



Monitoreo y Prospección Paleontológica

-Área de Influencia Directa- y -Sur de San José-



Campamento principal, Minera Santa Cruz

Diciembre de 2021

Dr. Carballido José Luis

ÍNDICE

I. Resumen ejecutivo	1
II. Informe Paleontológico.....	2
Introducción.....	2
1 Objetivos	3
2 Localización del Área de Estudio.....	4
3 Metodología	6
3.1 Tareas de Gabinete I - Planificación y diseño de muestro de campo	6
3.2 Tareas de Campo - Prospección Paleontológica.....	6
3.3 Tareas de Gabinete II - Análisis de los Resultados	7
4 Marco geológico y antecedentes paleontológicos.....	10
4.1 Grupo Bahía Laura (Jurásico)	12
4.2 Grupo Río Chico (Paleoceno Superior-Eoceno Medio).....	15
5 Resultados	17
5.1 Área de Influencia Directa (AID).....	17
5.2 Áreas de Importancia Paleontológica por fuera del AID.....	22
5.2.1 Conclusión sobre los hallazgos y Recomendaciones generales.	28
6 Plan de Manejo Paleo-Ambiental	29
7 Bibliografía.....	30
8 Anexo. Registro Profesional como consultor ambiental del responsable del informe.....	32

I. Resumen ejecutivo

El presente estudio ha sido realizado a pedido de **Minera Santa Cruz S.A.**, con el principal objetivo de realizar una serie de prospecciones paleontológicas en el área San José, especialmente en el Área de Influencia Directa (AID), y así, en caso de ser necesario, poder contar con un Plan de Manejo Ambiental (PMA) adecuado. Dentro del área de estudio se localiza el campamento principal de la empresa, como así también los ingresos a las minas subterráneas, desmonteras, canchas, etc. La Unidad Minera San José (UMSJ) se encuentra ubicada al noroeste de la provincia de Santa Cruz, en el departamento Lago Buenos Aires, a unos 50 km al sudeste de la localidad de Perito Moreno.

Los trabajos realizados tuvieron como principal objetivo la detección y evaluación de afloramientos fosilíferos (actuales y/o con potencial de ocurrir) y así poder establecer y delimitar, en caso de ser necesario, las áreas que deben ser consideradas importantes desde un punto de vista paleontológico (Áreas de Importancia Paleontológica). El reconocimiento de estas áreas permite desarrollar un PMA. Así, el reconocimiento de las Áreas de Importancia Paleontológica resulta el primer paso para luego sugerir y tomar medidas que eviten o minimicen al máximo cualquier tipo de daño sobre el patrimonio paleontológico de interés científico y/o cultural.

Para lograr los objetivos propuestos se llevó a cabo un plan de prospección paleontológica de la UMSJ, la cual pretende en una primera instancia identificar áreas de importancia paleontológica en el AID o cercana a ella. Sin embargo, y persiguiendo el objetivo final de lograr la correcta caracterización del área en su totalidad, se realizaron estudios por fuera del AID concentrados en el sector Sur de la misma. Con base en estos estudios y empleando una metodología que tiene en cuenta las observaciones de campo realizadas, el contexto geológico y los estudios previos, se realizó el trazado de áreas a las que se les asignó un valor de importancia paleontológica. Según la Importancia Paleontológica del Área (IPA) y los trabajos a realizar eventualmente sobre ellas (Impacto Antrópico – IA), se analizó el Riesgo Paleontológico y se establecieron una serie de medidas a tomar previo o durante la intervención de los sectores delimitados.

El área de estudio abarca diferentes unidades litoestratigráficas, entre las que se encuentran tres unidades con potencial fosilífero, formaciones Chon Aike y La Matilde (Jurásico) y Grupo Río Chico (Paleoceno). A rasgos generales estas formaciones han brindado, en la provincia de Santa Cruz, abundantes restos fósiles que incluyen entre otros, trazas (huellas de mamíferos y reptiles), restos de anfibios (la rana *Notobatrachus*) y abundantes restos de plantas fósiles (impresiones de hojas y tallos, restos de troncos, conos, etc.).

Como principal resultado de este monitoreo se destaca la presencia de 5 áreas de importancia paleontológica, a las que se les asignó un valor de IPA bajo a medio (1-2). Estos hallazgos, aunque no de gran importancia por si mismos, manifiestan y ratifican el potencial fosilífero de las unidades mencionadas. Sólo un área con restos fósiles ha sido delimitada dentro del AID, pero siendo la misma de bajo valor paleontológico. El resto de las áreas con restos fósiles se encuentran por fuera del AID. Teniendo en cuenta la información sobre estos hallazgos y el PMA propuesto se podrá prevenir o mitigar cualquier riesgo sobre el patrimonio paleontológico.

II. Informe Paleontológico

Introducción

Se define y entiendo como **fósil** a todo registro de vida pasada, cualquiera sea su naturaleza (restos corpóreos, trazas, etc). Por su parte, las leyes del territorio argentino reconocen como **patrimonio paleontológico** a los restos fósiles y sus yacimientos, pasando los mismo a formar parte del acervo cultural del país. La ley Nacional N° 25.743/03 “Protección del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico”, a través de su Decreto Reglamentario N° 1.022/04, establece la normativa para preservar, proteger y dar tutela al Patrimonio Arqueológico y Paleontológico como parte del Patrimonio Cultural de la Nación. A su vez, la provincia de Santa Cruz, a través de su Ley N°3137/10 establece la protección sobre el Patrimonio Cultural y Natural del territorio provincial, incluyendo en esta ley tanto a los restos arqueológicos como paleontológicos.

Los restos fósiles nos permiten comprender y conocer, no solo aquellas especies que habitaron nuestro territorio en el pasado (contribuyendo a nuestro acervo cultural y científico), sino que además permiten comprender la evolución de los diferentes grupos de organismos (extintos y actuales). Esto proporciona el marco previo a la corta incursión del hombre en el planeta, contextualizando los ambientes y procesos actuales, devenidos de aquellos del pasado. Así mismo, nos permiten comprender procesos geológicos y ambientales del pasado, sus principales mecanismos y su impacto sobre el planeta y los organismos que lo habitan. Así, el estudio del pasado nos proporciona una herramienta única para tomar decisiones respecto de la preservación y conservación del planeta y comprender como los cambios ambientales (ya sean naturales o antrópicos) podrían afectar la vida sobre él. Por lo tanto, es indispensable tomar conciencia de la importancia del registro fósil para comprender la necesidad de cuidar y preservar este recurso único

El objetivo del presente informe es evaluar el potencial paleontológico del área de estudio (UMSJ) con el fin de definir medidas claras que permitan prevenir y minimizar el impacto negativo que cualquier actividad antrópica pudiera generar. Para la ejecución de esta tarea se realizaron trabajos de gabinete y de campo que tuvieron como principal fin la delimitación de áreas de importancia paleontológica, ya sea evidente (con presencia de restos fósiles en superficie) o potencial (sin restos fósiles en superficie, pero con las condiciones necesarias para contenerlos).

El trabajo de campo se realizó durante los días 8 al 16 de diciembre de 2021, utilizándose los días previos para la realización de las tareas de Gabinete I (ver Metodología) y los días siguientes (del 18 al 28) para el análisis de la información recabada y el desarrollo del presente informe. Cada una de estas tareas siguió una metodología concreta, explicada en la **Sección 3**, permitiendo generar un Plan de Manejo Ambiental que permita abordar equilibradamente las labores proyectadas por la empresa y la preservación y protección de cualquier resto fósil que pudiera hallarse en el área, cumpliendo con las leyes nacionales y provinciales vigentes.

1 Objetivos

El principal objetivo de este informe es asegurar la preservación de todo aquel resto paleontológico que posea un valor cultural y/o científico. Con este fin, resulta prioritario identificar y caracterizar todo aquel yacimiento fosilífero, o potencialmente fosilífero, que pueda encontrarse presente en el área de interés minero.

Siguiendo este objetivo general, se persiguieron los siguientes objetivos específicos:

- I. Identificar las unidades geológicas (formaciones), presentes en el área y sus alrededores, especialmente aquellas que en base a los antecedentes o características sedimentológicas pudieran contener restos fósiles.
- II. Realizar una prospección exhaustiva en el área de influencia directa Minera Santa Cruz y expandir esta área al resto del bloque inferior del área de la UMSJ(ver Figura 1).
- III. A través de prospecciones detalladas, poder determinar la potencialidad real de las unidades aflorantes en el área de estudio. Esto permitirá reconocer la presencia de restos fósiles (o no), basándose para ello en observaciones de campo y en trabajos previos dentro del área.
- IV. Generar una base de datos georreferenciada con toda aquella información relevante, especialmente en cuanto a la presencia de restos fósiles, como así también la identificación de afloramientos.
- V. Delimitar áreas de importancia paleontológica, integrando los datos recabados en gabinete y campo.
- VI. Establecer criterios que permitan valorar la importancia paleontológica de las áreas delimitadas.
- VII. Integrar en mapas la información recabada, permitiendo visualizar de manera simple las áreas delimitadas, su importancia y su relación con las áreas de trabajo por parte de la empresa.
- VIII. Analizar, según las características de cada área delimitada y el tipo de trabajo a realizar sobre ellas, el riesgo paleontológico.
- IX. Recomendar, según las características de cada una de las áreas delimitadas, un Plan de Manejo Ambiental que permita evitar y minimizar cualquier riesgo sobre el patrimonio paleontológico.

2 Localización del Área de Estudio

El área de estudio se encuentra al NO de la Provincia de Santa Cruz, Patagonia Argentina, a unos 50 kilómetros al SE de la localidad santacruceña de Perito Moreno y a escasos kilómetros del Río Pinturas (Figura 1A-C). Dentro del área unidad Minera San José ; Figura 1 C), el presente estudio se centró en la zona de influencia directa y el tercio Sur del área de la Unidad Figura 2), la cual se posiciona en el extremo NO de la Provincia Geológica Argentina denominada Macizo del Deseado (Ramos, 1999). El Macizo del Deseado se ubica entre el Río Deseado, al Norte y el Río Chico al Sur (Figura 1).

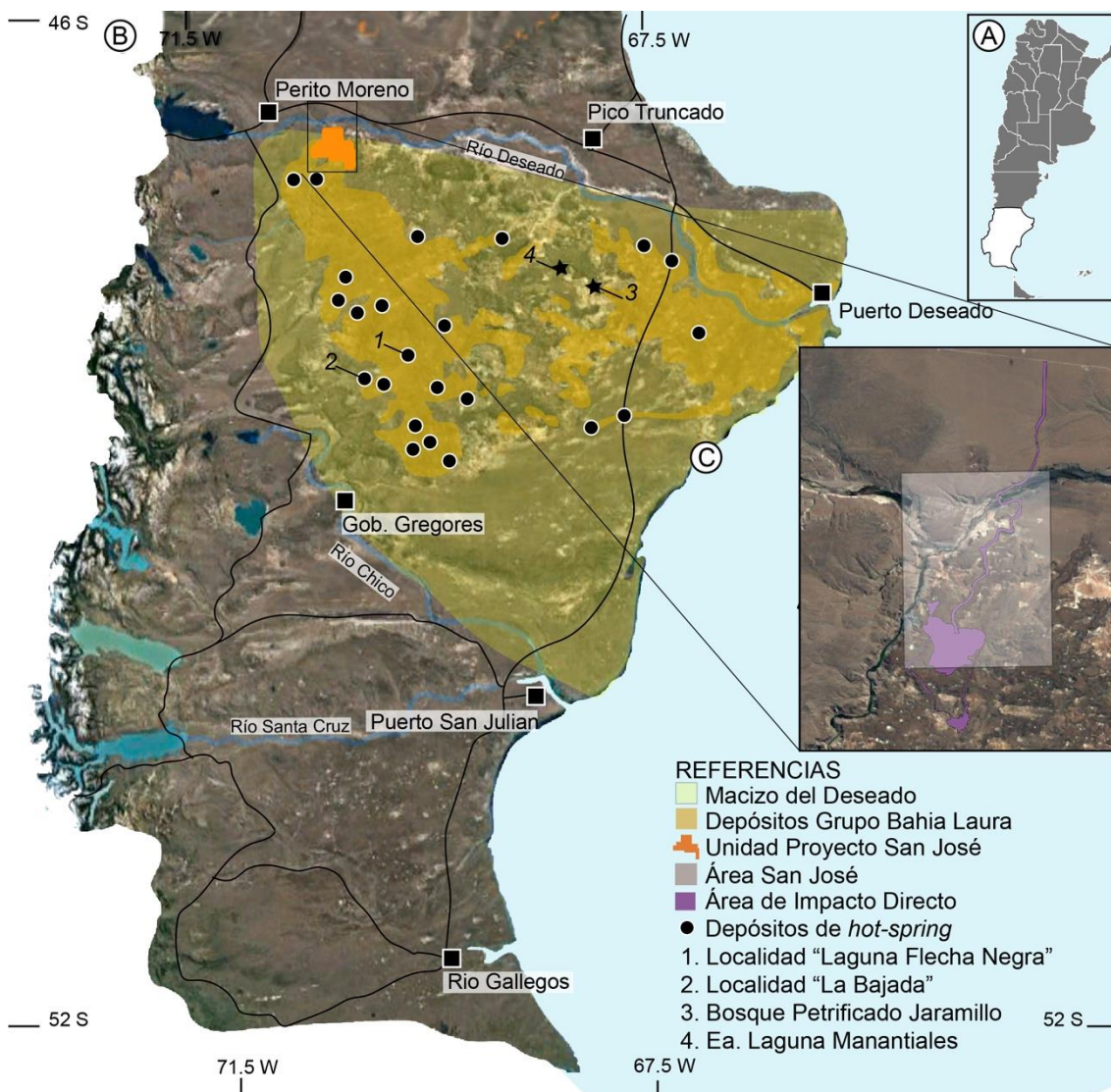


Figura 1. A, Mapa de Argentina, señalando la posición de la Provincia de Santa Cruz. B, Imagen satelital de la Provincia de Santa Cruz, superponiendo el área que abarca el Macizo del Deseado, los principales afloramientos jurásico (Grupo Bahía Laura) y los mayores *Hot-springs* reconocidos hasta el momento. C, Ampliación del sector que abarca el área de estudio, mostrando el área San José y el área de impacto directo.

