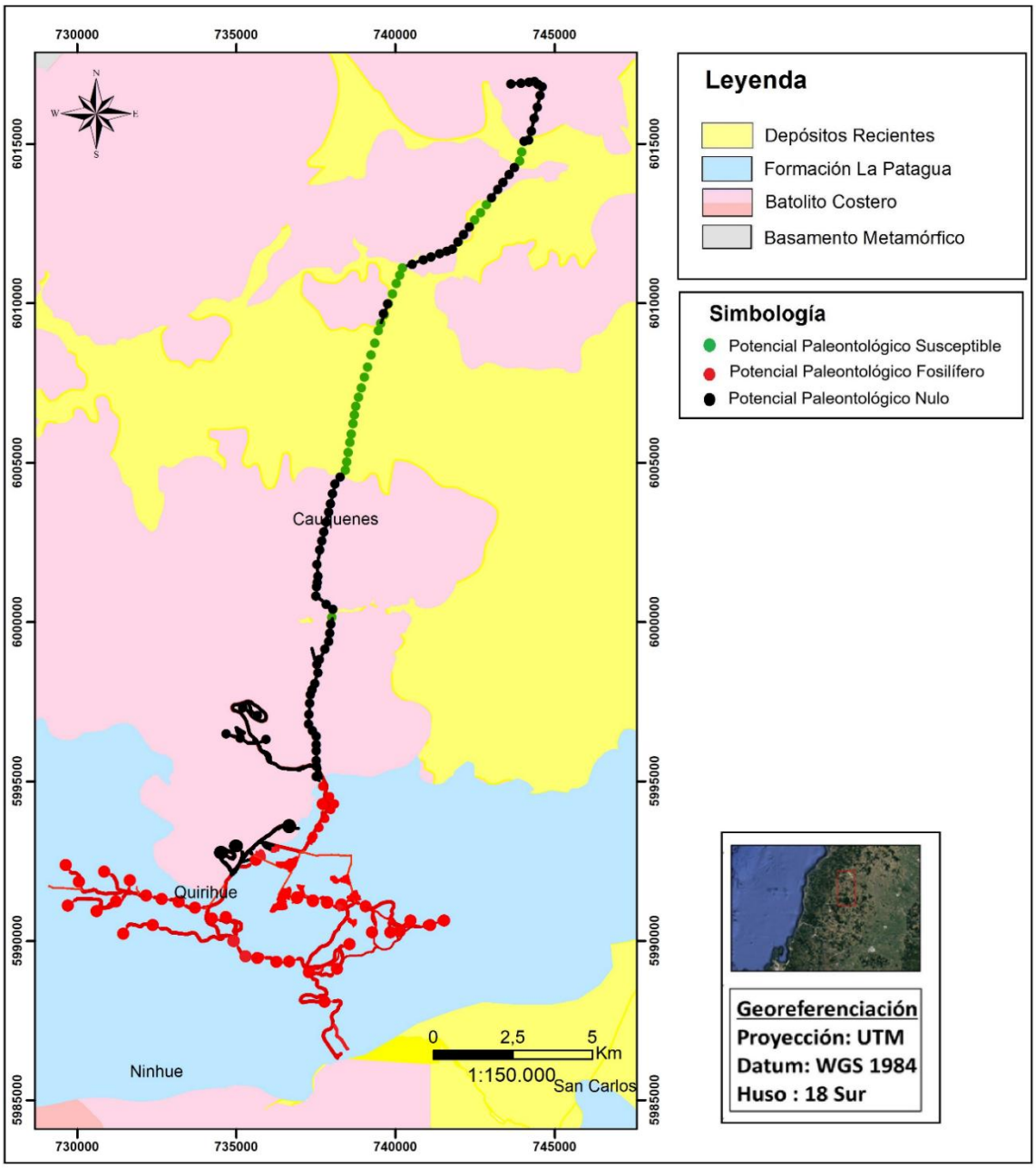


Figura 8. Mapa de potencial paleontológico atribuido a las unidades geológicas asociadas al área de influencia del proyecto.

F.2.2. Modificaciones a la infraestructura vial

A continuación, se describirán las unidades y el potencial paleontológico asociado a las áreas de Modificaciones a la infraestructura vial. Las coordenadas de los puntos de inspección de cada polígono están descritas en el **Apéndice 4**.

F.2.2.1. Modificaciones a la infraestructura vial en Depósitos Recientes

Las modificaciones a la infraestructura vial entre el enlace de la Ruta 5 a la Ruta N-50 y luego entre la Ruta N-346 y N-350 consistirán en modificaciones para el paso de camiones sobredimensionados. Las modificaciones a la infraestructura vial que competen a esta unidad son la ID1 – ID5; ID 17; ID 37; ID A (ver **Apéndice 5**).

Litológicamente, en todas las áreas de estas modificaciones a la infraestructura vial, el sustrato que compete a estas corresponde mayoritariamente a depósitos fluviales de alta energía asociados a barras conglomerádicas e interbarras. Estos depósitos están constituidos por conglomerados clastosoportados polimícticos, arenas laminadas y lentes de gravas, con predominancia de clastos volcánicos de buena redondez y esfericidad. En algunos puntos (ID 4) se reconocieron depósitos tobáceos alterados asociados a la Formación Mininco. A pesar de la limitada exposición de afloramientos y la intervención antrópica en varias localidades, las características observadas indican un origen fluvial unidireccional con ausencia de fósiles o trazas fósiles. El detalle de estas observaciones se basa en la descripción en terreno de cinco polígonos, en las que se reconocieron 11 puntos de inspección que permiten definir óptimamente las características del sustrato de las modificaciones a la infraestructura vial en esta unidad:

F.2.2.2. Adecuación ID1:

Descripción: Este se encuentra ubicado en la intersección entre la Ruta 5 y la Ruta N-50 (**Figura 2; Figura 9**). Los afloramientos son escasos debido a la gran intervención urbana. En el costado oriental de la Ruta 5 hay una cantera que permite observar por lo menos 10 m de sección. Geológicamente está ubicado en el dominio de la Depresión Central y contempla la unidad Depósitos Recientes (**Figura 7**). Litológicamente está constituido por conglomerados clastosoportados polimícticos mayoritariamente masivos intercalados con niveles centimétricos de arenas con laminación paralela. Los conglomerados están constituidos mayoritariamente por líticos volcánicos con buena preservación, localmente presentan imbricación de clastos. El diámetro de los líticos varía entre los 5-10 cm y presentan buena redondez y esfericidad. La matriz corresponde a arenas volcánicas mal seleccionadas (**Foto 4**). Acorde con las facies observadas, es posible indicar que estos depósitos tienen una proveniencia fluvial asociados a canales específicamente barras conglomerádicas de alta energía y constante asociadas a flujos unidireccional (**Foto 4**).

No se observan arquitecturas claras que permitan caracterizar paquetes sedimentarios. No se reconocieron fósiles ni trazas fósiles en estos depósitos.

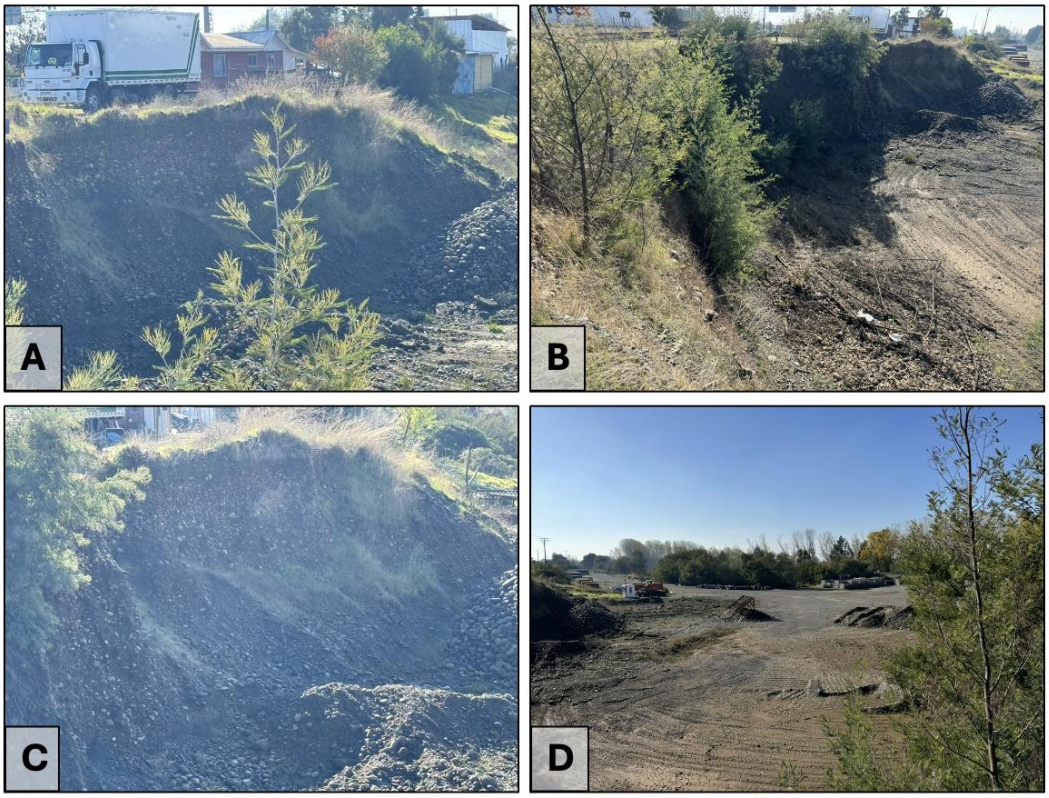


Foto 4. Aspecto de Depósitos Recientes en ID1. Depósitos de gravas no consolidadas en cantera en punto 1.

F.2.2.3. Adecuación ID2

Descripción: Este polígono se encuentra en la Ruta N-50 en el dominio de la Depresión Central. No se reconocen afloramientos para su descripción optima, no obstante, por correlación de las otras modificaciones a la infraestructura vial, se interpreta que se encuentra en depósitos similares, constituidos por conglomerados y arenas asociados a los Depósitos Recientes. No se reconocieron fósiles ni estructuras de trazas en estos depósitos.

F.2.2.4. Adecuación ID3

Descripción: Este polígono se encuentra en la Intersección rutas N-50 con N-386 (**Figura 2; Figura 9**). A nivel geomorfológico está en el dominio de la Depresión Central. Específicamente corresponde a una llanura de inundación asociada al estero Lirutao. Se caracterizaron 4 puntos de inspección en los cuales se reconocieron en todo Depósitos Recientes (**Figura 7**). No se observan afloramientos importantes que permitan reconocer en profundidad mayor al 1.5 m la conformación geológica. En el escarpe del estero mencionado, se observó una alternancia entre arenas con laminación paralela y masiva de espesor decimétrico, alternado con lentes de gravas clastosoportados. Estas gravas están constituidas mayoritariamente por líticos volcánicos

andesíticos y afaníticos de mala selección. Presentan buena redondez y esfericidad (**Foto 5**). En resto de los puntos se observaron abundantes clastos similares a los del punto 1 los cuales han quedado como remanente del suelo, posiblemente producto de la erosión y el retrabajo antrópico. Estos clastos aparecen más acumulados en unas zonas que otras, lo cual posiblemente se debe al remanente asociado a zonas donde hay mayor presencia de gravas. Esto en conjunto con las facies, permite sugerir que estos depósitos, al igual que el ID1, corresponden a depósitos fluviales de alta energía, dominado por facies de barras e interbarras. No se reconocieron fósiles ni estructuras de trazas en estos depósitos.