El área de la UMSJ (Figura 2) incluye la zona del campamento principal y sus instalaciones. Al ser también el área en la cual se encuentran los accesos a las minas subterráneas, este sector cuenta las instalaciones necesarias para el procesamiento del material (Canchas, Desmonteras, Diques, etc.). En base a estas instalaciones y sus caminos de acceso, la Minera cuenta con el trazado de su Área de Influencia Directa (AID). Teniendo en cuenta que en un informe previo (Carballido, 2021; “Monitoreo y Prospección Paleontológica del Área Saavedra”) se analizó en detalle el sector Sur del AID, el presente informe se centra únicamente en el área de la UMSJ cuyos vértices se detallan en la Figura 2. Inicialmente la prospección paleontológica se concentró en el AID aunque adicionalmente se procedió a prospeccionar detalladamente los alrededores de la misma, cubriendo aproximadamente el tercio Sur.

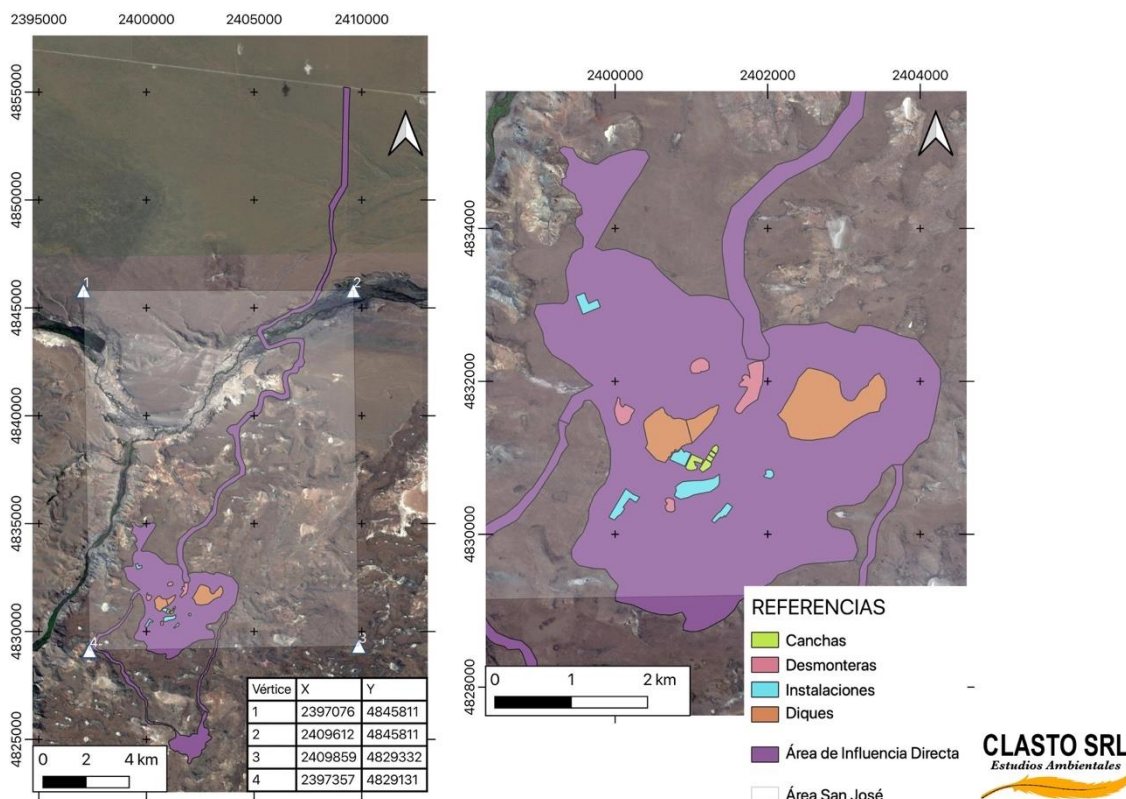


Figura 2. Ubicación del área San José (izquierda) indicando la zona de influencia directa (derecha).
 Coordenadas Gauss Kruger, Faja 2, Campo Inchauspe.

3 Metodología

Con el fin de alcanzar los objetivos propuestos se diseñó una metodología acorde a ellos y a la naturaleza propia de la disciplina en cuestión (la paleontología), considerando a su vez al objetivo principal de este informe, es decir, el cuidado y preservación del patrimonio paleontológico. Esta metodología se organizó, cronológicamente en tres etapas: **Tareas de Gabinete I**, **Tareas de Campo** y **Tareas de Gabinete II**.

3.1 Tareas de Gabinete I - Planificación y diseño de muestro de campo

Previo al comienzo de los trabajos de campo y para para lograr identificar aquellas unidades geológicas con potencial de contener restos fósiles, se llevó a cabo un análisis extensivo de la bibliografía correspondiente a la zona de estudio y alrededores. La bibliografía revisada, incluyó la lectura de informes paleontológicos previos provistos por la empresa como así también bibliografía publicada sobre los antecedentes geológicos (e.g., Cobos y Panza, 2003; Guido y Cambell, 2011, 2012; Raigemborn et al., 2010) y paleontológicos de la zona (e.g., de Valais, 2008; Channing *et al.*, 2007; Sagasti *et al.*, 2016, 2018). En la sección 5 (**Marco Geológico y Antecedentes Paleontológicos**) se exponen los datos más relevantes.

Utilizando y superponiendo los mapas geológicos disponibles para la zona de estudio con imágenes satelitales, e incorporando datos de hallazgos previos (basado en los informes provistos por la empresa, incluido aquel del área Saavedra; Carballido, 2021), se comenzaron a identificar aquellos sitios que pudieran contener fósiles en superficie. Adicionalmente, se tuvieron en cuenta las imágenes satelitales del área (Google Earth, imagen año 2013) ya que las mismas permiten identificar posibles afloramientos, caminos, etc. Toda esta información, fue exportada como una capa en formato kml (*Keyhole Markup Language*) para ser utilizada y consultada en el campo. Este trabajo previo se centro principalmente en la zona de influencia directa y el sector Sur del área de la Unidad (Figura 2). Toda esta información fue también exportada como una capa kml para ser tenida en cuenta al momento de realizar las prospecciones.

La información colectada en el punto anterior (en formato kml), fue volcada a la aplicación OruxMaps v. 7.4.22 (José Vázquez, 2009), incluyendo la descarga de las imágenes satelitales del área. Así mismo, se utilizó la hoja geológica del área (publicada por el SEGEMAR), georreferenciando la misma y exportandola a la aplicación OruxMaps utilizando el *software* OkMap (v. 16.0.0).

3.2 Tareas de Campo - Prospección Paleontológica

Para los trabajos de campo y gabinete Clasto SRL ha designado como responsable al Dr. José Luis Carballido; Paleontólogo con lugar de trabajo en el Museo Paleontológico “Egidio Feruglio”, Trelew, provincia de Chubut. En el Anexo 1 se adjunta el certificado de registro como consultor ambiental en la Secretaría de Estado de Ambiente de la Provincia de Santa Cruz. Los trabajos de campo fueron realizados entre los días 8 al 17 de diciembre de 2021.

El área de estudio fue prospectada a pie, accediendo a los afloramientos y áreas de trabajo en vehículo doble tracción circulando por los caminos y huellas ya delimitadas. La prospección realizada se centró únicamente en la detección de macro fósiles (aquellos que pueden ser observados directamente) de cualquier tipo. Esto incluye trazas fósiles (o

icnofósiles) ya sea de vertebrados o invertebrados, restos de plantas (incluyendo restos silicificados, carbonizados, e impresiones), fósiles de invertebrados y restos de vertebrados (dientes, huesos, placas).

Durante la prospección del área se recorrieron todas aquellas zonas con afloramientos de unidades litoestratigráficas potencialmente fosilíferas, descartándose principalmente las mesetas formadas por coladas de basalto, ya que las mismas carecen por completo de potencial paleontológico. El mayor esfuerzo en estos trabajos fue focalizado en el Área de Influencia Directa, ya que la misma corresponde al área con mayor impacto antrópico y por lo tanto la zona más delicada en caso de presencia de restos fósiles de importancia paleontológica y/o cultural. Para mantener una localización constante en el campo se utilizó la aplicación OruxMaps. En todo momento, durante la realización de estos trabajos, se respetaron las normas de seguridad vigentes y se siguieron los procedimientos éticos y profesionales propios de la paleontología.

En caso de hallar restos fósiles se tomaron los datos de posición geográfica (GPS) sobre cada hallazgo paleontológico, realizándose una breve descripción de los mismos. Los hallazgos paleontológicos y los afloramientos más destacados, fueron fotografiados con el fin de documentar la información de base utilizada para la delimitación y valoración de las áreas y/o puntos. En los casos en los que los hallazgos correspondían a restos aislados, probablemente *ex-situ* (fuera de su nivel de origen), se procedió únicamente a marcar un punto (*waypoint*) del mismo, sin considerarse necesario delimitar un área.

Las zonas delimitadas, al igual que los waypoints, fueron valoradas cualitativamente según un valor nominal (de 1 a 3), el cual tiene en cuenta la Importancia Paleontológica del Área (IPA) o del punto. Los valores de IPA asignados, fueron luego utilizados para la valoración de riesgo y toma de medidas (ver sección Gabinete II). La valoración de IPA, se definió teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- **Alta (IPA=3 ptos.):** Afloramientos o sectores con restos fósiles que presentan o podrían presentar información relevante ya sea taxonómica, paleoambiental y/o evolutiva.
- **Media (IPA=2 ptos.):** Afloramientos o sectores con escasos restos fósiles y/o de poco valor taxonómico.
- **Baja (IPA=1 pto.):** Afloramientos o sectores sin restos fósiles, pero con facies pertenecientes a unidades geológicas que, en base a la bibliografía y sus características, pueden ser considerados como potencialmente fosilíferas (en el caso del área de estudio, facies sedimentarias de las formaciones La Matilde y Chon Aike y de los grupos Chubut y Río Chico). También se incluyen en esta categoría, aquellas áreas cubiertas en las que se reconoce, directa o indirectamente, la presencia de una formación fosilífera debajo de la capa de suelo y aquellos sectores con fósiles mal preservados, *ex-situ* (fuera de su nivel de origen) con escasa a nula información relevante.

3.3 Tareas de Gabinete II - Análisis de los Resultados

Los trabajos de gabinete II fueron realizados luego del trabajo de campo, durante los días 18 a 28 de Diciembre de 2021. El total de la información recabada en los trabajos de campo fue volcada a una base de datos georreferenciada, en la que se incluyó la información básica de cada punto y del área prospectada. Esta información, fue

gestionada con el *software* QGIS 3.16.11 (QGIS Development Team), guardando los datos en una capa shp (*shape file*) provista con el presente informe.

En el caso de hallazgos de áreas fosilíferas (sectores con restos fósiles *in situ*) cuyo nivel portador en superficie pueda ser reconocido claramente, las mismas fueron trazadas siguiendo los datos colectados en el campo y teniendo en cuenta, a su vez, las imágenes satelitales y las características geomorfológicas del terreno. De esta manera, estas áreas intentan reflejar de manera precisa, la posible distribución de los sectores con restos fósiles en superficie o muy cercanos a estos. Cada una de estas áreas fue creada como un elemento con atributos, entre los que se incluye: un ID único, el nombre con el cual se hace referencia a ellas en el presente informe, y las principales características tenidas en cuenta para su valoración (presencia o ausencia de fósiles, tipo de afloramiento, formación estratigráfica, etc.). Estas áreas se delimitan además por la presencia de restos fósiles, muchos de los cuales son referenciados con puntos utilizados luego para el trazado de las áreas. A cada área se le asignó un valor de IPA, según los criterios previamente mencionados.

- Cada uno de los puntos con hallazgos fósiles fue identificado con un ID único y principales atributos (tipo de resto fósil, características generales, valoración puntual del hallazgo).
- Tanto las áreas delimitadas como los puntos con restos fósiles fueron representadas en figuras y mapas, junto con el resto de la información de contexto relevante (Área San José, Área de Influencia Directa). Estas figuras y mapas, permiten visualizar de manera rápida las zonas en las cuales los efectos antrópicos podrían representar un riesgo (si no se tomasen las medidas propuestas para mitigarlo).
- Para analizar el riesgo sobre el patrimonio paleontológico (Riesgo Paleontológico), se desarrolló un sistema que evalúa, por un lado, la Importancia Paleontológica del Área (IPA) y por otro el Impacto Antrópico (IA) a la cual, eventualmente, podría ser sometida dicha área. En este sentido, es importante remarcar que las áreas por si mismas no presentan un riesgo paleontológico. Este riesgo podría valorarse, eventualmente, en algunos especímenes de alto valor paleontológico que, hallados y dejados en el campo, queden expuestos a las acciones erosivas propias del lugar y terminen por perderse para siempre. **Durante los trabajos de campo realizados, no se halló ningún espécimen que pueda ser considerado, por si mismo, de importancia paleontológica y que ameritase su colecta. Por lo tanto, en el presente informe se analiza y menciona únicamente la importancia paleontológica de las áreas y puntos registrados, según su valor de (IPA).** La relación de IPA y del IA establecidas en la **Tabla 1** proporciona un criterio de riesgo paleontológico (Bajo, Medio o Alto). Así mismo, según sea el riesgo y las características del área, se sugieren las acciones requeridas para minimizar o mitigar cualquier impacto negativo sobre el patrimonio paleontológico y así asegurar la preservación de los recursos culturales de la zona (**Tabla 1**).