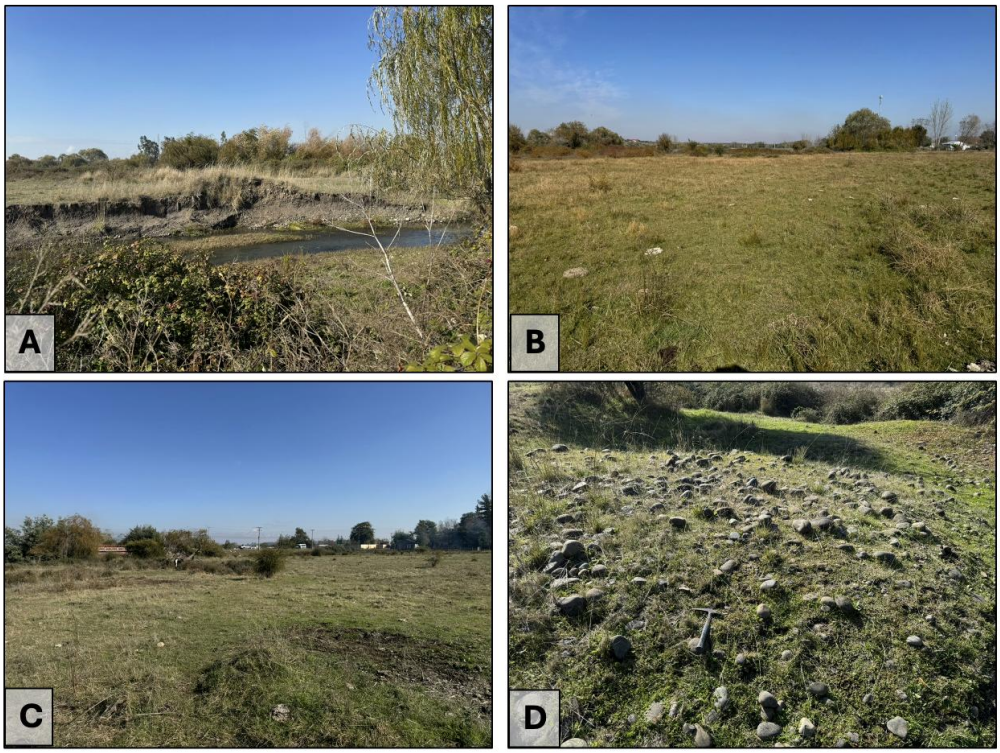


Foto 5. Aspecto de Depósitos Recientes en ID3. A) Escarpe del Estero Lirutao constituido por arenas y gravas en punto 1. B) y C) Aspecto de la llanura de inundación. D) Acumulaciones de líticos provenientes de los depósitos fluviales.

F.2.2.5. Adecuación ID4.

Descripción: Este polígono se encuentra en el Puente Santa Josefina de la Ruta B-350, en el dominio de la Depresión Central. Se reconocieron 3 puntos de inspección en los cuales se observaron facies similares a las otras modificaciones a la infraestructura vial. En la superficie del suelo actual predominan líticos de gravas dispersos de constitución similar, conformados principalmente por líticos volcánicos. En el punto 3 en el borde del Estero Las Mercedes, se reconocen lentes de conglomerados alternados con gravas. El Estero Las Mercedes presenta una gran carga de estos líticos en su cauce actual. Además, en el mismo punto, se observó a la orilla del estero, depósitos tobáceos muy alterados de color verde-amarillo. Se asocian estos depósitos a la Formación

Mininco, no obstante, la extensión de estos depósitos no es suficiente para otorgar una correlación más clara. Se estima un espesor de 4-5 m para los Depósitos Recientes, lo cual puede variar según la superficie actual o variaciones del contacto con Formación Mininco.

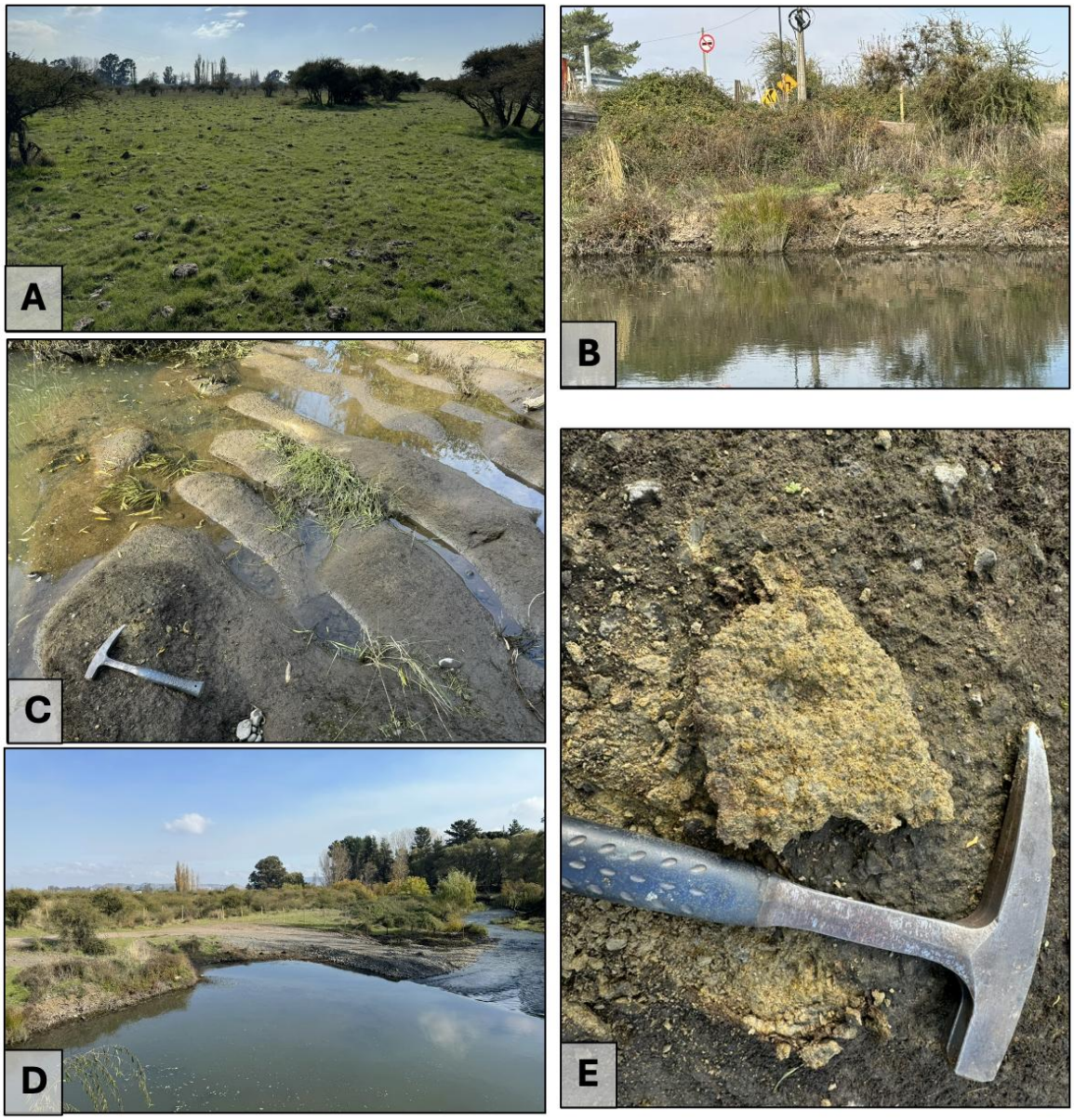


Foto 6. Aspecto de Depósitos Recientes en ID4. A) Aspecto de la llanura de inundación B) Escarpe del Estero La Maravilla constituido por arenas y gravas en punto 1. C) Depósitos de la Formación Mininco erosionados por el caudal del estero. D) Vista general del escarpe del estero y acumulación de gravas en su caudal provenientes de los depósitos recientes. E) Tovas líticas con pómez alterada de la Formación Mininco.

F.2.2.6. Adecuación ID5

Descripción: Se encuentra ubicado en la Intersección Ruta B N-350 con ruta N-70-M (**Figura 2; Figura 9**). Este polígono, al igual que los anteriores, se encuentra en el dominio de la Depresión Central, a 9 km directamente al norte de ID3. El sector se encuentra altamente afectado por labores antrópicas (siembras y caminos) (**Foto 7**). Se lograron reconocer tres puntos de inspección que permiten indicar que el sustrato geológico está constituido por Depósitos Recientes (**Figura 9**). En el punto 1 se reconocen abundantes clastos acumulados en la superficie actual, los cuales son de similares características que aquellos provenientes de las gravas de las modificaciones a la infraestructura vial anteriormente caracterizadas (**Foto 7**). En un pequeño escarpe en el punto 3, se logró observar una pequeña sección de 1 metro de espesor, en la cual se logró caracterizar un tramo constituido por arenas y gravas (**Foto 7**). No se observan suficientes datos estratigráficos y sedimentológicos que permitan incluir estructuras o tipos de contactos entre las facies. No obstante, a juzgar por la similitud de las gravas y la persistencia de sus apariciones en la superficie actual, es posible sugerir que corresponden a un contexto sedimentológico similar a la de las modificaciones a la infraestructura vial anteriores. No se reconocieron fósiles ni estructuras de trazas en estos depósitos.

F.2.2.7. Potencial Paleontológico de Modificaciones a la infraestructura vial en Depósitos Recientes.

En todos los polígonos de modificaciones a la infraestructura vial descritos para esta unidad y a partir de los puntos de inspección analizados, se reconocieron litologías asociadas a los Depósitos Recientes. Durante la inspección visual de los depósitos de esta unidad, no se reconocieron fósiles ni trazas fósiles. No obstante, dada la abundante cantidad de registros paleontológicos asociados a unidades de edad Pleistoceno-Holoceno en regiones cercanas, es posible categorizar esta unidad como susceptible con un potencial paleontológico medio (CMN, 2016).



Foto 7. Aspecto de Depósitos Recientes en ID5. A) Aspecto de la planicie y cobertura de suelo en punto 3. B) Depósitos de arenas y gravas mal seleccionadas en punto 2. C) y d) Sustrato de arenas con procesos de edafización en punto 2.

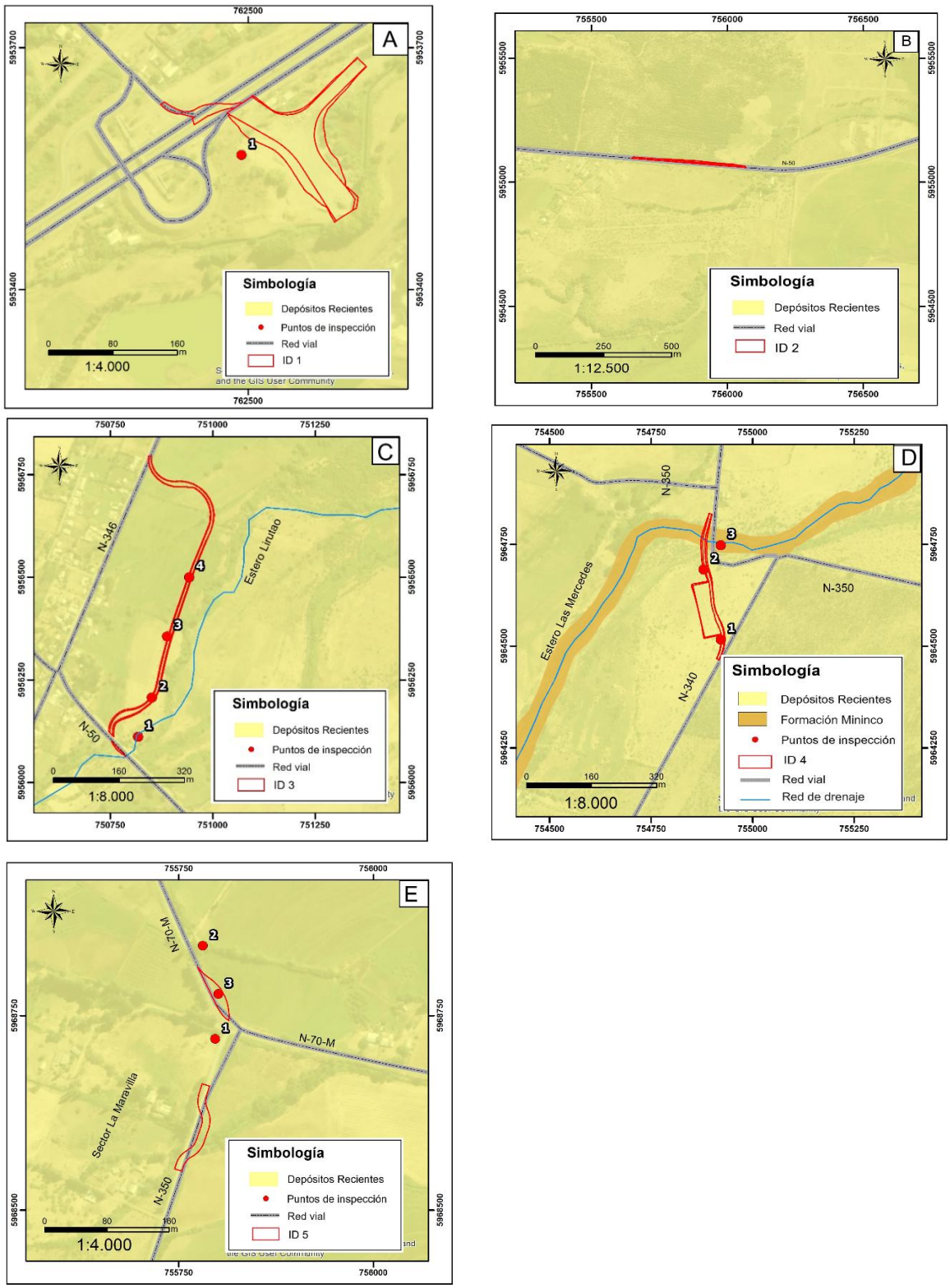


Figura 9. Mapas geológicos de las modificaciones a la infraestructura vial y puntos de inspección (Apéndice 4). A) ID 1. B) ID2. C) ID 3. D) ID 4. E) ID 5.

F.2.2.8. Modificaciones a la infraestructura vial en Formación La Patagua

Los polígonos que competen a esta unidad corresponden a las modificaciones a la infraestructura vial ID14, ID15 y ID16. En la ID 14 se proyecta un trazado alternativo y en las ID 15-ID16 un ensanche del camino existente. Acorde con las observaciones del **Capítulo 3.1.6. Línea Base Geología** del **EIA,** el sustrato está constituido por rocas volcánicas constituidas por dacitas-andesitas las cuales se encuentran en un alto grado de meteorización (**Figura 3**).

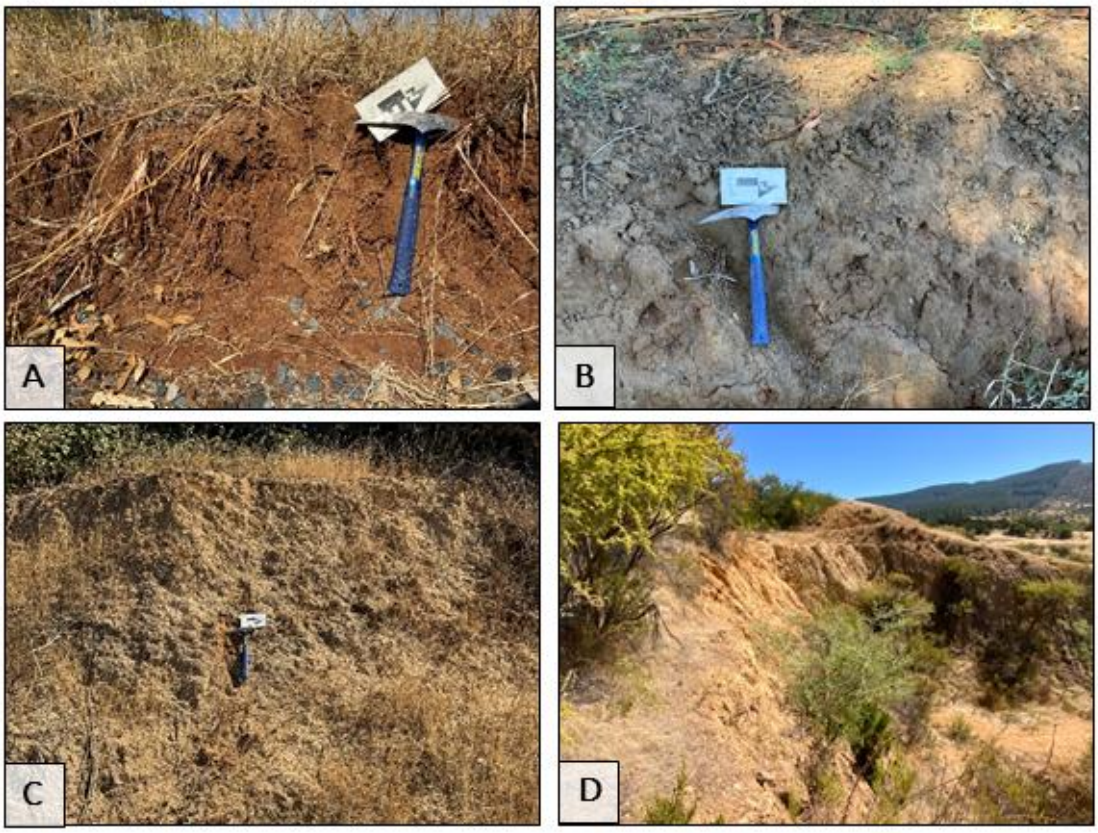
Acorde a la revisión bibliográfica respecto a los hallazgos paleontológicos de la Formación La Patagua, y de las unidades correlacionables, esta unidad clasifica como Unidad fosilífera. No obstante, teniendo en consideración que las principales litologías reconocidas corresponden a rocas volcánicas y que además no se realizaron hallazgos fósiles en la inspección visual en la etapa de terreno se indica, según los criterios y nomenclatura de la Guía de Informes Paleontológicos del Consejo de Monumentos Nacionales (CMN, 2016), que la unidad Formación La Patagua clasifica dentro de la categoría de unidad Fosilífera, con un potencial paleontológico alto, debido a que en la literatura se han reportado variados hallazgos paleontológicos en esta unidad.

F.2.2.9. Modificaciones a la infraestructura vial en Batolito Costero

Los polígonos que competen a esta unidad corresponden a las modificaciones a la infraestructura vial ID6 al ID13, ID22 e ID B. Estas áreas corresponden a ensanches de camino para el paso de camiones sobredimensionados en las rutas N 70 M y N790M.

La litología en estas áreas corresponde a rocas intrusivas de composición diorítica, tonalítica a granodiorítica de grano fino a medio. Presenta un alto grado de meteorización (regolito) y el desarrollo de suelo, alcanzado un espesor por sobre los 2 m (**Figura 3** y **Foto 8**)

Para estas modificaciones a la infraestructura vial, la caracterización geológica del presente anexo es concordante con los antecedentes del **Capítulo 3.1.6. Línea Base Geología** del **EIA**, en cuanto a que el sustrato corresponde a rocas ígneas intrusivas del Batolito Costero. En consecuencia, según los criterios y nomenclatura de la Guía de Informes Paleontológicos del Consejo de Monumentos Nacionales (CMN, 2016), la unidad clasifica dentro de la categoría de unidad estéril, con un potencial paleontológico nulo.



Fuente: ***Capítulo 3.1.6. Línea Base Geología*** *del* ***EIA****.*

Foto 8. Afloramientos representativos del Batolito Costero en las áreas de modificación de la infraestructura vial existente asociadas a ID6 al ID13, ID22 e ID B. A) Suelo residual derivado de la alteración y meteorización de cuerpo intrusivo diorítico en el punto 6. B) Suelo residual granodiorítico en punto 10. C) Suelo residual tonalítico en punto 12. D) Regolito tonalítico en punto 14.

G. CONCLUSIONES

Se realizó una campaña de terreno en la cual se inspeccionaron 130 puntos que permitieron corroborar aspectos geológicos además de una inspección visual de las unidades con tal de caracterizar el potencial paleontológico de las mismas.

El área de influencia para esta componente queda restringida exclusivamente a las posiciones tanto de los aerogeneradores y los caminos como las estructuras de la línea de transmisión, que son los sectores donde se efectuarán remociones de sustrato (rocoso o de sedimentos). En este contexto, geológicamente el área de influencia del Proyecto considera tres unidades geológicas: a) rocas ígneas del Batolito Costero, b) Depósitos volcano-sedimentarios de Formación La Patagua y c) sedimentos no consolidados agrupados en la unidad Depósitos Recientes.

Respecto a los antecedentes paleontológicos de estas unidades, tanto Formación La Patagua como los Depósitos Recientes, presentan un importante registro fosilífero. En los proyectos reconocidos en el SEA cercanos al área de influencia, que contemplan las mismas unidades, no se reportaron hallazgos en sus respectivos estudios.

Asociado al área de influencia del proyecto, es posible concluir que:

Respecto al Parque Eólico:

- Un 82,2% (37 aerogeneradores) están proyectados en rocas de la unidad Formación La Patagua.
- Un 17,8 % (8 aerogeneradores) están proyectados en rocas de la unidad Batolito Costero.

Respecto a la línea de transmisión:

- Un 7,2% (7 estructuras) están proyectados en rocas de la unidad Formación La Patagua.
- Un 62,9% (61 estructuras) están proyectados en rocas de la unidad Batolito Costero.
- Un 29,9% (29 estructuras) están proyectados en sedimentos de la unidad Depósitos Recientes.

Respecto a las Modificaciones a la infraestructura vial:

- Los polígonos asociados a las modificaciones a la infraestructura vial ID1 – ID5; ID 17; ID 37; ID A se encuentran en la unidad Depósitos Recientes.
- Las áreas asociadas a ID14, ID15 y ID16 se encuentran en la unidad Formación La Patagua compuesta por rocas volcánicas (**Capítulo 3.1.6. Línea Base Geología** del **EIA**).
- Las áreas asociadas desde el ID6 al ID13, ID22 e ID B se encuentran en la unidad Batolito Costero.

De la inspección visual de los afloramientos reconocidos en el área del Proyecto, no se reconocieron fósiles ni trazas fósiles para las unidades Formación La Patagua ni Depósitos Recientes. La Formación La Patagua, si bien es definida como una unidad sedimentaria en su localidad tipo, en el

área del Proyecto está caracterizada por facies volcánicas a volcanoclásticas, lo cual estaría asociado a cambios laterales de facies respecto a la localidad tipo. Por otra parte, los estudios geológicos publicados en las cercanías del área de Proyecto son escasos y de una escala de magnitud mayor para las unidades sedimentarias. No obstante, unidades fuera del área del proyecto, las cuales son correlacionables con los depósitos descritos para el Proyecto presentan variados registros de hallazgos en la literatura. En este contexto, y en virtud de lo propuesto por CMN (2016) para la determinación del potencial paleontológico, esta unidad es clasificada como fosilífera con un potencial paleontológico alto. En tanto, la unidad Depósitos Recientes, es calificada como Susceptible (medio). La unidad Batolito Costero, por el contrario, clasifica dentro de la categoría de unidad estéril, con un potencial paleontológico nulo.

Acorde a lo anterior, y debido a la constatación de unidades con potencial fosilífero en el área de influencia del proyecto, se entregarán todos los antecedentes requeridos para el otorgamiento del PAS Nº132.

H. MEDIDAS PROPUESTAS

En base al potencial paleontológico determinado para las unidades sedimentarias (Formación La Patagua y Depósitos Recientes) que se reconocen como parte del área de influencia del Proyecto y según los lineamientos señalados en la Guía de Informes Paleontológicos (CMN, 2016), se sugieren las siguientes acciones para la fase de construcción:

• Charlas de inducción: implementar ciclos de charlas calendarizadas durante el desarrollo de las obras a los trabajadores del titular y/o contratistas que participen de los movimientos de tierra en el Proyecto. Estas deben incorporar conocimientos básicos para la identificación de materiales paleontológicos. Además, se debe capacitar sobre un protocolo ante hallazgos paleontológicos imprevistos. Estas charlas deberán ser impartidas por un/a profesional asesor/a en paleontología que cumpla con lo establecido en la Resolución Exenta CMN N°650 de 2022, quien deberá remitir los reportes de esta actividad al CMN cada seis meses, incluyendo los siguientes puntos:

- Nombre y firma del/de la profesional que realizó la charla de inducción.
- Contenidos de la inducción realizada.
- Copia del material gráfico presentado a los/as asistentes.
- Registro fotográfico y/o audiovisual de la actividad.
- Síntesis de comentarios, observaciones y preguntas efectuada por los/as asistentes.
- Constancia de asistencia a la charla, indicando nombre, cargo, rut y fecha de ingreso a la obra de cada asistente, la cual deberá estar firmada por cada uno/a de los/as trabajadores/as.

• Monitoreos paleontológicos: Implementar una calendarización de monitoreos paleontológicos semanales para las obras relacionadas con la afectación a las unidades Formación La Patagua y Depósitos Recientes. Esto con el objetivo de recuperar eventuales restos fósiles que pudiesen ser de mayor relevancia durante los movimientos de tierra en la fase de construcción del Proyecto.

• En caso de efectuarse un hallazgo paleontológico, en el marco de las obras, partes o acciones del proyecto, y a fin de evitar incurrir en el delito de daño en Monumento Nacional establecido en el artículo 38° de la Ley N°17.288, se deberá proceder según lo establecido en los artículos 26° y 27° del mismo cuerpo legal y el artículo 23° del Decreto Supremo N°484 de 1990, del Ministerio de Educación, Reglamento sobre Excavaciones y/o Prospecciones Arqueológicas, Antropológicas y Paleontológicas (D.S. N°484 de 1990), paralizando toda obra en el sector del hallazgo e informar de inmediato y por escrito al Consejo de Monumentos Nacionales (CMN), para que este organismo determine los procedimientos a seguir, cuya implementación deberá ser efectuada por el Titular del proyecto.