Si bien el efecto antrópico sobre un área puede tener diversas valoraciones, se divide para los efectos de este informe en cuatro categorías básicas, que tienen en cuenta el movimiento de suelo, superficial (de unos pocos centímetros) o profundo (excavaciones), el simple paso ocasional de un vehículo liviano (camionetas) y también las áreas utilizadas para acopiar material (por ejemplo, Desmontera y Canchas). Se considera de poca profundidad los trabajos que

puedan ser realizados por una motoniveladora, la cual sólo barre la superficie del terreno. En cambio, la utilización de excavadoras hidráulicas o Bulldozer supone un movimiento de suelo y sedimentos más profundo.

				
IA \ IPA	Movimiento de suelo profundo	Movimiento de suelo superficial	Transito ocasional vehículos (sin realizar caminos)	Acopio de materiales
3	Exploración, Recuperación Monitoreo	Exploración, Recuperación Monitoreo	Exploración, Recuperación	Exploración, Recuperación
2	Exploración, eventual Recuperación, Monitoreo	Exploración, eventual Recuperación, Monitoreo	Exploración, eventual recuperación	Exploración, Recuperación
1	Monitoreo	Monitoreo	No se necesitan acciones	No se necesitan acciones
Riesgo asociado ➤ ■ Riesgo alto ■ Riesgo moderado ■ Riesgo bajo				

Tabla 1. Matriz de valoración de impactos sobre las acciones propuestas y las áreas paleontológicas identificadas. Se observa, la relación entre la importancia del área paleontológica (IPA) y del eventual impacto antrópico (IA) sobre la que se desprende el riesgo asociado (Riesgo Paleontológico) y las acciones a tomar para evitarlo.

4 Marco geológico y antecedentes paleontológicos

El Macizo del deseado, dentro del cual se encuentra el área de estudio, es considerado un nesocraton (Harrington, 1962) cuyos rasgos estructurales se remontan al Paleozoico. A comienzos del Jurásico, producto de la separación de América del Sur y África, durante la fragmentación de Gondwana (*e.g.*, Guido, 2004, Guido y Campbell, 2011), comienza a desarrollarse una intensa actividad volcánica. Los registros más antiguos de esta actividad (Jurásico Inferior) corresponden a dioritas y granitos intrusivos del Complejo La Leona. Posteriormente, hacia el Jurásico Medio y Tardío se desarrolla en el área un evento volcánico bimodal (relacionado a una zona tectónica extensional) dando origen a la denominada Provincia Volcánica Chon Aike (Pankhurst *et al.*, 2000). Esta Provincia Volcánica queda representada en el área por el complejo Bahía Laura, que incluye al Grupo Bahía Laura (formaciones Chon Aike y La Matilde) y la Formación Bajo Pobre (Guido y Campbell, 2011). Mientras que la Formación Bajo Pobre está constituida enteramente por rocas de origen volcánico, el Grupo Bahía Laura incluye facies sedimentarias continentales propicias para la preservación de restos fósiles. Estas formaciones se encuentran ampliamente distribuidas en la región SO de la hoja geológica el Pluma (Panza y Cobos, 2003) y son las principales unidades aflorantes dentro del área de estudio

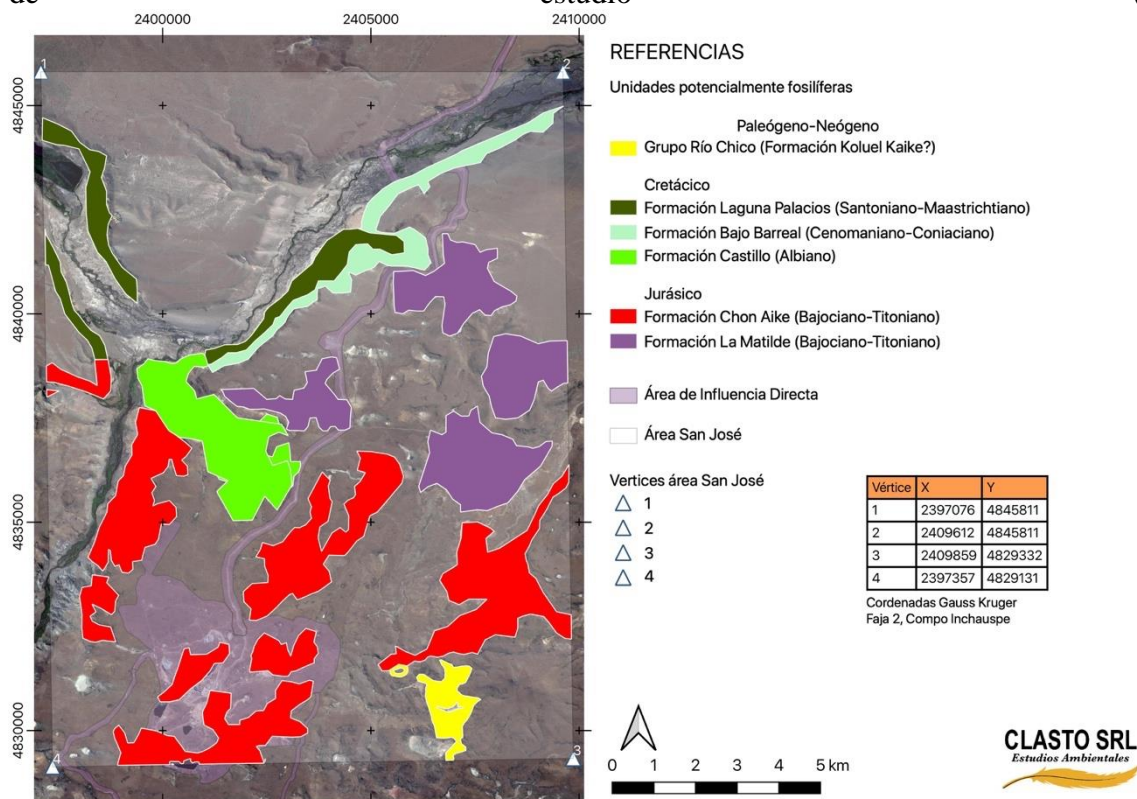


Figura). Si bien la intensa actividad volcánica perdura hasta el Cretácico Tardío (representado al Norte de la Provincia de Santa Cruz por las formaciones pertenecientes al Grupo Chubut, Cretácico), en la zona no se advierten otras unidades de lo que se denomina Ciclo Patagonídico (que abarca desde el Triásico Superior al Cretácico Superior). En el área San José, este ciclo estaría representado por rocas Cretácicas de las formaciones Castillo, Bajo Barreal y Laguna Palacios aflorantes al Norte de la actual área de estudio, especialmente sobre los márgenes del Río Deseado.

A finales del Cretácico comienza un nuevo ciclo, el Ándico, el cual continúa hasta la actualidad. Durante este ciclo se mantiene un importante aporte tobáceo relacionado

con la actividad volcánica producida por el levantamiento de la cordillera de los Andes y numerosos volcanes, tanto activos como antiguos y alejados de la actual línea de actividad volcánica, los cuales pueden verse en los alrededores del área San José, y corresponden mayormente a la Formación Cerro del Doce, de edad miocénica (Cobos y Panza, 2003). La formación de estos volcanes es producto de la subducción de la paleo-placa de Farallón por debajo de la Sudamericana). Los restos de esta placa (actual placa de Nazca entre otras) continúan subduciendo por debajo de la placa sudamericana causando los eventos volcánicos y sísmicos en la zona de la cordillera de los Andes y alrededores. En el área de estudio (Sur del área San José), el ciclo Ándico estaría únicamente representado el Grupo Río Chico (Paleoceno Superior-Eoceno Medio; Raigemborn et al., 2010). Siendo ésta la única unidad post-Jurásica potencialmente fosilífera presente en el área de estudio.

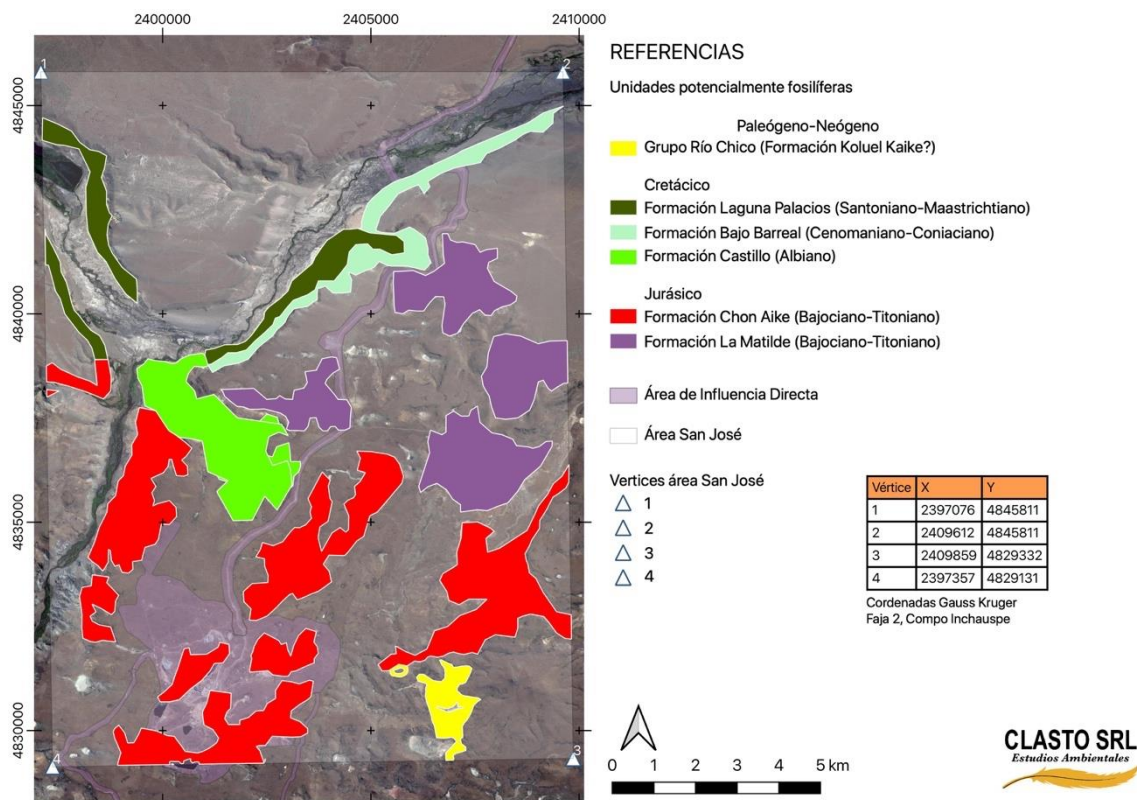


Figura 3. Esquema estratigráfico general basado en la hoja geológica El Pluma (Escala 1:250.000), donde se indican las unidades potencialmente fosilíferas detectadas en el área San José. *Coordenadas Gauss Kruger, Faja 2, Campo Inchauspe.*

A continuación, se ofrece un breve resumen geo-paleontológico de las dos unidades sedimentarias fosilíferas distribuidas en el área de estudio (AID y Sur de San José): Grupo Bahía Laura (formaciones La Matilde y Chon Aike) y Grupo Río Chico. El siguiente resumen tiene como principal objetivo el de poner en contexto y valor estas unidades, a modo de comprender la valoración otorgada a las áreas de importancia paleontológica. El Grupo Chubut (Cretácico, aflora hacia el Norte del área mayormente analizada, cercano al AID pero sin superponerse actualmente con la misma, por lo que no se detalla, en este informe, la información geo-paleontológica de esta unidad fosilífera en la que se han rescatado abundantes restos de vertebrados fósiles (principalmente dinosaurios).

4.1 Grupo Bahía Laura (Jurásico)

El Grupo Bahía Laura queda integrado, como se mencionó anteriormente, por las formaciones Chon Aike y La Matilde, las cuales se interdigitan lateralmente. Se considera que estas formaciones se habrían depositado durante el Jurásico Medio a Superior (Bajociano-Titoniano; Panza y Haller, 2002). Litológicamente la Formación Chon Aike está mayormente constituida por ignimbritas y de forma subordinada aglomerados y brechas volcánicas, con escasas tobas, mientras que la Formación La Matilde se constituye principalmente por tobas, tufitas y, subordinadamente, mantos de ignimbritas. Ésta marcada diferencia paleoambiental, llevó a interpretar a la Formación Chon Aike como una unidad extremadamente poco fosilífera y sin gran importancia paleontológica, algo que queda explícitamente denotado en la descripción de la hoja geológica el Pluma (Cobos y Panza, 2003) y en informes previos dentro del área de Cerro Negro (*e.g.*, Casal et al., 2008; Casal y Luna, 2010, 2014, 2018). En el año 2011, Guido y Campbell amplían el conocimiento que ya se tenía sobre la presencia de sitios de naturaleza epitermal y geotermal, evidenciados por la presencia de paleoambientes del tipo *hot-spring* o hidrotermales (en ambas formaciones del Grupo Bahía Laura) (Figura 6G-H). Según Guido y Campbell, estos paleoambientes indican pausas en la actividad volcánica explosiva evidenciando las etapas finales en la evolución del complejo volcánico. Estos sitios (Figura 1B) se ordenan en 4 “cinturones” principales a lo largo del Macizo del Deseado. El área de Cerro Negro quedaría así integrada en la zona de superposición de lo que estos autores denominan cinturón NE y cinturón NO (Guido y Campbell, 2011: fig. 1). Como se menciona a continuación, la presencia de estos paleoambientes (ver Figura 6G-H) abre la posibilidad de hallar depósitos de cherts (roca sedimentaria rica en sílice) con fósiles excepcionalmente preservados, en especial micro-fósiles.