Todas las medidas descritas anteriormente deben ser ejecutadas por un/a profesional asesor/a en Paleontología cuya información curricular sea acorde con la Res. Ex. N°650 de 2022 sobre la "Actualización de Antecedentes Profesionales para la Obtención de Permisos de Intervención Paleontológica y Realización de Trabajos en Paleontología Aplicada en Materias de Competencia del Consejo de Monumentos Nacionales".

I. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, L., Hervé, F., Godoy, E. 1972. Distribution of metamorphic facies in Chilean outline. Krystalinikum, Vol. 9, p. 7-19.

Brüggen, J. (1913). Informe sobre las esploraciones jeolójicas de la rejión carbonífera del sur de Chile. Impr., litografía i encuadernacion" Barcelona,".

Camus, F., 2003. Geología de los sistemas porfíricos en los Andes de Chile. Servicio Nacional de Geología y Minería. 267 pp. Santiago, Chile.

Casamiquela, R. (1999). The Pleistocene vertebrate record of Chile. Quaternary of South America and Antarctic Peninsula, 7: 91–107.

Casamiquela, R. (1972). Catalogación crítica de algunos vertebrados fósiles chilenos. II Los Mastodontes. Ameghiniana, 9: 193–208.

Charrier, R. 1979. El Triásico en Chile y regiones adyacentes de Argentina: Una reconstrucción paleogeográfica y Paleoclimática. Comunicaciones. Nº 26, pp 1

Charrier, R., Pinto, L. Rodriguez, M.P. 2007. Tectonostratigraphic evolution of the Andean Orogen in Chile. The Geology of Chile. Moreno, T. & Gibbons, W. The Geological Society: 21-114. London.

Charrier, R., Farías, M., Maksaev, V., 2009. Evolución Tectónica, Paleogeográfica y Metalogénica durante el Cenozoico en los Andes de Chile Norte y Central e implicaciones para las regiones adyacentes de Bolivia y Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina. Vol. 65: 5-35.

CMN. 2016. Guía de Informes Paleontológicos. Área de Patrimonio Natural. Consejo de Monumentos Nacionales.

Corvalán, J. 1976. El Triásico y Jurásico de Vichuquén-Tilicura y de Hualañé, provincia de Curicó. Implicancias paleogeográficas. 1º Congreso Geológico Chileno (Santiago de Chile), Actas A137-A154.

Deckart, K., Hervé, F., Fanning, C., Ramírez, V., Calderón, M., Godoy, E. 2014. U–Pb geochronology and Hf–O isotopes of zircons from the Pennsylvanian Coastal Batholith, south-central Chile. Andean Geology, Vol. 41, 49–82.

Gajardo C., Aníbal (1981) Avance geológico hoja Concepción- Chillán, Región del Biobío [en línea]. Santiago. IIG. Mapas Geológicos Preliminares de Chile nº004.

Lopez-Escobar, L., Frey, F. A., & Vergara, M. (1977). Andesites and high-alumina basalts from the central-south Chile High Andes: geochemical evidence bearing on their petrogenesis. Contributions to Mineralogy and Petrology, 63, 199-228.

Escobar, F., Guzmán, R., & Vieira, C. (1977). Avance geológico de las hojas Rancagua-Curicó comuna, Talca-Linares, Chanco, Concepción-Chillán.

Ferraris, F. 1981. Mapas geológicos preliminares de Chile. Hoja Los Angeles-Angol, escala 1:250.000. Instituto de Investigaciones Geológicas, 32 pp. Santiago.

Franzese, J. R., & Spalletti, L. A. (2001). Late Triassic–early Jurassic continental extension in southwestern Gondwana: tectonic segmentation and pre-break-up rifting. Journal of South American Earth Sciences, 14(3), 257-270.

Fritzsche, C.H. 1921. La geología de la región comprendida entre los ríos Cautín, Cholchol y Quillén en la provincia de Cautín y los yacimientos de carbón antracitoso de Nielol. Boletín Minero Sociedad Nacional de Minería, Vol.33 (3): 595-628.

Godoy, E. (2010). Reflexiones acerca de transiciones metamorficas en el basamento de Chile central-sur. Andean Geology, (23).

Bonorino, G. G. (1991). Late Paleozoic orogeny in the northwestern Gondwana continental margin, western Argentina and Chile. Journal of South American Earth Sciences, 4(1-2), 131-144.

González-Bonorino, F. 1970. Series Metamórficas del Basamento Cristalino de la Cordillera de la Costa, Chile Central. Universidad de Chile, Departamento de Geología, Publicación, No. 37, 80 p.

Gutiérrez, F. (1980). Bioestratigrafía, litofacies, paleogeografía y estructura de la cuenca de Hualañé y sus relaciones con las cuencas triásico-jurásicas adyacentes. Memoria de Título (Inédito), Universidad de Chile, Departamento de Geología.

Herbst, R., & Troncoso, A. (2000). Las Cycadophyta del Triásico de las Formaciones La Ternera y El Puquén (Chile). Ameghiniana, 37(3), 283-292.

Hervé, F. , Thiele, R., Parada, M.A. 1976. Observaciones geológicas en el Triásico de Chile Central entre las latitudes 35°30’ y 40°00’ Sur: Actas I Congr. Geológico Chileno, T.1, p. A297-A31, Santiago.

Hervé, F. 1977. Petrology of crystalline basement of the Nahuelbuta mountains, south central Chile. Comparative Studies on the Geology on the Circumpacific Orogenics Belts in Japan-Chile. T. Ishikawa y L. Aguirre (Editores). Japan Society for the Promotion of Science: 1-51. Tokyo.

Leppe, M., Moisan, P., Abad, E. y Palme-Heldt, S. 2006. Paleobotánica del Triásico Superior del río Bio Bio, Chile. Clase Filicopsida y su importancia en el contexto gondwánico. Revista Geológica de Chile 33: 81-107.

Marangunic Damianovic, C. (1979). Inventario de glaciares hoya del río Maipo.

Moreno, P.I.; Marshall, L.G.; Salinas, P. 1991. Mamíferos Pleistocenos del norte y centro de Chile en su contexto geográfico: una síntesis. En: VI Congreso Geológico Chileno. Santiago, 670-673.

Moreno, H., Hervé, F., Godoy, E., Parada, M.A. (1976). Reconocimiento Geológico del área de Pocillas Cauquenes, VIII Región. Departamento. de Geología, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Universidad de Chile. p.3-6. Santiago de Chile.

Mpodozis, C., Cornejo, P., Kay, S. M., Tittler, A. 1995. La Franja de Maricunga: síntesis de la evolución del Frente Volcánico Oligoceno-Mioceno de la zona sur de los Andes Centrales. Revista Geológica de Chile, Vol. 21 (2): 273-313.

Mpodozis, C., Ramos, V., 1989. The Andes of Chile and Argentina. Ericksen, G., Cañas Pinochet, M., Reinemud, J. Geology of the Andes and its relation to hydrocarbon and mineral resources, Circumpacific Counsil for Energy and Mineral Resources, Earth Sciences Series, Vol. 11: 59-90.

Muñoz-Cristi, J., González, E. 1953. Geología de los yacimientos de pirofilita de Arrayán, Provincia de Maule: Depto. De Geología, Universidad de Chile, Publ. N°3, 30 p., Santiago.

Oliver-Schneider, C. (1926). Lista preliminar de los mamíferos marinos fósiles de Chile. Revista Chilena de Historia Natural, 30, 144-156.

Oliveros, V., González, J., Espinoza Vargas, M., Vásquez, P., Rossel, P., Creixell, C., ... & Bastias, F. (2018). The early stages of the magmatic arc in the Southern Central Andes. The Evolution of the Chilean-Argentinean Andes, 165-190.

Pankhurst, N. W., Purser, G. J., Van Der Kraak, G., Thomas, P. M., & Forteath, G. N. R. (1996). Effect of holding temperature on ovulation, egg fertility, plasma levels of reproductive hormones and in vitro ovarian steroidogenesis in the rainbow trout Oncorhynchus mykiss. Aquaculture, 146(3-4), 277-290.

Ramos, V., 1994. Terranes of southern Gondwanaland and their control in the Andean structure (30-33°S lat.). Reutter, K.J., Scheuber, E., Wigger, P. J. Tectonics of the Southern Central Andes, Structure and Evolution of an Active Continental Mrgin. Springer: 249-261. Berlín

Ribba, L. (1985). Geología regional del cuadrángulo El Tránsito, región de Atacama, Chile. Memoria de Titulo (inédito). Universidad de Chile, Departamento de Geologla y Geofísica.

SERNAGEOMIN, 2003. Mapa Geológico de Chile: versión digital. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Digital, No. 4

Tavera. J. 1962. [El Triásico marino en las localidades de Chile norte (provincia de Coquimbo) y central (provincias de Linares, Talca y Bio Bio. Informe de la Escuela de Geología, Universidad de Chile, Santiago, 20 pp. Inédito.].

Thiele, R. 1965. El Triásico y Jurásico del Departamento de Curepto en la Provincia de Talca. Anales de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (Universidad de Chile) 22-23: 28-46

Thiele, R. and Morel, R (1981): Tectónica Triâsico-Jurasica en la Cordillera de la Costa, al norte y sur del Rio Mataquito (34°45' - 35°15' Lat. S), Chile. Revista Geol6gica de Chile 13114,49-61.

Troncoso, A., & Herbsth, R. (2007). Cuatro flórulas del Triásico Superior del centro sur de Chile (Cerro Ranguilí, Cerro Quilvo, Cerro Gupo y Río Quillén). Ameghiniana, 44(4), 661-672.

Vilas, J. F., & Valencio, D. A. (1978). Palaeomagnetism and K—Ar age of the Upper Ordovician Alcaparrosa Formation, Argentina. Geophysical Journal International, 55(1), 143-154.

Westermann, G.E.G., 1970. Occurrence of Monotis subcircularis Gabb in Central Chile and the dispersal of Monotis (Triassic Bivalvia). Pacific Geology 2: 35-40

J. APÉNDICES

J.1. **Apéndice 1.** Listado de aerogeneradores (AG) del PE, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S.

Aerogenerador	Este (m)	Norte (m)	Unidad	Potencial
1	729.659	5.992.373	F.L.P	Fosilífero alto
2	730.070	5.991.849	F.L.P	Fosilífero alto
3	729.720	5.991.100	F.L.P	Fosilífero alto
4	730.626	5.990.929	F.L.P	Fosilífero alto
5	731.231	5.991.227	F.L.P	Fosilífero alto
6	731.460	5.990.215	F.L.P	Fosilífero alto
7	732.391	5.990.486	F.L.P	Fosilífero alto
8	730.864	5.992.170	F.L.P	Fosilífero alto
9	731.668	5.991.893	F.L.P	Fosilífero alto
10	732.181	5.991.416	F.L.P	Fosilífero alto
11	732.668	5.991.308	F.L.P	Fosilífero alto
12	733.205	5.991.225	F.L.P	Fosilífero alto
13	733.718	5.991.033	F.L.P	Fosilífero alto
14	734.248	5.990.703	F.L.P	Fosilífero alto
15	734.682	5.990.738	F.L.P	Fosilífero alto
16	734.925	5.989.988	F.L.P	Fosilífero alto
17	735.303	5.989.511	F.L.P	Fosilífero alto
18	735.678	5.989.457	F.L.P	Fosilífero alto
19	736.270	5.989.341	F.L.P	Fosilífero alto
20	736.679	5.989.350	F.L.P	Fosilífero alto
21	737.301	5.989.013	F.L.P	Fosilífero alto
22	738.181	5.989.118	F.L.P	Fosilífero alto
23	737.789	5.988.083	F.L.P	Fosilífero alto
24	738.568	5.989.893	F.L.P	Fosilífero alto
25	736.900	5.991.352	F.L.P	Fosilífero alto
26	737.407	5.991.256	F.L.P	Fosilífero alto
27	737.855	5.991.197	F.L.P	Fosilífero alto
28	738.300	5.991.126	F.L.P	Fosilífero alto
29	739.068	5.991.081	F.L.P	Fosilífero alto
30	739.282	5.990.265	F.L.P	Fosilífero alto
31	739.851	5.990.259	F.L.P	Fosilífero alto
32	740.152	5.990.284	F.L.P	Fosilífero alto
33	740.496	5.990.628	F.L.P	Fosilífero alto
34	741.105	5.990.491	F.L.P	Fosilífero alto
35	741.544	5.990.636	F.L.P	Fosilífero alto
36	734.548	5.992.763	B.C	Estéril Nulo
37	734.990	5.992.981	B.C	Estéril Nulo
38	735.631	5.992.532	F.L.P	Fosilífero alto
39	736.667	5.993.591	B.C	Estéril Nulo

Aerogenerador	Este (m)	Norte (m)	Unidad	Potencial
40	737.728	5.994.288	F.L.P	Fosilífero alto
41	734.677	5.996.480	B.C	Estéril Nulo
42	735.170	5.996.350	B.C	Estéril Nulo
43	735.973	5.996.322	B.C	Estéril Nulo
44	735.244	5.997.316	B.C	Estéril Nulo
45	735.702	5.997.068	B.C	Estéril Nulo

J.2. Apéndice 2. Listado de estructuras de la LT, coordenadas, unidad geológica a la que se asocian y potencial paleontológico de dicha unidad. UNIDAD: F.L.P=Formación La Patagua; B.C=Batolito Costero; D.R= Depósitos Recientes. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S.