Los primeros registros de fósiles para la Formación Chon Aike son descriptos en 1982 por de Barrio *et al.* quienes reconocen la presencia de benetiales indeterminadas y del género *Dictyozamites*. Por casi veinte años este fue prácticamente el único registro de restos fósiles para esta formación, hasta que en el año 2007 Channing *et al.* describen una nueva localidad fosilífera (Laguna Flecha Negra; Figura 1B; Figura A,D), en la que describen una serie de niveles con restos de plantas que incluyen depósitos de chert, niveles tobaceos con impresiones y un bosque petrificado *in situ*. Si bien este sitio está siendo actualmente estudiado en mayor detalle, ya son varias las contribuciones que indican una gran riqueza y diversidad (*e.g.*, Sagasti et al., 2016, 2018, 2020b, García Massini et al., 2020), identificando hasta el momento más de 17 taxones (Sagasti *et al.*, 2020a). Esta localidad alerta claramente el potencial fosilífero que la Formación Chon Aike podría tener en determinados niveles, siendo especialmente importantes aquellos restos preservados en los niveles de cherts (Figura 6A-D). En base a los antecedentes arriba mencionados, la visión clásica, en donde la Formación Chon Aike se considerada una unidad prácticamente estéril en cuanto a contenido paleontológico, no debería considerarse con mayor atención, respecto de su potencial fosilífero y la realización de labores mineras. En contraposición, tanto el presente trabajo, como los futuros que incluyan tareas de prospección de campo, deben prestar especial atención a las facies sedimentarias que esta formación podría presentar y también a aquellos niveles con cherts. Finalmente, cabe alertar que la presencia de restos de troncos fósiles, no necesariamente se debe relacionar directamente con afloramientos de la Formación La Matilde, ya que los mismos podrían provenir de facies más tobaceas de la Formación Chon Aike.

La Formación La Matilde es ampliamente reconocida por su rico contenido fosilífero. Las probabilidades de hallar restos fósiles en La Matilde son claramente

mayores a aquellas de hallarlos en la Formación Chon Aike. Esto se debe a la predominancia de facies tobaceas, como se ha mencionado anteriormente. El registro fosilífero de esta formación, incluye restos de ranas, conchostracodos, insectos y una gran diversidad de plantas (e.g., Feruglio, 1949; Reigm 1956, Stipanic y Reig, 1957; Stipanic and Bonetti, 1970; Baldoni, 1981), pero también una altísima riqueza de trazas fósiles de mamíferos, dinosaurios, invertebrados y raíces (e.g., Casamiquela, 1960, 1964, 1974; de Valais y Melchor, 2003; de Valais *et al.*, 2003; Coria y Paulina Carabajal, 2004; Melchor *et al.*, 2004; de Valais, 2008, 2009). Dentro de esta unidad se encuentran dos bosques petrificados de altísimo valor científico y cultural, como son los bosques petrificados de Madre e Hija o del Cerro el Cuadrado (ver Panza, 2001 y referencias allí citadas). La información taxonómica, evolutiva, paleoambiental y paleoecológica provista por esta formación, sería difícil de resumir y excede ampliamente los fines de esta breve sección de antecedentes. En la Figura se muestran algunos de los restos fósiles hallados en esta formación. A modo de ejemplo, se puede mencionar la interpretación paleoecológica de las huellas fósiles de *Ameghinichnus patagonichus* (Kuznetsov y Panyutina, 2018), en donde se reconoce una constante posición de la marca dejada por la cola sobre el lateral derecho del animal. En base a esto se sugirió que el animal productor de estas huellas podría haber estado transportando sus crías sobre su lomo, siendo la evidencia más antigua de cuidado parental en mamíferos. Recientemente, se ha dado a conocer un nuevo depósito con niveles de chert dentro de esta formación, siendo sin dudas uno de los mayores descubrimientos paleontológicos de los últimos años a nivel mundial. Los cortes delgados de estas rocas silicificadas, están mostrando una riqueza y preservación extraordinarias, en donde se pueden hallar desde raíces y tallos hasta insectos y microbios (Massini *et al.* 2016; Figura 6E, F). Este último hallazgo se suma a aquellos depósitos hidrotermales ya mencionados para la Formación Chon Aike los que constituyen verdaderas ventanas a la vida en el pasado (Massini *et al.*, 2020). Estos hallazgos y las aproximaciones para su estudio se están desarrollando en los últimos años y darán un conjunto de información única que permitirá lograr una comprensión de la diversidad y paleoecología durante el Jurásico Medio a Superior nunca antes pensada.

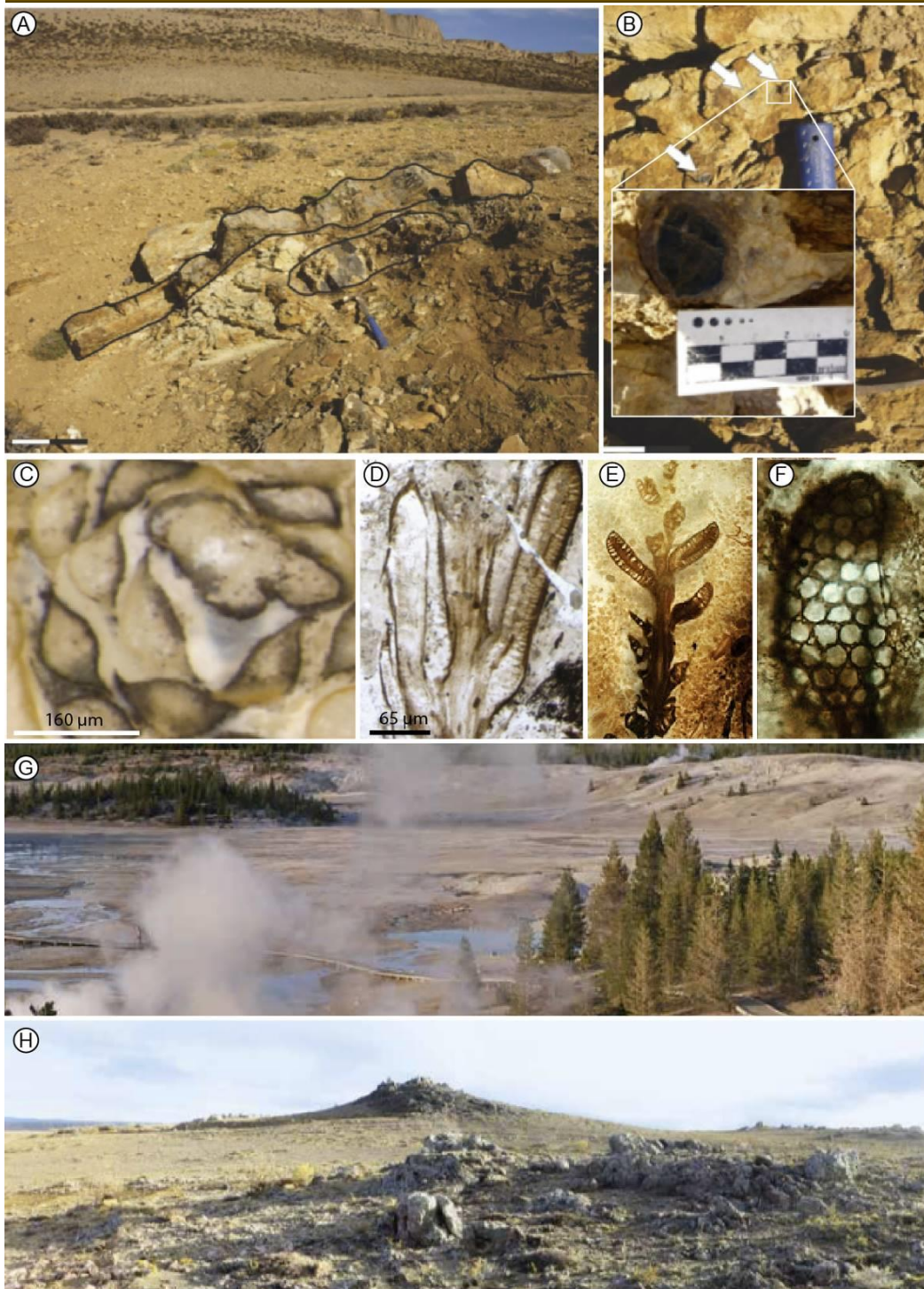


Figura 4. A-D, sitio “Flecha negra”, Formación Chon Aike. A, areniscas gruesas con lentes de chert, escala 30 cm. B, raíces permineralizadas con detalle de una de ellas. C, D, ramas foliosas de coníferas preservadas como permineralizaciones. E, F, H, sitio “La Bajada” Formación La Matilde”. E, hoja braquifílica permineralizada. F, ojo compuesto de insecto permineralizado. H, paleoambiente hidrotermal en el sitio “La Bajada” en comparación con un ambiente natural de similares características (Yellowstone). A-D fueron modificadas de Sagasti (2018), E y F de Massini et al. (2016), G y H de Massini et al. (2020).

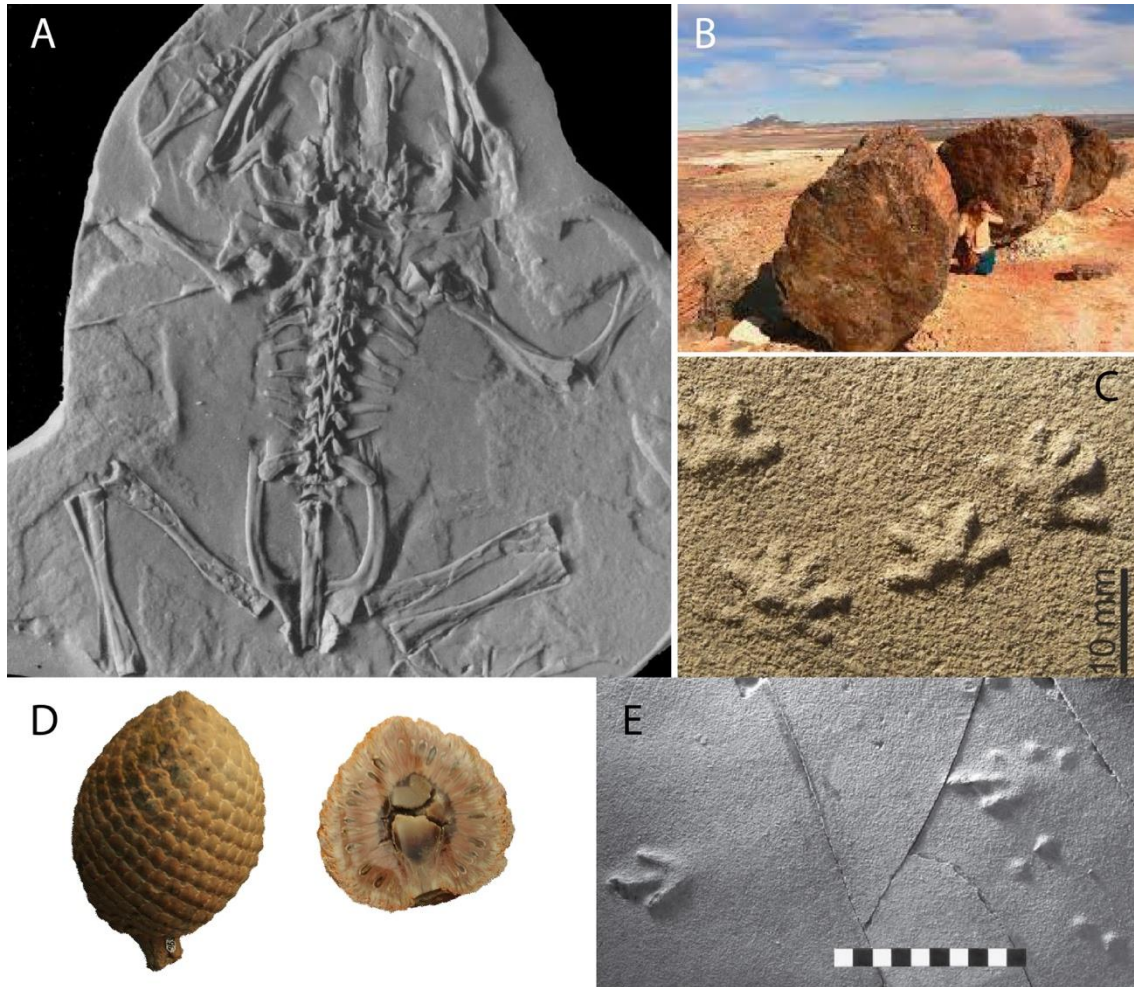


Figura 5. Algunos de los restos fósiles hallados en facies sedimentarias de la Formación La Matilde. **A,** *Notobatrachus*. **B,** Tronco fósil de gran porte en el Parque Nacional Jaramillo. **C,** Huellas de *Ameghinichnus* (icnotaxón asignado a un mamífero primitivo). **D,** Cono de *Araucaria* (completo y en corte transversal). **E,** Huellas tridáctilas producidas por un dinosaurio terópodo.

4.2 Grupo Río Chico (Paleoceno Superior-Eoceno Medio)

El Grupo Río Chico ha sido recientemente redefinido de esta manera (Raigemborn et al., 2010) para incluir cuatro formaciones que abarcan sedimentos continentales que van desde el Paleoceno Superior al Eoceno Medio. Estas formaciones son, Las Violetas, Peñas Coloradas, Las Flores y Koluel-Kaike, las cuales afloran en el área de estudio, hacia el extremo SO del borde de la cuenca del Golfo San Jorge. En el área de estudio (Figura 2) Cobos y Panza (2003) reconocen afloramientos de lo que ellos llaman Formación Río Chico (actualmente considerado un grupo) en los que no se observa la base de la misma y cuyo techo está coronado por los basaltos de la Formación Cerro del Doce. En base a las características observadas en el terreno se sugiere preliminarmente que el Grupo Río Chico estaría representado en la zona de estudio por la Formación Koluel Kaike (46,7-42,2 MA; Krause et al., 2017), la cual apoya mayormente sobre los estratos Jurásico (formaciones Chon Aike y La Matilde).

El terciario sudamericano es de gran importancia, debido a su riqueza fosilífera de una gran diversidad de mamíferos continentales y también de restos de plantas fósiles. Sin embargo, los restos fósiles dentro de la Formación Koluel-Kaike son poco comunes cuando se los compara con los de otras formaciones de este grupo. Así, dentro de la Formación Koluel-Kaike se reconocen únicamente restos de troncos silicificados (Brea et al., 2009), los cuales son también mencionados por Cobos y Panza (2003) y trazas de insectos (cigarras) (Krause et al., 2008). Hasta el momento no se han descrito vertebrados fósiles en esta unidad, aunque si son comunes en niveles equivalentes (ver Krause et al., 2017).

5 Resultados

Los principales resultados obtenidos durante los trabajos de prospección son expuestos a continuación. En estos resultados se confirma en mayor medida los mapeos geológicos realizados por Cobos y Panza (2003), aunque se realizan ligeras modificaciones especialmente en relación a los límites o presencia de pequeños parches. Así, en base a las observaciones de campo se realizó la figura 3, mapeando todas las unidades potencialmente fosilíferas, por lo que en estas zonas deben extremarse las medidas de precaución al momento de realizar cualquier tipo de intervención (las mismas son brindadas con el presente informe en formato shp). Este informe se centró únicamente en el área de influencia directa y el tercio Sur de la UMSJ (Figuras 2 y 3), por lo que los mapeos geológicos hacia el Norte son tentativos y deben ser chequeados en futuros trabajos de campo.

A continuación, se mencionan cada uno de los hallazgos, su importancia paleontológica y las tareas sugeridas (en caso de ser necesarias) a fin de prevenir y minimizar el riesgo paleontológico. En total se han delimitado cinco áreas de importancia paleontológica, con un valor de IPA entre 1 y 2 (bajo a medio) (ver Figura 6).

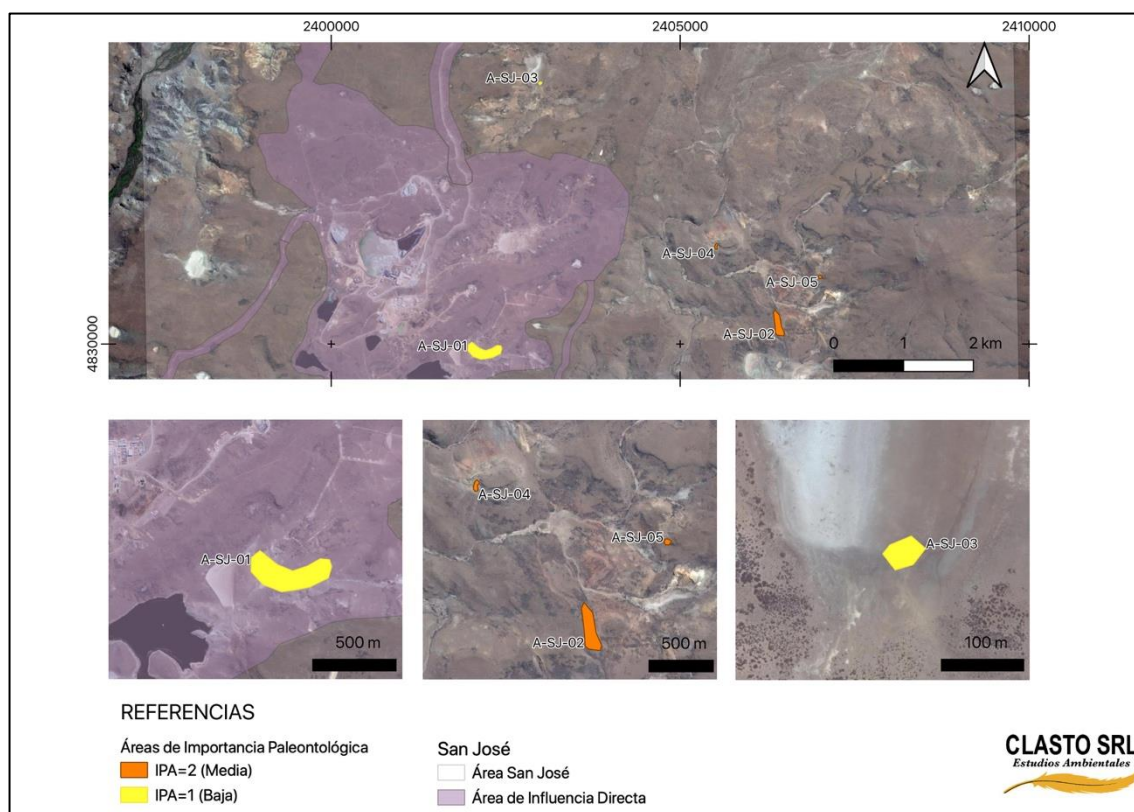


Figura 6. Distribución de las Áreas de Importancia Paleontológica localizadas en el sector Sur del Área San José. Coordenadas Gauss Kruger, Faja 2, Campo Inchauspe.

5.1 Área de Influencia Directa (AID)

En cuanto a unidades potencialmente fosilíferas, dentro del AID (Figuras 3 y 6) se reconocen mayormente niveles asignables a la Formación Chon Aike y, en menor medida, estratos Cretácicos próximos a los caminos de ingreso al campamento y área minera, en la zona Norte de la Unidad Estos afloramientos se observan a la altura del Río Deseado y algo más al Sur. La Formación Chon Aike muestra extensos afloramientos en los bajos y

zonas de relieve negativo. Se han realizado prospecciones en estos sectores, cubriendo no sólo sitios con rocas expuestas sino también sectores parcialmente cubiertos y deflaciones endorreicas ya que en los bordes y lechos de las mismas pueden observarse muchas veces afloramientos no cubiertos. Como resultado de estas prospecciones solo se han reconocido restos de troncos fósiles (A-SJ-1; Figura 6) en un cuerpo lagunar de pequeño tamaño (actualmente seco).

Caminos de acceso. Los caminos de acceso atraviesan principalmente zonas de meseta, coronada por terrazas de depósitos fluviales depositados durante el Plioceno-Plesitoceno. Estos depósitos que muchas veces recibe el nombre de “rodado patagónico”, carecen por completo de importancia paleontológica. En las cercanías del campamento, los caminos atraviesan sectores de basaltos (Formación Cerro del Doce), los cuales también carecen de importancia desde el punto de vista paleontológico. Las únicas unidades potencialmente fosilíferas cercanas a los caminos de acceso corresponden a diferentes formaciones Cretácicas, incluidas dentro del denominado Grupo Chubut (Figura 3). Se han reconocido tres puntos principales donde el camino de acceso tiene mayor acercamiento a estas unidades (puntos A, B y C; Figura 7). Estos sitios fueron revisados con mayor detalle, con el fin de verificar el posible impacto sobre estas unidades de importancia paleontológica.

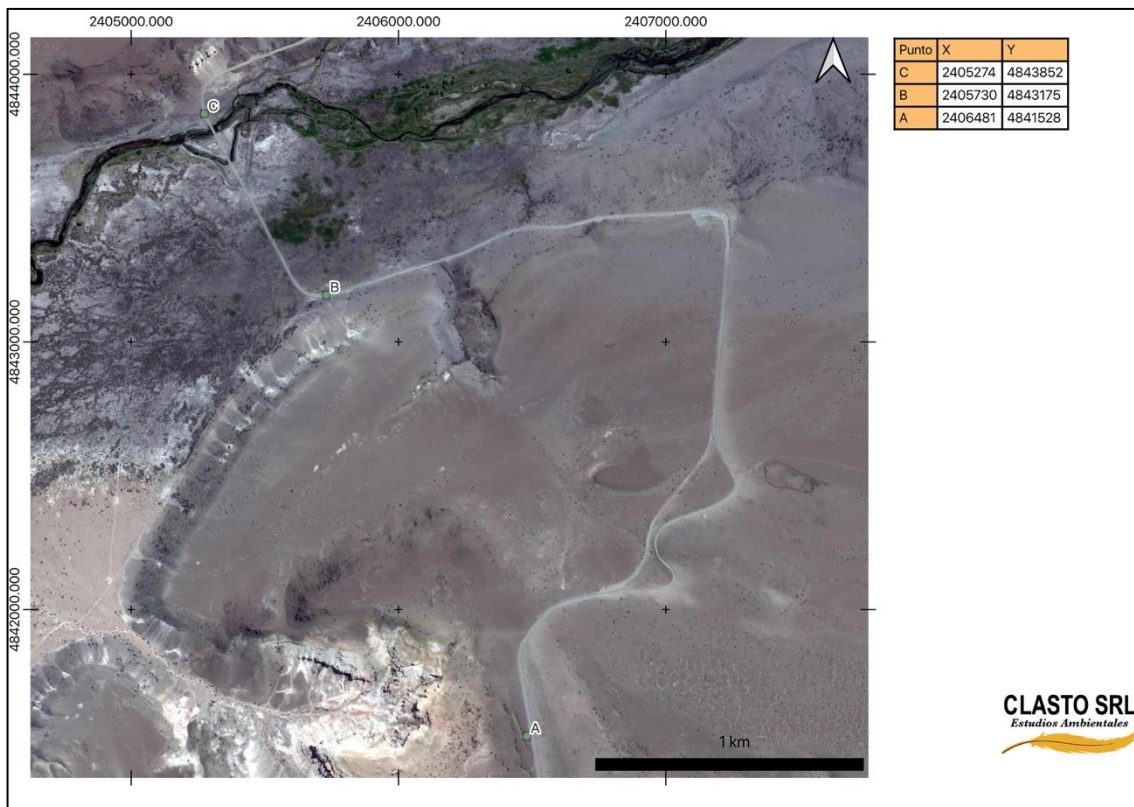


Figura 7. Puntos del camino con mayor proximidad a afloramientos potencialmente fosilíferos. Unidades Gauss Kruger, Faja 2, Campo Inchauspe.

En el punto A (Figuras 7 y 8A) el camino se ubica a unos 150 metros de los afloramientos asignables a la Formación Bajo Barreal. El mismo se encuentra sobre depósitos fluviales plesitocénicos, por lo que no se considera que ni el camino ni su área circundante represente un riesgo al patrimonio paleontológico.

Los puntos B y C (Figuras 7 y 8B, C) se acercan a exposiciones de la Formación Bajo Barreal, las cuales afloran en lo que sería el valle del Río Deseado. Sin embargo, en

el trazado actual del camino, no se evidencian signos de superposición entre el camino y esta unidad potencialmente fosilífera, estando los accesos al valle del Río Deseado (lugares de ascenso y descenso) cubiertos por derrubios provenientes de las zonas de mesetas. Por lo tanto, al igual que el punto A, se considera que el camino y su área de influencia directa, no representa un riesgo hacia el patrimonio paleontológico.

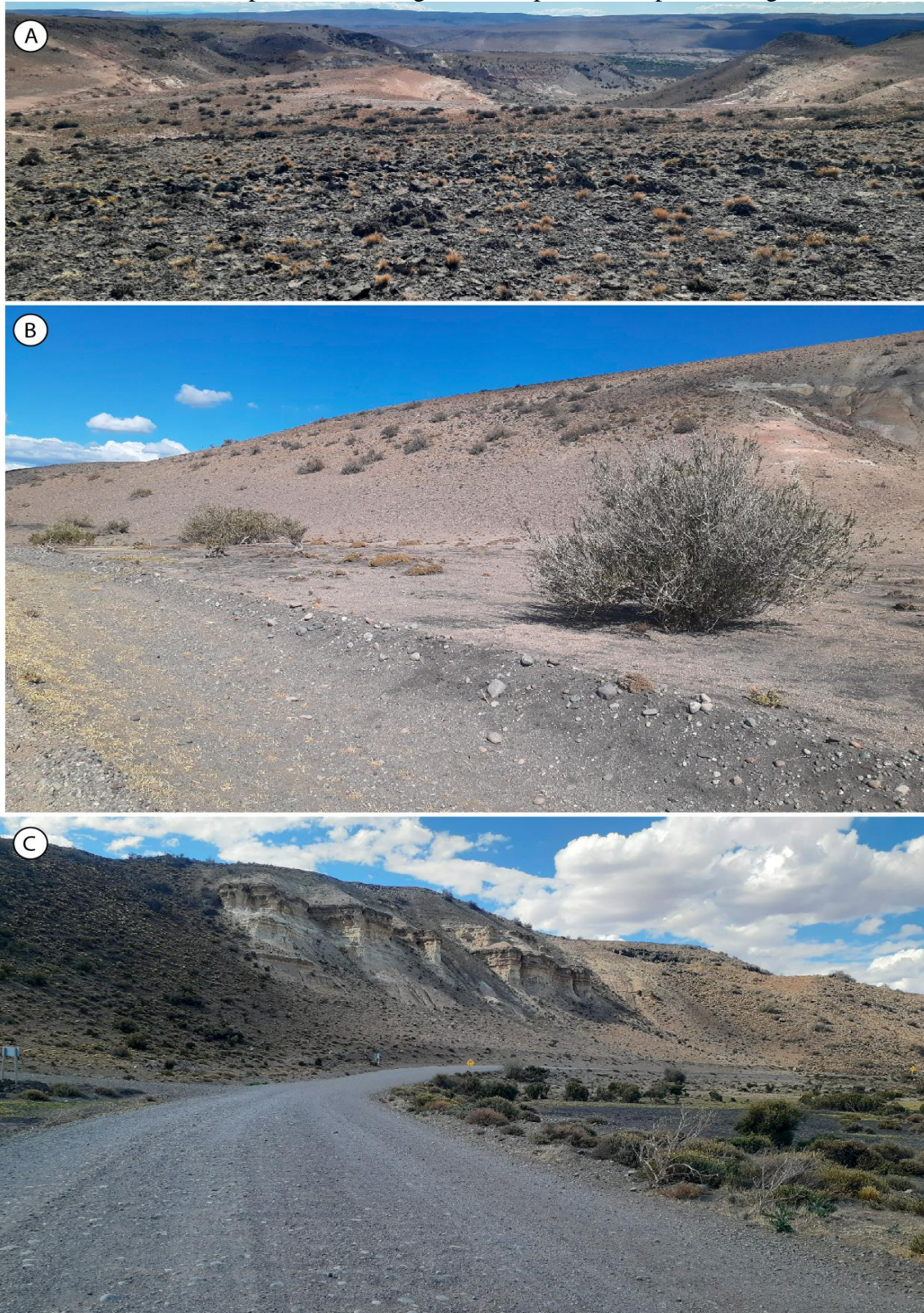


Figura 8. Lugares con mayor aproximación de los caminos de acceso a afloramientos asignables a diferentes unidades del Grupo Chubut (Cretácico).