Estructura	Este (m)	Norte (m)	Unidad	Potencial
1	737.421	5.993.277	F.L.P	Fosilífero alto
2	737.603	5.993.553	F.L.P	Fosilífero alto
3	737.788	5.993.834	F.L.P	Fosilífero alto
4	737.981	5.994.127	F.L.P	Fosilífero alto
5	738.087	5.994.288	F.L.P	Fosilífero alto
6	737.933	5.994.521	F.L.P	Fosilífero alto
7	737.718	5.994.846	F.L.P	Fosilífero alto
8	737.517	5.995.150	B.C	Estéril Nulo
9	737.517	5.995.475	B.C	Estéril Nulo
10	737.516	5.995.662	B.C	Estéril Nulo
11	737.516	5.995.961	B.C	Estéril Nulo
12	737.516	5.996.156	B.C	Estéril Nulo
13	737.516	5.996.410	B.C	Estéril Nulo
14	737.400	5.996.595	B.C	Estéril Nulo
15	737.273	5.996.800	B.C	Estéril Nulo
16	737.287	5.997.100	B.C	Estéril Nulo
17	737.305	5.997.450	B.C	Estéril Nulo
18	737.318	5.997.720	B.C	Estéril Nulo
19	737.385	5.997.878	B.C	Estéril Nulo
20	737.467	5.998.069	B.C	Estéril Nulo
21	737.564	5.998.397	B.C	Estéril Nulo
22	737.541	5.998.671	B.C	Estéril Nulo
23	737.620	5.998.826	B.C	Estéril Nulo
24	737.787	5.999.156	B.C	Estéril Nulo
25	737.903	5.999.384	B.C	Estéril Nulo
26	737.937	5.999.642	B.C	Estéril Nulo
27	737.976	5.999.928	B.C	Estéril Nulo
28	738.005	6.000.144	B.C	Estéril Nulo
29	738.039	6.000.401	B.C	Estéril Nulo
30	737.838	6.000.559	B.C	Estéril Nulo
31	737.509	6.000.817	B.C	Estéril Nulo
32	737.538	6.001.108	B.C	Estéril Nulo
33	737.553	6.001.250	B.C	Estéril Nulo
34	737.573	6.001.446	B.C	Estéril Nulo
35	737.538	6.001.808	B.C	Estéril Nulo
36	737.637	6.002.251	B.C	Estéril Nulo
37	737.701	6.002.536	B.C	Estéril Nulo
38	737.764	6.002.820	B.C	Estéril Nulo
39	737.836	6.003.143	B.C	Estéril Nulo
40	737.905	6.003.452	B.C	Estéril Nulo
41	737.963	6.003.713	B.C	Estéril Nulo

Estructura	Este (m)	Norte (m)	Unidad	Potencial
42	738.033	6.004.023	B.C	Estéril Nulo
43	738.102	6.004.331	B.C	Estéril Nulo
44	738.271	6.004.555	B.C	Estéril Nulo
45	738.427	6.004.762	D.R.	Susceptible medio
46	738.469	6.005.019	D.R.	Susceptible medio
47	738.518	6.005.323	D.R.	Susceptible medio
48	738.568	6.005.629	D.R.	Susceptible medio
49	738.612	6.005.898	D.R.	Susceptible medio
50	738.664	6.006.216	D.R.	Susceptible medio
51	738.709	6.006.492	D.R.	Susceptible medio
52	738.754	6.006.769	D.R.	Susceptible medio
53	738.838	6.007.047	D.R.	Susceptible medio
54	738.926	6.007.340	D.R.	Susceptible medio
55	739.028	6.007.678	D.R.	Susceptible medio
56	739.125	6.008.001	D.R.	Susceptible medio
57	739.238	6.008.375	D.R.	Susceptible medio
58	739.350	6.008.746	D.R.	Susceptible medio
59	739.467	6.009.136	D.R.	Susceptible medio
60	739.535	6.009.363	D.R.	Susceptible medio
61	739.646	6.009.644	D.R.	Susceptible medio
62	739.782	6.009.986	D.R.	Susceptible medio
63	739.905	6.010.297	D.R.	Susceptible medio
64	740.034	6.010.623	D.R.	Susceptible medio
65	740.135	6.010.880	D.R.	Susceptible medio
66	740.224	6.011.105	D.R.	Susceptible medio
67	740.528	6.011.222	B.C	Estéril Nulo
68	740.887	6.011.361	B.C	Estéril Nulo
69	741.125	6.011.453	B.C	Estéril Nulo
70	741.399	6.011.559	B.C	Estéril Nulo
71	741.618	6.011.633	B.C	Estéril Nulo
72	741.798	6.011.694	B.C	Estéril Nulo
73	741.975	6.011.929	B.C	Estéril Nulo
74	742.141	6.012.149	D.R.	Susceptible medio
75	742.329	6.012.399	D.R.	Susceptible medio
76	742.489	6.012.612	D.R.	Susceptible medio
77	742.665	6.012.846	D.R.	Susceptible medio
78	742.850	6.013.092	D.R.	Susceptible medio
79	743.015	6.013.311	B.C	Estéril Nulo
80	743.212	6.013.571	B.C	Estéril Nulo
81	743.381	6.013.797	B.C	Estéril Nulo
82	743.573	6.014.053	B.C	Estéril Nulo
83	743.740	6.014.263	B.C	Estéril Nulo
84	743.901	6.014.465	D.R.	Susceptible medio
85	743.970	6.014.746	D.R.	Susceptible medio
86	744.052	6.015.075	B.C	Estéril Nulo

Estructura	Este (m)	Norte (m)	Unidad	Potencial
87	744.192	6.015.128	B.C	Estéril Nulo
88	744.265	6.015.412	B.C	Estéril Nulo
89	744.367	6.015.814	B.C	Estéril Nulo
90	744.454	6.016.153	B.C	Estéril Nulo
91	744.545	6.016.510	B.C	Estéril Nulo
92	744.618	6.016.795	B.C	Estéril Nulo
93	744.497	6.016.878	B.C	Estéril Nulo
94	744.381	6.016.957	B.C	Estéril Nulo
95	744.203	6.016.937	B.C	Estéril Nulo
96	743.955	6.016.910	B.C	Estéril Nulo
97	743.631	6.016.874	B.C	Estéril Nulo

J.3. Apéndice 3. Listado de puntos de inspección, coordenadas y unidad reconocida en cada uno de los puntos. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18S.

Punto de inspección	Este (m)	Norte (m)	Unidad
1	744.432	6.015.357	Batolito Costero
2	744.462	6.015.412	Batolito Costero
3	744.415	6.015.779	Batolito Costero
4	745.044	6.016.496	Batolito Costero
5	745.061	6.016.440	Batolito Costero
6	744.957	6.015.748	Batolito Costero
7	745.731	6.014.101	Depósitos Recientes
8	742.176	6.012.143	Batolito Costero
9	743.085	6.011.457	Depósitos Pleistocénicos
10	739.783	6.011.402	Batolito Costero
11	740.274	6.011.142	Depósitos Recientes
12	740.050	6.011.239	Depósitos Recientes
13	739.873	6.011.226	Depósitos Recientes
14	735.736	6.008.324	Depósitos Pleistocénicos
15	738.238	6.004.389	Batolito Costero
16	738.114	5.999.681	Batolito Costero
17	740.103	5.997.122	Batolito Costero
18	738.719	5.995.840	Batolito Costero
19	737.799	5.995.356	Batolito Costero
20	736.117	5.995.575	Batolito Costero
21	729.065	5.991.971	Formación La Patagua
22	729.055	5.991.989	Formación La Patagua
23	728.969	5.992.220	Formación La Patagua
24	728.941	5.992.272	Formación La Patagua
25	729.100	5.991.923	Formación La Patagua
26	729.088	5.991.784	Formación La Patagua
27	729.131	5.991.654	Formación La Patagua
28	730.167	5.991.949	Formación La Patagua
29	730.984	5.992.182	Formación La Patagua
30	731.291	5.992.149	Formación La Patagua
31	731.700	5.991.845	Formación La Patagua
32	731.660	5.991.896	Formación La Patagua
33	731.894	5.991.811	Formación La Patagua
34	732.308	5.991.405	Formación La Patagua
35	732.663	5.991.302	Formación La Patagua
36	732.670	5.991.253	Formación La Patagua
37	733.072	5.991.158	Formación La Patagua
38	733.510	5.991.083	Formación La Patagua
39	731.818	5.989.606	Formación La Patagua
40	731.881	5.988.710	Formación La Patagua
41	731.970	5.988.691	Formación La Patagua
42	732.042	5.988.609	Formación La Patagua

Punto de inspección	Este (m)	Norte (m)	Unidad
43	731.866	5.989.508	Formación La Patagua
44	731.866	5.990.669	Formación La Patagua
45	731.922	5.990.587	Formación La Patagua
46	731.528	5.990.902	Formación La Patagua
47	731.147	5.991.081	Formación La Patagua
48	730.495	5.991.257	Formación La Patagua
49	730.527	5.991.180	Formación La Patagua
50	733.919	5.991.020	Formación La Patagua
51	734.146	5.990.460	Formación La Patagua
52	736.146	5.989.164	Formación La Patagua
53	735.286	5.989.378	Formación La Patagua
54	734.844	5.989.724	Formación La Patagua
55	734.968	5.989.677	Formación La Patagua
56	734.913	5.989.699	Formación La Patagua
57	734.406	5.990.285	Formación La Patagua
58	734.339	5.990.524	Formación La Patagua
59	734.376	5.990.808	Formación La Patagua
60	735.219	5.990.373	Formación La Patagua
61	736.436	5.990.524	Formación La Patagua
62	737.503	5.991.289	Formación La Patagua
63	737.085	5.991.386	Formación La Patagua
64	737.297	5.991.106	Formación La Patagua
65	737.043	5.990.637	Formación La Patagua
66	736.840	5.989.990	Formación La Patagua
67	736.541	5.989.215	Formación La Patagua
68	736.940	5.989.246	Formación La Patagua
69	738.300	5.991.112	Formación La Patagua
70	738.297	5.991.109	Formación La Patagua
71	739.006	5.991.104	Formación La Patagua
72	739.383	5.990.311	Formación La Patagua
73	738.466	5.989.569	Formación La Patagua
74	736.516	5.993.909	Batolito Costero
75	736.514	5.993.907	Batolito Costero
76	738.013	5.994.524	Formación La Patagua
77	737.519	5.993.514	Formación La Patagua
78	735.477	5.993.288	Batolito Costero
79	735.248	5.992.887	Batolito Costero
80	733.399	5.991.381	Formación La Patagua
81	733.410	5.991.354	Formación La Patagua
82	736.001	5.997.819	Batolito Costero
83	735.744	5.997.854	Batolito Costero
84	735.216	5.997.535	Batolito Costero
85	734.951	5.997.376	Batolito Costero
86	736.202	5.996.283	Batolito Costero
87	736.026	5.997.304	Batolito Costero

Punto de inspección	Este (m)	Norte (m)	Unidad
88	741.559	5.990.630	Formación La Patagua
89	741.397	5.990.616	Formación La Patagua
90	741.344	5.990.595	Formación La Patagua
91	741.323	5.990.580	Formación La Patagua
92	740.688	5.990.340	Formación La Patagua
93	740.585	5.990.263	Formación La Patagua
94	739.878	5.990.459	Formación La Patagua
95	739.973	5.990.444	Formación La Patagua
96	730.501	5.991.261	Formación La Patagua
97	730.528	5.991.267	Formación La Patagua
98	730.528	5.991.255	Formación La Patagua
99	731.151	5.991.089	Formación La Patagua
100	731.126	5.991.066	Formación La Patagua
101	731.518	5.990.932	Formación La Patagua
102	731.536	5.990.891	Formación La Patagua
103	731.856	5.990.659	Formación La Patagua
104	732.207	5.990.787	Formación La Patagua
105	735.275	5.989.596	Formación La Patagua
106	735.312	5.989.426	Formación La Patagua
107	735.317	5.989.388	Formación La Patagua
108	735.752	5.989.180	Formación La Patagua
109	735.734	5.989.166	Formación La Patagua
110	735.734	5.989.141	Formación La Patagua
111	735.724	5.989.118	Formación La Patagua
112	736.155	5.989.118	Formación La Patagua
113	737.255	5.988.986	Formación La Patagua
114	737.268	5.988.991	Formación La Patagua
115	736.901	5.989.236	Formación La Patagua
116	736.545	5.989.211	Formación La Patagua
117	735.806	5.990.556	Formación La Patagua
118	733.169	5.991.012	Formación La Patagua
119	728.960	5.992.255	Formación La Patagua
120	736.297	5.993.919	Depósitos Recientes
121	735.775	5.993.896	Batolito Costero
122	737.585	6.005.086	Depósitos Recientes
123	737.990	6.004.755	Depósitos Recientes
124	737.990	6.004.780	Depósitos Recientes
125	739.839	6.010.027	Depósitos Recientes
126	738.582	6.010.322	Depósitos Recientes
127	739.345	6.011.071	Depósitos Recientes
128	739.366	6.011.201	Depósitos Recientes
129	742.952	6.010.709	Depósitos Pleistocénicos
130	736.705	6.010.731	Depósitos Recientes

J.4. Apéndice 4. Listado de puntos de control de las modificaciones a la infraestructura vial, coordenadas y unidad reconocida en cada uno de los puntos. Coordenadas UTM, WGS 84, Huso 18 S.