Intersección del AID con unidades potencialmente fosilíferas. En base a las observaciones de campo y los mapeos geológicos, se puede advertir que una gran parte del AID se encuentra superpuesta con la Formación Chon Aike (ver Figura 3). Si bien la Formación Chon Aike contiene facies sedimentarias, potencialmente fosilíferas, este tipo de niveles son poco comunes, predominando las rocas volcánicas (ver sección “*Marco Geológico y antecedentes Paleontológicos*”). Esta descripción general para la formación se cumple en el área San José, donde prácticamente no se observaron niveles sedimentarios con potencial paleontológico, con la principal excepción del área SJ-1 (descrita más abajo). En general esta formación se encuentra mayormente cubierta, a excepción de pequeños asomos que permiten advertir su presencia debajo de la capa de suelo. Por lo tanto, si bien no puede desecharse la presencia de pequeños niveles sedimentarios fosilíferos, se descarta por completo la existencia de áreas relativamente extensas con restos fósiles. Así se considera que el riesgo de realizar tareas sobre estos niveles es de bajo a nulo.

A-SJ-1. A unos 1.200 metros al SE del campamento principal se localizaron numerosos restos de troncos silicificados, pobremente preservados y con claros signos de erosión reciente (Figura 10). Estos restos se hallaron sobre el lecho de un cuerpo lagunar endorreico, de pequeño tamaño, actualmente seco (Figuras 9 y 10). Si bien el área donde se localizaron los mismos no cuenta con afloramientos que permitan reconocer con exactitud la unidad litoestratigráfica a la cual pertenecen, en base a los mapeos geológicos de la zona (Cobos y Panza, 2003), y a lo observado en los alrededores del cuerpo lagunar, se asignan los mismos a la Formación Chon Aike. A pesar de que esta unidad es mayormente volcánica, se han evidenciado en la zona niveles sedimentarios, que justificarían la presencia de estos restos. Ninguno de los troncos ha sido localizado, claramente, en su nivel de roca portador, aunque en base a la distribución de algunos de los restos se puede suponer que éste nivel se encontraría cercano a la superficie, aunque cubierto por aportes sedimentarios modernos que rellenan este bajo endorreico. Los troncos corresponden mayormente a fragmentos de pequeño tamaño, seguramente resultantes de la erosión y meteorización de restos de mayor tamaño. Teniendo en cuenta que no puede asegurarse que estos materiales provengan de los niveles aflorantes, se le asigna al área un valor de IPA de 1 (Figura 6).

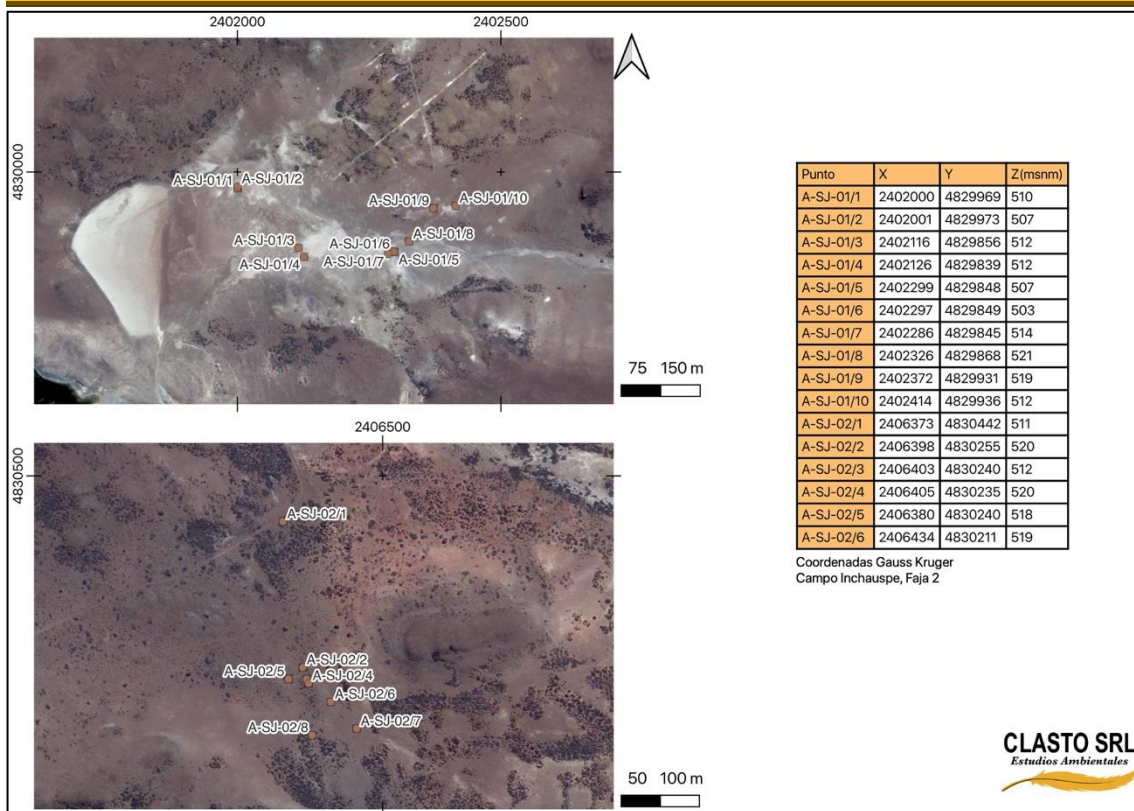


Figura 9. Puntos con restos de troncos hallados en afloramientos Jurásicos en las áreas identificadas como SJ-01 (arriba y dentro del área de influencia directa) y SJ-02 (abajo, fuera del área de influencia directa).

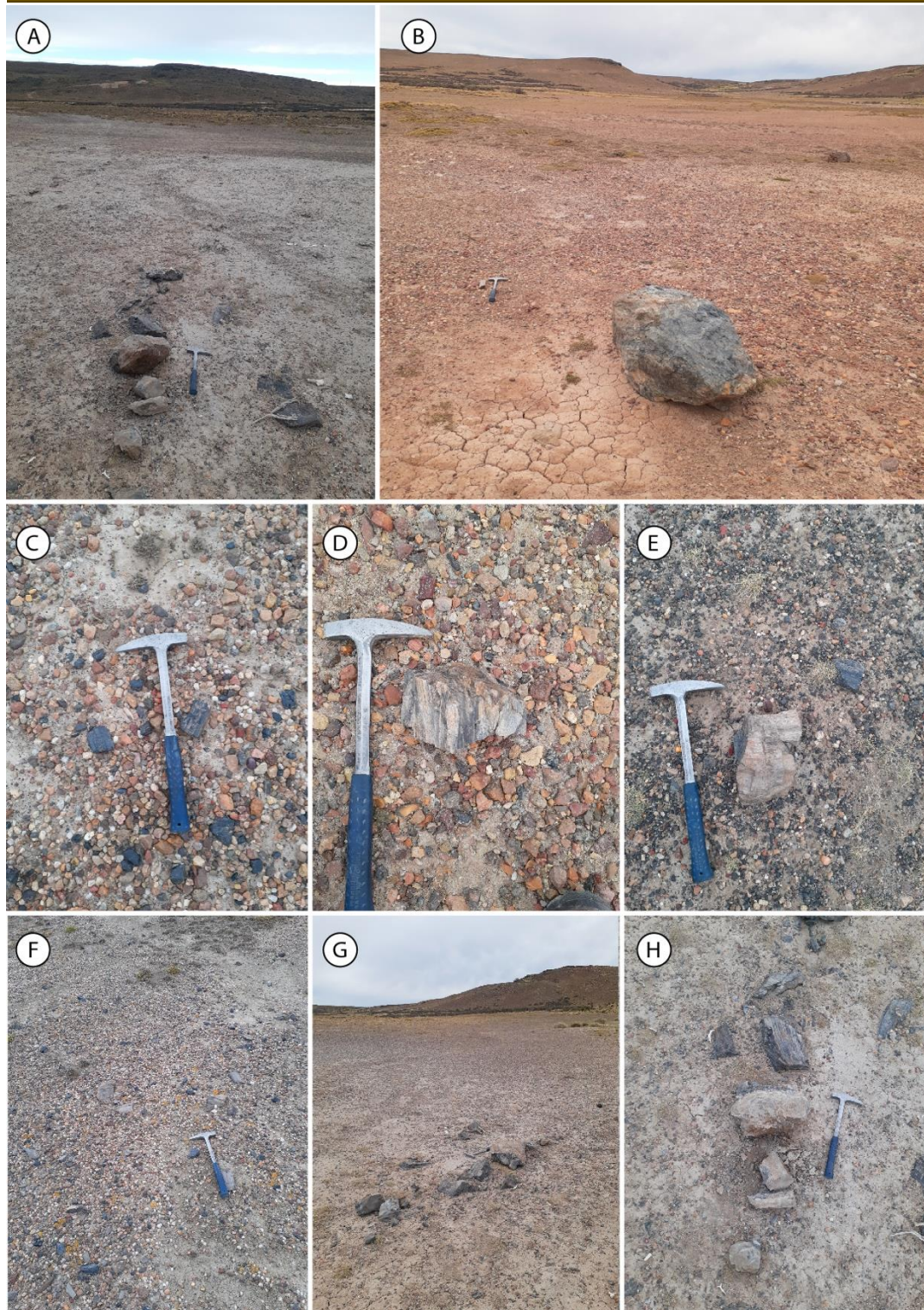


Figura 10. Restos de troncos hallados en el área SJ-01.

5.2 Áreas de Importancia Paleontológica por fuera del AID

A-SJ-2. El área SJ-02 ha sido delimitada en base a la presencia de restos de troncos de gran tamaño (Figura 11), algunos de ellos sin forma clara (Figura 11A, B) aunque muchos de ellos presentan una mejor preservación en cuanto a su morfología externa e interna

(Figura 11C-H). Si bien la cartografía geológica de la zona identifica este sector como perteneciente a la Formación Bajo Pobre, se sugiere que, al menos, el sector de los troncos correspondería a un pequeño parche o afloramiento asignable a las formaciones La Matilde o Chon Aike. Esta asignación se debe a la ausencia total de restos fósiles para la Formación Bajo Pobre (Cobo y Panza, 2003). El área delimitada se encuentra mayormente cubierta (Figura 11A) por lo que se requieren estudios en detalle para poder asignar claramente estos niveles a una unidad litoestratigráfica. Estos restos corresponden a los troncos de mayor tamaño hallados dentro del área Minera San José. Se le asigna al área delimitada un valor de IPA de 2 (medio; Figura 6) y se sugiere que el área podría ser mayor a la actualmente trazada.

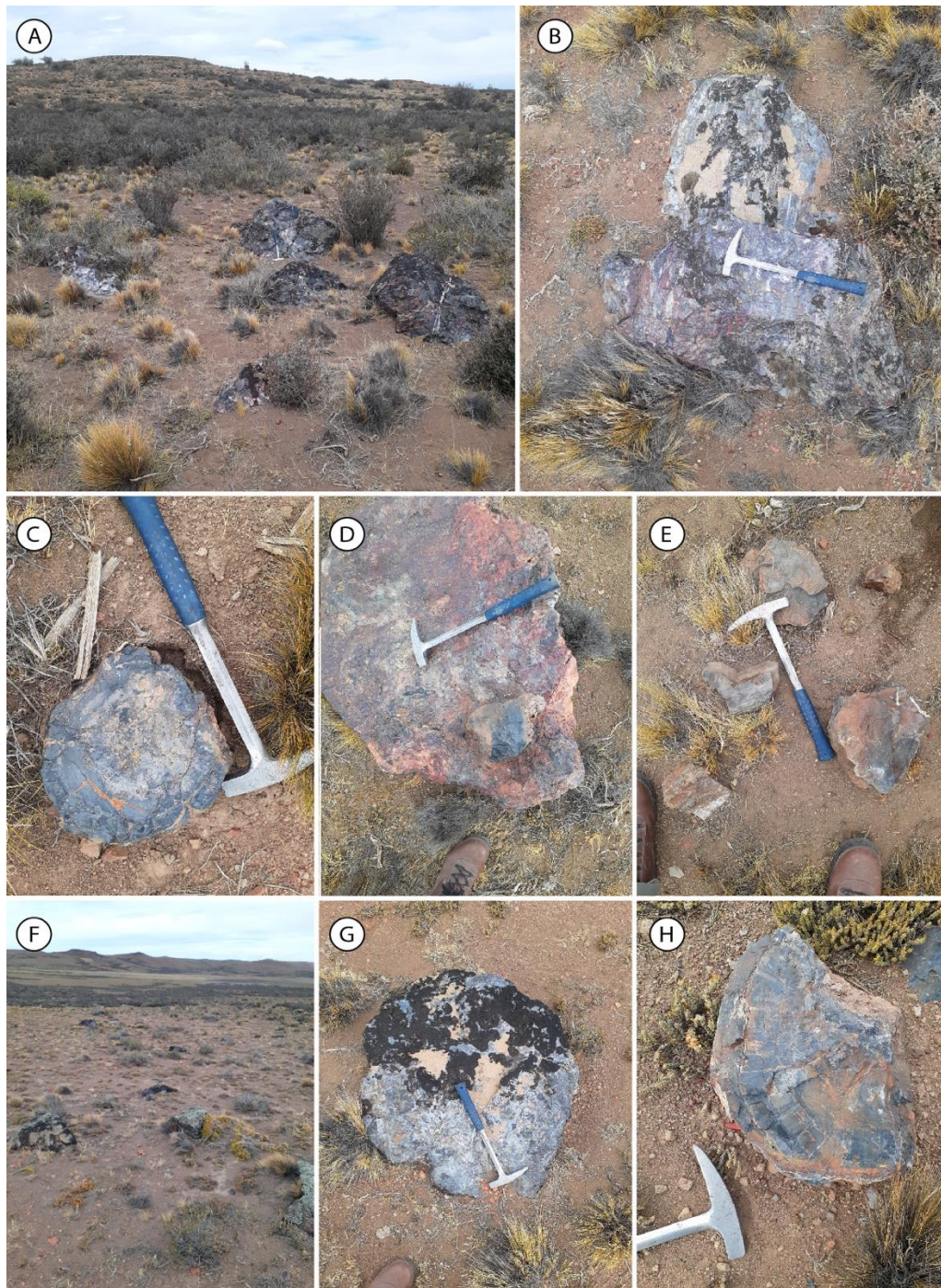


Figura 11. Restos de troncos hallados en el área SJ-02.

A-SJ-3. El área SJ-03 corresponde a un pequeño sector delimitado sobre los alrededores de restos de troncos, muy fragmentarios, chicos, y de escaso valor paleontológico y/o cultural (Figura 12). Este sector corresponde a una laguna actualmente seca, y no puede reconocerse el nivel portador de los mismos, por lo cual no puede descartarse la posibilidad de que se trate de restos *ex-situ*, probablemente transportados de sectores aledaños. Se le asigna a estos restos y el área delimitada un valor de IPA bajo (1; Figura 6).

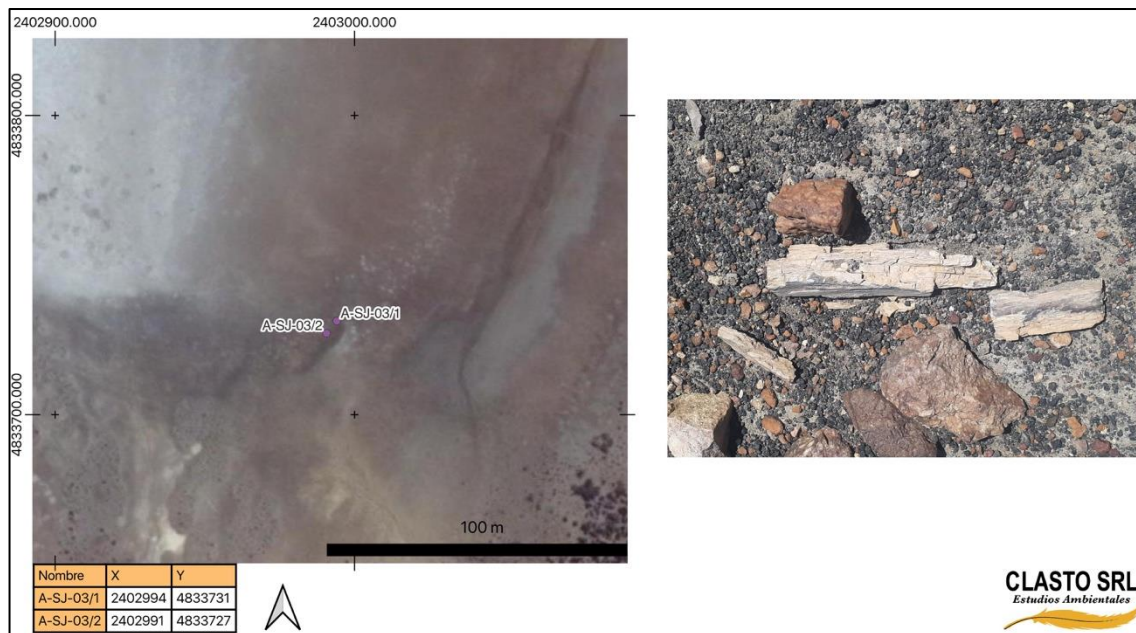


Figura 12. Troncos aislados hallados en los puntos SJ-03/1 y SJ-03/2 (Coordenadas Gauss Kruger, Faja 2, Campo Inchauspe).

A-SJ-4. Esta área ha sido delimitada en base a una serie de hallazgos de troncos fósiles, de pequeño tamaño, pero bien preservados que fueron observados en niveles atribuibles al Grupo Río Chico (Figuras 13 y 14). Preliminarmente se interpretan estos niveles como asignables a la Formación Koluel Kaike. Si bien esta unidad no había sido reconocida en el área aquí definida como SJ-4, la misma si se encuentra, en las cercanías de éste área, mapeada en la hoja geológica de El Pluma (Cobos y Panza, 2003. Los niveles corresponden a arcillas y canales de color ocre a rojizos (Figura 14; Figura 15A), que se encuentran apoyando discordantemente por encima del Grupo Bahía Laura y debajo de los basaltos de la Formación Cerro del Doce (Figura 14D). Como ha sido previamente mencionado restos de troncos fósiles ya habían sido previamente mencionados y estudiados para esta Formación. En base a la cantidad de restos de troncos hallados en su nivel portador, se le asigna al área SJ-4 un valor de IPA de 2 (medio).

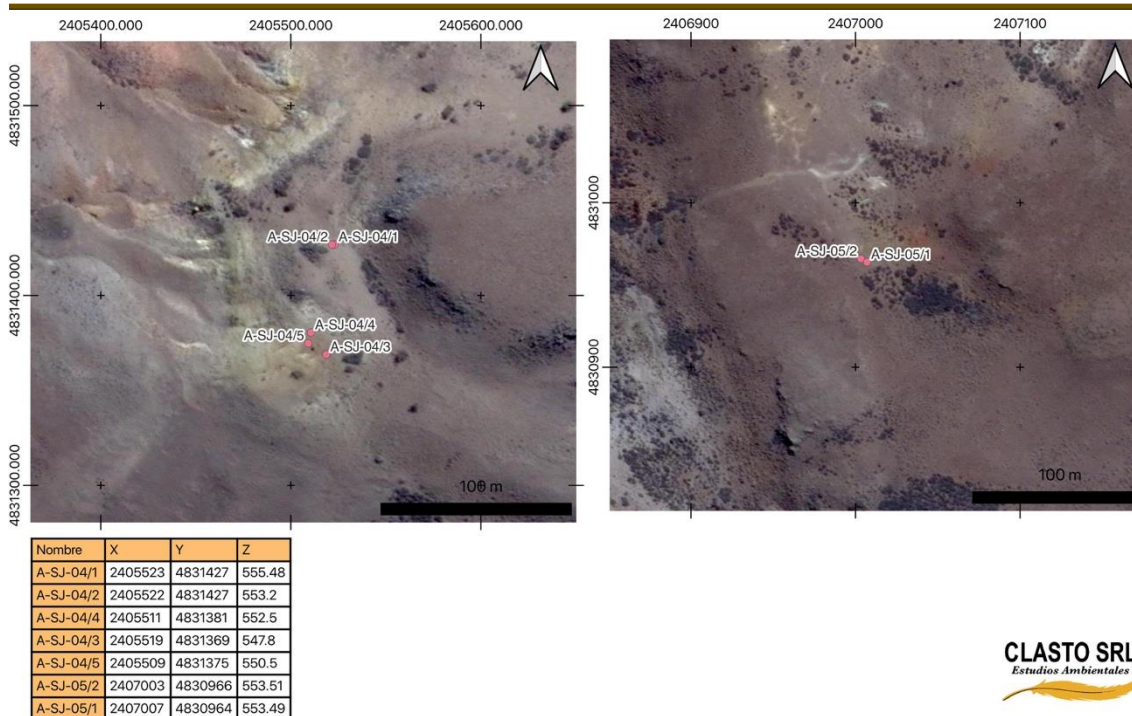


Figura 13. Puntos tomados con restos de troncos hallados en afloramientos asignables a la Formación Koluel-Kaike (Grupo Río Chico), correspondientes a las áreas SJ4 (izquierda) y SJ5 (derecha).
 Coordenadas Gauss Kruger, Faja 2, Campo Inchauspe.

A-SJ-5. El área SJ-5 quedó delimitada por el hallazgo de restos de troncos observados en niveles identificados como pertenecientes al Grupo Río Chico, posiblemente formación Koluel Kaike (Figuras 13 y 15). Algunos de estos troncos son de mayor tamaño que aquellos observados en el área SJ-4 (Figura 15). En esta zona Cobos y Panza (2003) habían observado y mapeado afloramientos asignados por ellos a la “Formación” Río Chico, actualmente considerada como Grupo Río Chico (ver Antecedentes Geológicos). Las características de estos afloramientos son las mismas que las de la zona del área SJ-4, confirmando la asignación previamente realizada. Al igual que el área SJ-4, se considera que SJ-5 tiene un valor de IPA medio (igual a 2; Figura 6).

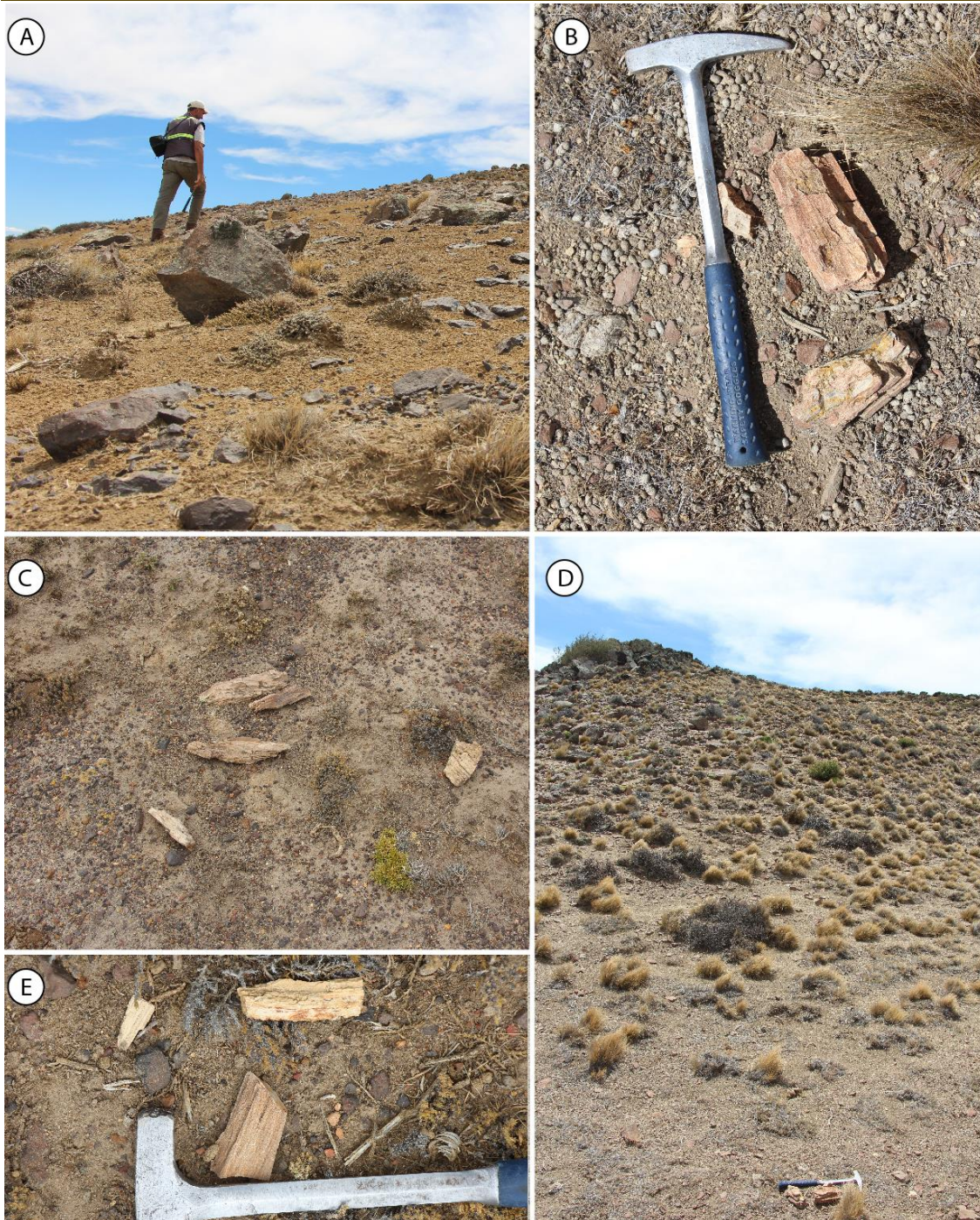


Figura 14. A, Afloramientos Formación Koluel Kaike?. B-E, Troncos hallados en el punto SJ-4, asignables a la Formación Koluel Kaike. D, Formación Koluel Kaike? por debajo del basalto correspondiente a la Formación Cerro del Doce.