Modificaciones a la infraestructura vial	Punto de inspección	Este (m)	Norte (m)	Unidad
ID 1	1	762.492	5.953.567	Depósitos Recientes
ID 2	1	755.863	5.955.079	Depósitos Recientes
ID 3	1	750.818	5.956.111	Depósitos Recientes
	2	750.852	5.956.207	Depósitos Recientes
	3	750.889	5.956.356	Depósitos Recientes
	4	750.943	5.956.500	Depósitos Recientes
ID 4	1	754.922	5.964.516	Depósitos Recientes
	2	754.880	5.964.688	Depósitos Recientes
	3	754.922	5.964.748	Depósitos Recientes
ID 5	1	755.797	5.968.720	Depósitos Recientes
	2	755.781	5.968.840	Depósitos Recientes
	3	755.801	5.968.778	Depósitos Recientes

J.5. Apéndice 5. Listado de modificaciones a la infraestructura vial junto a la unidad que se emplaza.

Numero ID	Unidad Geológica
1	Depósitos Recientes
2	Depósitos Recientes
3	Depósitos Recientes
4	Depósitos Recientes
5	Depósitos Recientes
6	Batolito Costero
7	Batolito Costero
8	Batolito Costero
9	Batolito Costero
10	Batolito Costero
11	Batolito Costero
12	Batolito Costero
13	Batolito Costero
14	Formación La Patagua
15	Formación La Patagua
16	Formación La Patagua
17	Depósitos Recientes
22	Batolito Costero
37	Depósitos Recientes
ID A	Depósitos Recientes
ID B	Batolito Costero

J.6. Apéndice 6. Listado de reportes paleontológicos en la literatura científica, incluyendo Autor, Localidad y los fósiles descritos o mencionados (Modificado y actualizado de caracterización línea de base paleontología: Proyecto Parque Eólico Culenco, 2021).

a) Listado de publicaciones para unidades triásicas

Autor	Intervalo Cronoestratigráfico	Localidad	Contenido fosilífero
Thiele (1965)	Noriense	5 km al noroeste de Hualañé (camino a Llico)	**Bivalvos:** *Pseudomonotis ochotica (Keys.) var. densistriatta* (Tell.) Jaworsky
Moreno *et al*. (1976)	Rhaetiense	3 km al noreste del cerro Quilvo (Estratos de Pocillas)	**Plantas:** *Taeniopteris mareyesiaca* Geint.; *Thinfeldialancifolia; Taeniopteris* sp.
Corvalán (1976)	Triásico Superior	Hualañé (Fm. Estero La Higuera)	**Bivalvos:** *Monotis* sp.; *Halobia?* sp.
		El cisne (Fm. ElCisne)	**Bivalvos:** *Monotis sp.; Pseudomonotis sp.; Halobia*? sp.
Herbst (2000)		Cerro Ranguilí (Fm. Estero La Higuera)	**Plantas:** *Dictyophyllum* (*Thaumatopteris)* sp.
Troncoso *et al*.(2004)		Estero Chacaynilahue	**Plantas:** *Heidiphyllum elongatum*; ?*Sphenobaiera pontifolia*; Kurtziana sp. *Rochipteris* spp.; cf. *Sphenobaiera* sp.
		Llafquentué	**Plantas:** *Dictyophyllum* (D.) *fuenzalidai*; *Dictyophyllum* (D.) *tenuifolium*; *Gleichenites* sp.;*Heidiphyllum elongatum*; cf. *Sphenobaiera* sp.
		Huimpil	***Plantas:*** *Dicroidium odontopteroides; Dictyophyllum (D.) tenuifolium; Heidiphyllum elongatum; Taeniopteris parvilocus; Cladophlebis sp.; Kurtziana sp.; Neocalamites sp.; Rochipteris spp.*
Leppe *et al*. (2006)		Valle inferior río Bío (Formación Santa Juana)	**Plantas:** *Asterotheca rigbyana rygbyana* Herbst; *Asterotheca fuchsi* (Zeiller) Herbst; *Chansithecaargentina* Herbst; *Cladophlebis kurtzi* Frenguelli; *Dictyophyllum (Dictyophyllum) fuenzalidai* Herbst; Dictyophyllum (Dictyophyllum) tenuitolium (Stipanicic y Menéndez) Bonetti y Herbst; *Dictyophyllum (Taumatopteris)* rothi Frenguelli; *Gleichenitesquilacoyensis* Leppe y Moisan; *Rienitsia colliveri* Herbst; *Todites baldonii* Herbst.
Nielsen (2005)		Valle Inferior Rio Biobio (Formación Santa Juana)	**Plantas:** *Gleichenites, Cladophlebis, Dictyophyllum, Thaumatopteris, Asterotheca*, *Saportaea*), semillas, (*Kurtziana, Antevsia, Dicroidium*), ginkgophytes (*Sphenobaiera)*, cycads (*Pseudoctenis*), coniferas (*Heidiphyllum, Telemachus, Rissikia*), gimnoespermas, (*Linguifolium, Gontriglossa*). Define dos nuevas especies: : *Pseudoctenis santajuanensis* y *Gontriglossa reinerae.*
Hervé *et al*. (1976) *in* Troncoso y	Rhaetiense	Cerro Quilvo, al este de Pocillas (Fm. La Patagua=Estratosde	**Plantas:** *Taeniopteris mareyesiaca* Geint.; Thinfeldia (*T. lancifolia*?); *Taeniopteris* sp.

Autor	Intervalo Cronoestratigráfico	Localidad	Contenido fosilífero
Herbst (2007)		Pocillas)	
Gutiérrez (1980)*in* Troncoso y Herbst (2007)	Triásico Superior	Cerro Ranguilí (Fm. Estero La Higuera)	**Plantas:** *Dicroidium feistmantelli* Gothan; *Dicroidium* cf. *Odontopteroides* Gothan; *Yabeiella cf. mareyesiaca* Oishi; C*ordaites (Noeggerathiopsis*) sp.;*Linguifolium* sp.; *Noeggerathiopsis* sp.; *Pterophyllum* sp.1; *Pterophyllum* sp.2; *Baiera*? sp.
Troncoso y Herbst (2007)	Triásico Superior	Cerro Quilvo, al este de Pocillas (Fm. La Patagua=Estratosde Pocillas)	**Plantas**: *Dicroidium odontopteroides* Gothan;*Dictyophyllum* (T.) rothi Frenguelli; *Pterophyllum* sp.; cf. *Linguifolium* sp.
Troncoso y Herbst (2007)	Triásico Superior	Cerro Ranguilí(Fm. Estero LaHiguera)	**Plantas:** *Dicroidium odontopteroides* Gothan;*Dicroidium superbum* Townrow; *Dictyophyllum* (T.) rothi Frenguelli; *Heidiphyllum elongatum* Retallack; *Sphenobaiera schenckü* Feistmantel; *Zuberia zuberi*Frenguelli; *Linguifolium cf. lillieanum* Retallack; *Neocalamites* sp. cf. *N. carrerei* Zeiller; *Anomozamites* sp.; *Otozamites* sp.; *Pseudoctenis* sp.; *Pterophyllum* sp.; *Taeniopteris* sp.
	Triásico Superior	Cerro Gupo (San Vicente)	**Plantas:** *Dicroidium odontopteroides* Gothan;*Dictyophyllum* (Thamatopteris) sp.; *Pterophyllum* sp.; *Taeniopteris* sp.
		Río Quillén	**Plantas**: *Dicroidium lancifolium* Gothan; *Heidiphyllum elongatum* Retallack; *Xylopteris* sp.; cf. *Pterophyllum* sp.

b) Listado de publicaciones para unidades de edad Pleistoceno-Holoceno

Autor	Intervalo cronoestratigráfico	Localidad	Contenido fosilífero
Tavera (1962)	Pleistoceno	Gualleco, 36 km al oeste de Talca	**Vertebrados:** *Megalodon* sp.
Frassinetti y Alberdi (2000)	Pleistoceno Superior	Parral	**Vertebrados:** *Cuvieronius* hyodon
Encina y Alberdi (2011)		Parral	**Vertebrados:** *Gomphotheriidae* indet.
Labarca (2015)*in* Museo Nacional de Historia Natural(2015)		Concepción	**Vertebrados:** *Equidae* indet.; *Gomphotheriidae* indet.
		Parral y Cauquenes	**Vertebrados:** *Gomphotheriidae* indet.

J.7. Apéndice 7. Track de prospección.

(digital)

J.8. **Apéndice 8.** Curriculum vitae paleontólogo.

PATRICIO ARNOLDO ZAMBRANO LOBOS

DATOS PERSONALES

RUT: 15743144-7

NACIONALIDAD: CHILENA

FECHA DE NACIMIENTO: 16 DE FEBRERO DE 1984 (40 años)

DIRECCION: AVENIDA COSTANERA 7488, SAN PEDRO DE LA PAZ.TELEFONO: 978006975 – 41 2 662133

CORREO: pazambran@gmail.com - patricio.zambrano@septos.cl

FORMACIÓN ACADÉMICA

2003 – 2008	Licenciatura en Geología. Universidad de Concepción, Concepción, Chile.
2011	Título de Geólogo.
	Proyecto: Ambiente de sedimentación, paleobatimetría y edad de la Formación Ayacara, Chiloé Continental, Chile. Implicancias tectónicas.
2012 – 2013	Universidad de Kiel, Alemania. Inicio programa de doctorado. Proyecto DFG: "El Eoceno marino de Chile central – estratigrafía, facies, paleogeografía y fauna de un tiempo descuidado".
2013-2014	Universidad de Heidelberg. Alemania. Continuación programa de doctorado.
2021	Magister en Patrimonio Universidad Autónoma de Chile. Proyecto: La Geodiversidad como elemento del paisaje Cultural: Identidad local y sentido de lugar en Heráldicas Municipales de Chile.
2014-2024	Profesor Asistente Jornada Completa Universidad Andrés Bello. Carrera Geología.
2023-2024	Geólogo-paleontólogo en Septos Asesorías Geológicas SpA.

PERFIL ORCID:

https://orcid.org/0000-0002-3218-265XPERFIL GOOGLE SCHOLAR:

https://scholar.google.com/citations?user=i6FSHwEAAAAJ&hl=es PERFIL SCOPUS

https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55675136600

EXPERIENCIA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

A lo largo de mi carrera como investigador en ciencias geológicas, he participado en diversos proyectos que abarcan desde estudios estratigráficos y paleobatimétricos hasta investigaciones sobre la evolución tectono-sedimentaria y paleontología. A continuación, se detalla mi participación en estos proyectos clave**.**

Año	Función	Nombre
2006	Practicante	Reconocimiento geológico en el área del Cajón del Maipo (Región Metropolitana), dentro del marco del proyecto denominado “Bioeventos y fluctuaciones del nivel del mar a través del Limite Jurasico-Cretácico en Chile y Argentina Centro- Occidental: correlaciones con la región Tethyana del hemisferio norte (Mexico) Universität Heidelberg.
2007	Practicante	Levantamiento Estratigráfico de perfiles y columnas de detalle en la Formación Lo Valdés dentro del marco del proyecto denominado “Bioeventos y fluctuaciones del nivel del mar a través del Limite Jurasico-Cretácico en Chile y Argentina Centro- Occidental: correlaciones con la región Tethyana del hemisferio norte (Mexico). Universität Heidelberg.
2007, 2008, 2011, 2017	Colaborador	Reconocimiento geológico en la Isla Mocha bajo el marco del proyecto Diuc, “Ambientes de sedimentación y paleobatimetría de la Isla Mocha e Isla Santa María”. Universidad de Concepción.)
2008,-2010	Colaborador	Age, sedimentary environment and paleobathymetry of the Estratos de Lago Ranco (40°s) and Ayacara formations (42°s), south-central Chile.
2012-2014	Colaborador	“Das marine Eozän in Zentralchile – Stratigraphie, Fazies, Paläogeographie und Fauna einer vernachlässigten Zeitscheibe” (El Eoceno marino de Chile central – estratigrafía, facies, paleogeografía y fauna de un tiempo descuidado).
2015-2019	Colaborador	Tectonosedimentary evolution of the mid-Cenozoic basins in the forearc and Main Andean Cordillera of south-central Chile (~36°-43°S). Permiso CMN de co- investigator.
2022	Colaborador	Tectono-stratigraphic evolution of the western Neuquén basin during the Early Jurassic-Late Cretaceous, central Chile, 33°-35°S
2023	Colaborador	Revelando la diversidad y paleobiología de ictiosaurios cretácicos provenientes de un depósito fosilífero en el Parque Nacional Torres del Paine, Región de Magallanes, sur de Chile” Proyecto PAI77200036.
2024-Actualidad	Inv. Adjunto	Origins of Southeast Asian Rainforests from Paleobotany and Machine Learning
2023-Actualidad	Colaborador	Revelando la diversidad y paleobiología de ictiosaurios cretácicos provenientes de un depósito fosilífero en el Parque Nacional Torres del Paine, Región de Magallanes, sur de Chile

EXPERIENCIA PROFESIONAL GEOCIENCIAS EN PROYECTOS AMBIENTALES

Desde el espectro profesional asociado a la industria, he colaborado en variados levantamientos de información asociados a estudios sometidos al SEA tanto de manera independiente, como también desde la empresa SEPTOS ASESORÍAS GEOLGICAS (ver www.septos.cl), de la cual soy fundador y director. Desde la consultoría, he efectuado colaboraciones con empresas del rubro energético y minero para llevar a cabo estudios o declaraciones de impacto ambiental, además de generar instancias de estudios en geopatrimonio local y prácticas profesionales.

Año	Nombre	Estudio
2011	LTE Los Hierros- Canal Melado	Línea Base Geología-Paleontología
2011	Parque Eólico Lebu IV Etapa	Línea Base Geología-Paleontología
2012	Parque Eólico Lebu II	Línea Base Geología-Paleontología
2013	Parque Eólico Lebu Etapa III	Línea Base Geología-Paleontología
2014	Parque Eólico Isla Santa María	Línea Base Geología-Paleontología
2017	Parque Eólico Vientos del Pacífico	Línea Base Paleontología-PAS 132
2020	Parque Eólico Orígenes	Línea Base Geología-Paleontología
2020	Parque Eólico Rinconada	Línea Base Paleontología
2020	Parque Eólico Dañicalqui	Línea Base Paleontología
2021	Proyecto pozo lastrero Munilque	Línea Base Paleontología
2022	Proyecto procesamiento pozo lastrero Abice	Línea Base Paleontología
2024	Parque Fotovoltaico Chirigüe	Línea Base Geomorfología
2024	Proyecto Hospital Arauco	Línea Base Mecánica de Suelos
2020-2023	Monitoreo Paleontológicos El Labrador	Cumplimiento RCA
2022-Act	Monitoreo Paleontológicos Mejoramiento Ruta Nahuelbuta	Cumplimiento RCA

PUBLICACIONES

En preparación. Patricio Zambrano-Lobos, Carlos Marques da Silva, María Jesús Bravo. La Geodiversidad como elemento del paisaje Cultural: Identidad local y sentido de lugar en Heráldicas Municipales de Chile. (Geoheritage).

En preparación. Patricio Zambrano-Lobos, Alfonso Encinas, Luis Buatois, Sven Nielsen. Sedimentology, age and provenance sediment of a deltaic-shoreface system during Paleogene in Arauco Basin. (Basin research)

En preparación. Patricio Zambrano-Lobos, Alfonso Encinas, Luis Buatois, Sven Nielsen. Ichnology of the Paleocene-Middle Eocene Lebu Group, Arauco Basin, Chile. Animal-substrate interaction and response to environmental parameters on shallow marine deposits.

2024. In press. Diego Partarrieu, Luisa Pinto, Constanza García, Saleta de los Arcos, Melissa González, Gabriela Solís-Pichardo, Gerardo Arrieta-García, Teodoro Hernández-Treviño, Peter Schaaf, Francisco Fonseca, F. Amaro Mourgues, Pablo Oyanadel-Urbinaf, Martín Chávez-Hoffmeister, Jorge D. Carrillo-Briceño, Valentina Flores-Aqueveque, Patricio Zambrano-Lobos, Cristina Ortega, Marcelo M. Rivadeneira. Plio-Pleistocene water cooling in the southeastern Pacific Ocean: Insights from paleoecology, marine sedimentary facies analysis and Sr isotope stratigraphy at Coquimbo (~30ºS), Chile. Journal of Paleogeography.

2024. In press. Pardo, J., Judith Pardo-Pérez, Matthew Malkowski, Patricio Zambrano, Dean Lomax, Cristina Gascó Martín, Jonathan Kaluza, Héctor Ortíz, Andrés Pérez Marín, Rodrigo Villa Martínez, Marko Yurac, M iguel Cáceres, Aymara Zegers, Javiera Delgado, Francisca Scapini, Catalina Astete, Erin E. Maxwell. The first gravid ichthyosaur from the Hauterivian (Early Cretaceous): A complete Myobradypterygius hauthali von Huene, 1927 excavated from the border of the Tyndall Glacier, Torres del Paine National Park, southernmost Chile. Journal of Paleontology, in press.

2024. Pardo, J., Judith Pardo-Pérez, Matthew Malkowski, Patricio Zambrano, Dean Lomax, Cristina Gascó Martín, Jonathan Kaluza, Héctor Ortíz, Andrés Pérez Marín, Rodrigo Villa Martínez, Marko Yurac, M iguel Cáceres, Aymara Zegers, Javiera Delgado, Francisca Scapini, Catalina Astete, Erin E. Maxwell (Aceptado) An Early Cretaceous (Hauterivian) complete gravid ichthyosaur, excavated from the border of the Tyndall Glacier, Torres del Paine National Park, southernmost Chile

2022. Echaurren, A., Encinas, A., Sagripanti, L., Gianni, G., Zambrano, P., Duhart, P., & Folguera, A. Fore-to-retroarc crustal structure of the north Patagonian margin: How is shortening distributed in Andean-type orogens? Global and Planetary Change, 209, [103734]. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2022.103734

2021. Hyžný, M., Zambrano, P., Muñiz, F., & Aragón, J. C. Ghost shrimp genus Turbiocheir from the Palaeogene of Argentina and Chile revisited: the first fossil record of Anacalliax (Decapoda: Anacalliacidae). Historical Biology, 33(11), 2794-2803.

2021. Alfonso Encinas, Lucía Sagripanti, María Pía Rodríguez, D Orts, A Anavalón, P Giroux, J Otero, A Echaurren, P Zambrano, V Valencia. 2020. Tectonosedimentary evolution of the Coastal Cordillera and Central Depression of south-Central Chile (36° 30′-42° S). Earth-Science Reviews. Volume 213.

2018. Ferraro Castillo, F. X., Navarro Alarcón, A., Figueroa, O., Zambrano, P., Abreu Sá, A., & Schilling, M. La geodiversidad al servicio del desarrollo regional. Serie Correlación Geologica, 34(2), 23-34.

2017. The late Oligocene-early Miocene marine transgression of Patagonia. Alfonso Encinas, Andrés Folguera, Florencia Bechis, Kenneth L. Finger, Patricio Zambrano, Felipe Pérez, Pablo Bernabé, Francisca Tapia, Ricardo Riffo, Luis

Buatois, Darío Orts, Sven N. Nielsen, Victor Valencia, José Cuitiño, Verónica Oliveros, Lizet De Girolamo Del Mauro, Victor Ramos. In: Tectonic Evolution of the Patagonian Andes., 2017

2017. Jara-Muñoz, J., Melnick, D., Zambrano, P., Rietbrock, A., González, J., Argandoña, B., & Strecker, M. R. Quantifying offshore fore-arc deformation and splay-fault slip using drowned Pleistocene shorelines, Arauco Bay, Chile. Journal of Geophysical Research: Solid Earth.

2014. Stinnesbeck, W., Frey, E., Rivas, L., Pérez, J. P., Cartes, M. L., Soto, C. S., & Lobos, P. Z. (2014). A Lower Cretaceous ichthyosaur graveyard in deep marine slope channe ldeposits at Torres del Paine National Park, Southern Chile. Bulletin of the Geological Society of America, 126(9-10), 1317-1339.

2013. Encinas, A., Zambrano, P. A., Finger, K. L., Valencia, V., Buatois, L. A., & Duhart, P. (2013). Implications of deep-marine miocene deposits on the evolution of the North Patagonian Andes. Journal of Geology, 121(3), 215-238. https://doi.org/10.1086/669976

2007. Carlos Muñoz-Ramírez, Patricio Zambrano, Germán Montoya & Hugo Moyano. 2007. Dientes de Tiburones y Rayas (Chondrichthyes: Elasmobranchii) del Cretácico Superior de Talcahuano, Chile Central. Boletín de la Sociedad Biológica de la Universidad de Concepción. Tomo 78, pp 7-22. Concepción.

CONGRESOS NACIONALES-INTERNACIONALES

2009. Patricio Zambrano, Alfonso Encinas, Kenneth Finger, Luis Buatois & Paul Duhart. Ambiente De Sedimentación, Paleobatimetría y Edad De La Formación Ayacara, Chile Centro-sur. Actas Xii Congreso Geológico Chileno. Universidad de Chile, Santiago.

2009. Patricio Zambrano, Alfonso Encinas, Sven Nielsen, Sonja Reich & Helmut Echtler. 2009. Ambiente De Sedimentación Y Paleobatimetría De Los Depósitos Marinos Neógenos De La Isla Mocha (38°30?s, 74°w), Chile Centro-sur. Actas Xii Congreso Geológico Chileno. Universidad de Chile, Santiago.

2012. Patricio Zambrano. Change from tide-dominated to wave–influenced shoreface systems in the transition Trihueco-Millongue Formation (Middle Eocene), Arauco Basin, Chile Central: An effect of paleoseismic-eustatic events. Of Land and Sea: Processes and Products. GV and SEDIMENT. Hamburg, Germany.

2012. Patricio Zambrano and Sven N. Nielsen. 2012. Nautiloideos Paleogenos de Chile Central. XIII Congreso Geologico chileno. Universidad de Antofagasta, Chile.

2012. Patricio Zambrano, Alfonso Encinas and Sven Nielsen. Sedimentología e icnología de eventos transgresivos durante el Paleógeno de Chile Central (Península de Arauco). Antecedentes para la aplicación de estratigrafía secuencial en parasecuencias. XIII Congreso Geologico Chileno. Universidad de Antofagasta, Chile.

2012. Alfonso Encinas, Florencia Bechis, Luis Buatois, Duhart, P., Finger, K., Andrés Folguera, Darío Orts, Patricio Zambrano, Victor A. Ramos. 2012. Las ingresiones marinas miocenas en los Andes Norpatagónicos (41-43ºS) de Argentina y Chile. III Congreso Geologico Chileno. Universidad de Antofagasta, Chile.

2014. Patricio Zambrano, Luis Buatois, Alfonso Encinas, Sven Nielsen and Wolfgang Stinnesbeck. 2014. Ichnological signatures of prograding and retrograding parasequence sets: an example from the Paleogene of the Arauco basin, south-central chile. 23rd Latin american Colloquium. Heidelberg, Germany.

2014. Sven N. Nielsen and Wolfgang Stinnesbeck. 2014. Traces fossils of the Glossifungites, Skolithos, Cruziana and Zoophycos ichnofacies in paleogene parasequences from the Arauco basin, Chile central. Ichnotaxonomy 2014, Smolenice, Bratislava

2014. Patricio Zambrano, Alfonso Encinas, Luis Buatois, Ignacio Arenillas, Wolfgang Stinnesbeck and Sven Nielsen. 2014. Sedimentology, age and provenance of Paleogene delta systems from Central Chile. XIV Reunion Argentina de Sedimentologia. Puerto Madryn, Argentina.