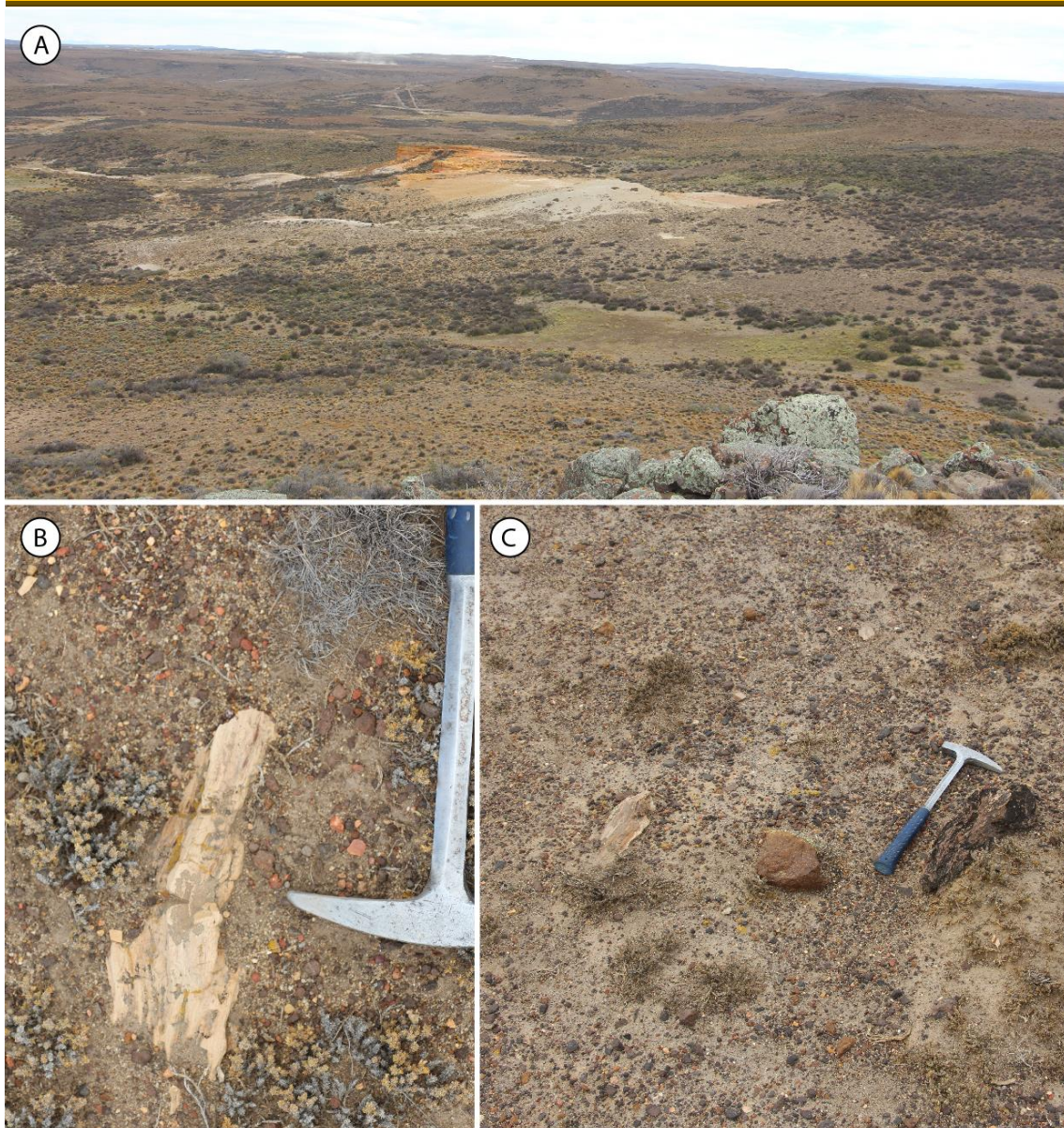


Figura 15. A, afloramientos del sector, característicos de niveles de canales de la Formación Koluel Kaike. B-C, Troncos hallados en el punto SJ-4, asignables a la Formación Koluel Kaike.

5.2.1 Conclusión sobre los hallazgos y Recomendaciones generales.

Los resultados arriba expuestos confirman el potencial de las unidades previamente reconocidas como potencialmente fosilíferas como son las formaciones Chon Aike y La Matilde (aunque esta última aflora al Norte del área de estudio; Figura 3) y el Grupo Río Chico (preliminarmente identificados como asignables a la Formación Koluel Kaike). En cuanto a los objetivos planteados para este informe (ver más arriba) es importante señalar que no se hallaron ni restos fósiles ni afloramientos de importancia paleontológica que pudieran poner en riesgo el patrimonio paleontológico dentro de las áreas delimitadas como de Influencia Directa (AID). En este sentido el único sector con restos fósiles corresponde a restos de fragmentos de troncos de bajo valor paleontológico, los cuales no ameritan ningún tipo de protección ni trabajo a futuro.

Por fuera del AID los sitios de importancia paleontológica demarcados corresponden a áreas de baja importancia (SJ-2) y de media importancia (SJ-3, SJ-4 y SJ5). Estos sitios demuestran el potencial paleontológico de algunas de las unidades dentro de la zona de la Unidad Minera San José. Teniendo en cuenta que la empresa no pretende (al menos por el momento) realizar trabajos en las áreas delimitadas ni en zonas cercanas a ellas no es necesario tomar acciones directas sobre las áreas delimitadas. Así, se considera que estos sitios no presentan riesgo alguno. Por el contrario, se considera que las mismas deben permanecer en su estado actual y sólo ser monitoreadas o delimitadas en caso de que se necesiten realizar trabajos en zonas cercanas a ellas, en especial a las áreas SJ-3, 4 y 5.

6 Plan de Manejo Paleo-Ambiental

Ante este eventual hallazgo, cualquiera sea su naturaleza, se recomienda seguir los siguientes pasos.

- a- Detener las tareas en el sitio y su entorno inmediato.
- b- Comunicar el hallazgo a la Jefatura de Operaciones y área de Medio Ambiente.
- c- Señalizar y aislar inmediatamente el sitio para evitar posibles daños.
- d- A través del área de Medio Ambiente contactar al profesional a cargo del monitoreo paleontológico quien deberá expedirse en relación a la importancia del hallazgo y determinar, si lo requiriese, el procedimiento necesario para recuperar el mismo.
- e- En caso de ser necesario realizar un rescate paleontológico, el mismo deberá ser autorizado en todos los casos, por la autoridad de aplicación, Secretaría de Estado de Cultura de la Provincia de Santa Cruz.

7 Bibliografía

- CARBALLIDO, J.L.**, 2021. Monitoreo y Prospección Paleontológica, área Saavedra, Spetiembre 2021.
- CHANNING, A., ZAMUNER, A.B. & ZUÑIGA, A.** 2007. A new middle-late Jurassic flora and hot spring chert deposit from the Deseado Massif, Santa Cruz province, Argentina. *Geol. Mag.* 144, 401–411.
- COBOS, J.C. & PANZA, J.L.** 2003. Hoja Geológica 4769-IV, El Pluma. Segemar. Buenos Aires, Argentina. 89pp.
- CORIA, R.A. & PAULINA CARABAJAL, A.** 2004. Nuevas huellas de Theropoda (Dinosauria: Saurischia) del Jurásico de Patagonia, Argentina. *Ameghiniana* 41: 393–398.
- DE BARRIO, R. E.; ARRONDO, O. G.; ARTABE, A. E. & PETRIELLA, B.** 1982. Estudio geológico y paleontológica de los alrededores de la Estancia Bajo Pellegrini, Provincia de Santa Cruz. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 37 (3): 285-299.
- DE VALAIS, S.** 2011. Revision of Dinosaur Ichnotaxa from the la Matilde Formation (Middle Jurassic), Santa Cruz Province, Argentina. *Ameghiniana* 48(1), 28-42
- DE VALAIS, S.** 2008. Icnología de tetrápodos Triásicos y Jurásicos de Argentina: aportes al origen de las aves y los mamíferos. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina, 316 p. [Unpublished].
- DE VALAIS, S.** 2009. Ichnotaxonomic review of *Ameghinichnus*, a mammal ichnogenus from the La Matilde Formation (Middle Jurassic), Santa Cruz province, Argentina. *Zootaxa* 2203: 1–21.
- DE VALAIS, S. & MELCHOR, R.N.** 2003. Nuevos aportes sobre la icnofauna de la Formación La Matilde (Jurásico Medio), provincia de Santa Cruz, Argentina. *Ameghiniana* 40 (supplement): 53R–54R.
- DE VALAIS, S. & MELCHOR, R.N.** 2008. Ichnotaxonomy of bird-like footprints: an example from the Late Triassic–Early Jurassic of Northwest Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology* 28: 145–159.
- DE VALAIS, S., MELCHOR, R.N. & GENISE, J.F.** 2003. *Hexapodichnus casamiquelai*, isp. nov.: an arthropod trackway from the La Matilde Formation (Middle Jurassic), Santa Cruz, Argentina. *Asociación Paleontológica Argentina, Publicación Especial* 9: 35–41.
- FERUGLIO, E.** 1949. Descripción geológica de la Patagonia. Dirección Nacional de Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires, Tomo 1: 118-141.
- GUIDO, D.M., CAMPBELL, K.A.** 2011. Jurassic hot spring deposits of the Deseado Massif (Patagonia, Argentina): characteristics and control son regional distribution. *J. Volcanol. Geoth. Res.* 203, 35–47.
- GUIDO D. M., & Campbell, K. A.** 2012. Diverse subaerial and lacustrine hot spring settings of the Cerro Negro epithermal system (Jurassic, Deseado Massif), Patagonia, Argentina. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 229–230, 1–12.
- GUIDO, D.M.** 2004. Subdivisión litofacial e interpretación del volcanismo jurásico (Grupo Bahía Laura) en el este del Macizo del Deseado, provincia de Santa Cruz. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 59: 727–742.
- HARRINGTON, H.** 1962. Paleogeographic Development of South America. *American Association of Petroleum Geologists. Bulletin* 46 (10): 1733-1814.

-
- MASSINI, J.L., GUIDO, D.M & ESCAPA I.H.** 2020. Sistemas de aguas termales: una ventana sobre la Patagonia mesozoica. *Ciencia hoy*. 168 (28):45–51.
- MELCHOR, R.N., DE VALAIS, S. & GENISE, J.F.** 2004. Middle Jurassic mammalian and dinosaur footprints and petrified forests from the volcanoclastic La Matilde Formation. In: E.S. Bellosi and R.N. Melchor (Eds.), *Fieldtrip guidebook*. 1º International Congress on Ichnology, Museo Egidio Feruglio, Trelew, p. 47–63
- PANKHURST, R. J., RILEY, T. R., FANNING, C. M. AND KELLEY, S. P.** 2000. Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of Magmatism Associated with the Break-up of Gondwana. *Journal of Petrology* 45 (5): 605-625.
- PANZA, J.L., HALLER, M.J.** 2002. El volcanismo jurásico. In: Haller, M.J. (Ed). *Geología y recursos Naturales de Santa Cruz. Relatorio del XV Congreso Geológico Argentino*: 89-102.
- PANZA, J.L., A. GENINI & M. FRANCHI,** 2001. Hoja Geológica 4769-IV, Monumento Natural Bosques Petrificados. Provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Boletín 258, 115 p. Buenos Aires
- QGIS Development Team,** 2009. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. URL <http://qgis.org>
- RAMOS, V. A.** 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. En: Caminos R. (Ed.) *Geología Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales*, 29 (17): 41-96.
- SAGASTI, A.J., GARCÍA MASSINI, J., ESCAPA, I.H., GUIDO, D.M. Y CHANNING, A.** 2016. *Millerocaulis zamuneræ* sp. nov. (Osmundaceae) from Jurassic, geothermally influenced, wetland environments of Patagonia, Argentina. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, DOI: 10.1080/03115518.2016.1210851.
- SAGASTI, A.J., GARCÍA MASSINI, J.L., ESCAPA, I.H., GUIDO, D.M.,** 2018. Multitrophic interactions in a geothermal setting: arthropod borings, actinomycetes, fungi and fungallike microorganisms in a decomposing conifer Wood from the Jurassic of Patagonia. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 514, 31–44.
- SAGASTI, A.J., MASSINI J., ESCAPA I., GUIDO D., & MOREL E.M.** 2020a. Middle-Late Jurassic megafloora of Laguna Flecha Negra locality in Santa Cruz Province, Patagonia, and floristic assemblages of the Bahía Laura Complex.” *Journal of South American Earth Sciences* 100 (2020): 102564.
- SAGASTI, A.J., GUIDO D., MASSINI J., & CAMPBELL K.A.,** 2020b. Plant taphonomy and paleoenvironment of the Laguna Flecha Negra locality, middle-late Jurassic, Santa Cruz province (Patagonia, Argentina). *Ameghiniana*
-

ZAMBRANO, J. & URIEN, C. 1970. Geological outline of the basins in Southern Argentina and their continuation off The Atlantic shore. Journal of Geophysical Research, 75 (8): 1363-1396.

8 Anexo. Registro Profesional como consultor ambiental del responsable del informe

Se deja copia de la constancia del Registro del Dr. José Luis Carballido al Registro de Profesionales en Estudios Ambientales – Área Auditoría Técnica de la Provincia de Santa Cruz. de Santa Cruz.