2014. Patricio Zambrano, Alfonso Encinas, Luis Buatois, Ignacio Arenillas, Wolfgang Stinnesbeck and Sven Nielsen. 2014. Sedimentology and Ichnology of a Paleogene wave-dominated delta in Mocha Island, Central Chile. XIV Reunion Argentina de Sedimentologia. Puerto Madryn, Argentina

2014. Patricio Zambrano, Sven Nielsen and Wolfgang Stinnesbeck. 2014. Taxonomy and Taphonomy of nautiloids from Paleogene of Central Chile. 4th International Palaentological Congress, Mendoza, Argentina.

2014. Patricio Zambrano, Sven Nielsen and Wolfgang Stinnesbeck. 2014. Taxonomía y relaciones tafonómicas en los Nautiloideos Paleógenos de Sudamérica. IV Simposio Paleontológico Chileno, Valdivia, Chile.

2014. Fernando Muñiz, Patricio Zambrano, Alfonso Encinas y Masakasu Nara. 2014 Interaccion depredador-presa inferida por asociación de bioturbación del Eoceno de Punta Lavapie (Peninsula de Aracuco, 37º, Chile). IV Simposio Paleontológico Chileno, Valdivia, Chile.

2016. Julius Jara-Muñoz, Daniel Melnick, Patricio Zambrano, Javiera González, Boris Argandoña, Manfred R. Strecker. Rapid sea-level rise and coastal flooding recorded by Pleistocene drowned shorelines in the Arauco Bay area, Central Chile. "Sea Level Change from Minutes to Millennia. Muscat, Oman.

2016. San Juan, M.; Guiñez, F. y Zambrano-Lobos, P. Sedimentología y geomorfología de terrazas marinas generadas en el Segmento Sismogénico Valdivia. VII Congreso Latinoamericano de Sedimentología y la XV Reunión Argentina de Sedimentología (VII CLS-XVRAS), p. 147. Santa Rosa, Argentina

2016. Rojas, M. y Zambrano-Lobos, P. Ambientes de sedimentación de la Formación Mininco y Formación Banco Del Laja (Plio-Pleistoceno), Chile Central. VII Congreso Latinoamericano de Sedimentología y la XV Reunión Argentina de Sedimentología (VII CLS-XVRAS), p 145. Santa Rosa, Argentina.

2016. Matúš Hyžný, Juan Carlos Aragón, Patricio Zambrano y Fernando Muñiz. A new occurrence of Turbiocheir Minutospinata (Decapoda: Callianassidae) from the Eocene of Chile. V Simposio Paleontologia en Chile, Concepción.

2016. Ignacio Fernández, Katherine Cisterna, Patricio Zambrano. Asociaciones faunísticas bentónicas del Mioceno Inferior de la Playa Carnero, Formación Ranquil, Península de Arauco (Chile). V Simposio Paleontología en Chile, Concepción.

2O17. Alfonso Encinas, Andrés Folguera, Florencia Bechis, Kenneth L. Finger, Patricio Zambrano, Felipe Pérez, Pablo Bernabé, Francisca Tapia, Ricardo Riffo, Luis A. Buatois , Darío Orts, Sven N. Nielsen, Victor Valencia, José Cuitiño, Verónica Oliveros, Lizet De Girolamo Del Mauro, Victor Ramos. 2017. The late Oligocene-Early Miocene marine transgression of Patagonia: paleogeographic and tectonic implications.. XX Congreso Geologico Argentino. Mendoza, Argentina.

2017. Andrés Echaurren, Alfonso Encinas, Lucía Sagripanti, Paul Duhart, Patricio Zambrano, Andrés Folguera. 2017. Deformación Neógena en el antearco de Chiloé: reactivación selectiva de estructuras extensionales. XX Congreso Geológico Argentino. Mendoza, Argentina.

2017. Manuel Rojas y Patricio Zambrano. Ambientes de sedimentación de la formación Mininco y Formación Banco del Laja (plio-pleistoceno), chile central. 2017. XX Congreso Geológico Argentino. Mendoza, Argentina.

2018. Cristian Vera y Patricio Zambrano. Deformación dúctil en depósitos del Eoceno medio en la Cuenca de Arauco, Chile. Un proceso de deformación sin-sedimentaria (sismitas) versus deformación tectónica, antecedentes preliminares. XV Congreso Geológico Chileno.

2018. Fernando Neftali Guiñez, Patricio Zambrano, Pablo Rossel. Caracterización deposicional y ambiental de sistemas deltaicos y abanicos submarinos asociados a turbiditas durante el Triásico y Jurásico; Cuenca de Curepto, region del Maule; Chile. XV Congreso Geológico Chileno

2018. Patricio Zambrano, Pablo Rossel. Estratigrafía y sedimentología de la Formación Santa Juana (37°S), Chile Central. XV Congreso Geológico Chileno

2018. Manuel Rojas, Patricio Zambrano. Tectonoestratigrafía, ambientes de sedimentación y paleontología del Valle Central de Chile: Formación Mininco y Formación Banco del Laja (Plio-Pleistoceno), Chile Central. XV Congreso Geológico Chileno

2018. Angelo Castillo y Patricio Zambrano. Evidencias de paleoincendios durante el Optimo Climático del Eoceno Medio (MECO) en la Cuenca de Arauco, Chile Central. XV Congreso Geológico Chileno

2018. Patricio Zambrano y Angelo Castillo. Factores paleoecológicos basados en la relación organismos-sustrato en turbiditas durante el Optimo Climático del Eoceno Medio (MECO), en la Cuenca de Arauco, Chile Central. XV Congreso Geológico Chileno

2021. Encinas, A., Sagripanti, L. b, Rodríguez, M.P. c, Orts, D. Anavalón, A.a, Giroux, P.a, Otero, J.f, Echaurren, A.g, Zambrano, P.h, Valencia, Vi. Tectonosedimentary evolution of the Coastal Cordillera and Central Depression of south-central Chile (36°30'-42°S). XV Congreso Geológico Chileno

2021. Encinas, A, Sagripanti, L. b, Rodríguez, M.P. c, Orts, D. Anavalón, A.a, Giroux, P.a, Otero, J.f, Echaurren, A.g, Zambrano, P.h, Valencia, Vi. Tectonosedimentary evolution of the Coastal Cordillera and Central Depression of south-central Chile (36°30'-42°S). SAGChi.

2022. Manuel A. Rojas, Mercedes B. Prámparo, Patricio A. Zambrano, Pablo L. Rossel Y Bruno I. Arriagada. Primeros Datos Palinológicos Del Jurásico Medio De La Cuenca Neuquina Suroccidental, Región De Lonquimay, Chile. Xxi Congreso Geológico Argentino.

2022. Diego I. Volosky, Katherine E. Cisterna Y Patricio A. Zambrano. Análisis Tafonómico De Concentraciones Fósiles En La Formación Ranquil (Mioceno Inferior), Región Del Biobío, Chile. XXI Congreso Geologico Argentino.

2022. Manuel A. Rojas, Patricio A. Zambrano, Pablo L. Rossel Y Bruno I. Arriagada. Estratigrafía Y Ambientes De Sedimentación Del Borde Suroccidental De La Cuenca Neuquina, Formación Nacientes Del Biobío (Aaleniano-Oxfordiano), Lonquimay (38°27'-38°40'), Chile. XXI Congreso Geológico Argentino.

2022. Daniela Soto-Carrasco, Patricio Zambrano Y Priscila Riveros. Rizolitos asociados al desarrollo de paleosuelos en terrazas costeras durante Mis 5e. Cuenca de Arauco, Chile centra. II Congreso Paleontológico Chileno

2022. Diego Volosky, Katherine Cisterna, Alfonso Encinas y Patricio Zambrano. Análisis tafonómico de las asociaciones faunísticas presentes en los afloramientos de la Formación Ranquil (mioceno inferior), Región del Biobío, chile. II Congreso Paleontológico Chileno.

2022. Ramos C., Katherine Cisterna, Alejandro Castillo, Philippe Giroux, Ricardo Riffo, Alejandra Manríquez y Patricio Zambrano. 2022. Análisis sobre el origen de los depósitos asociados a la presencia de maderas fósiles en la Región del Biobío, Chile. II Congreso Paleontológico Chileno comuna de Nacimiento,

2022. Bruno Arriagada, Alfonso Encinas, Pablo Rossel, Patricio Zambrano y Katherine Cisterna. Análisis taxonómico de los ammonites de la Formación Nacientes del Teno, Cajón Troncoso, Región del Maule, Chile. II Congreso Paleontológico Chileno

2022. Andrés Pérez Marín, Francisca Scapini, Sebastián Gallardo, Patricio Zambrano, Sven N. Nielsen, José Pérez Marín y Judith Pardo-Pérez. 2022. Estratigrafía, Sedimentología y Paleontología de las sucesiones Maastrichtianas En La Península De Brunswick, Región De Magallanes. II Congreso Paleontológico Chileno

2022. Carla Navarrete y Patricio Zambrano. 2022. Relevamiento geopatrimonial en la georuta paleontológica del Geoparque Minero Litoral del Biobío. Tomé, Región del Biobío, Chile. II Congreso Paleontológico Chileno.

2023. M. Alarcón, S. Severino, P. Veloso, P. Zambrano, M. González. 2023. Sedimentología De Los Depósitos Aluviales Del Estero Chacabuco (Pleistoceno Medio-Superior), Cuenca De Santiago, Chile. XVIII RAS – IX CLS. Mar del Palta, Argentina.

2023. M.H. Jara, P.A. Zambrano, L. Pérez-Barría . 2023. La Icnofacies De Teredolites Como Marcador De Condiciones Paleoambientales Durante El Cretácico-Paleógeno De La Cuenca De Arauco (Chile Central). XVIII RAS – IX CLS. Mar del Palta, Argentina.

2023. A. Pérez-Marín, P. Zambrano, S. Nielsen, J. Pardo-Pérez. Estrés Ambiental En Depósitos Marinos Someros, Formaciones Fuentes Y Rocallosa, Provincia De Magallanes, Chile. XVIII RAS – IX CLS. Mar del Palta, Argentina.

2023. P. Veloso, P. Zambrano, S. Severino, M. González, M. Alarcón. Trazas Fósiles Pleistocenas En Un Sistema De Abanicos Aluviales Distales: Evidencias De Los Depósitos Aluviales Del Estero Chacabuco, Cuenca De Santiago, Chile. XVIII RAS – IX CLS. Mar del Palta, Argentina.

2023. G.R. Romero, P. Rossel, P. A. Zambrano. Edad De Depositación Y Análisis De Proveniencia De Los Detritos De La Formación Santa Juana, Región Del Bio-Bio, Chile. XVIII RAS – IX CLS. Mar del Palta, Argentina.

2023. Carlos Asenjo, Lya Diaz, Patricio Zambrano. Neotectónica del antearco en terrazas marinas del MIS 19-25, Región de Atacama, Chile (27°26’S - 70°45’W). XVI Congreso Geológico Chileno. Santiago, Chile.

2023. M.H. Jara, P.A. Zambrano, L. Pérez-Barría. La Icnofacies Teredolites como marcador de condiciones paleoambientales durante el Cretácico-Paleógeno de la Cuenca de Arauco (Chile central). XVI Congreso Geológico Chileno. Santiago, Chile.

2023. Zambrano et al. La geomorfología como elemento del paisaje cultural: identidad local y sentido de lugar en heráldicas Municipales de Chile. SOCHIGEO, Valdivia, Chile.

2023. Zambrano et al. Georuta Costera Biobío: innovación turística basada en el geopatrimonio. SOCHIGEO, Valdivia, Chile.

2023. Carlos Asenjo, Lya Diaz, Patricio Zambrano. Neotectónica del antearco en terrazas marinas del MIS 19-25, Región de Atacama, Chile (27°26'S - 70°45'W). XVI Congreso Geologico Chileno. Chile.

2024. Martín Jara Cortés, Patricio A. Zambrano, Leonardo Pérez-Barría.La icnofacies teredolites como marcador de condiciones paleoambientales durante el Cretácico-Paleógeno de la Cuenca de Arauco (Chile central)

2024. Glossifungites Icnofacies related to stratigraphic discontinuities of Mesozoic-Cenozoic deposits in the Arauco Basin Central Chile. ICHNIA, Florianópolis, Brasil.



Patricio Zambrano Lobos

Geólogo-Paleontólogo

Septos Asesorías Geológicas SpA