

5.13 PALEONTOLOGÍA

Rubilar (2008) ha definido el Patrimonio Paleontológico como los materiales de estudio de la ciencia paleontológica que integran parte del patrimonio natural no renovable, histórico y cultural del país.

La presencia de fósiles en los yacimientos paleontológicos se debe a procesos o causas naturales, de manera que el ser humano interviene sólo como agente destructor o mitigador. Los fósiles son percibidos en el entorno humano como objeto de diferentes intereses (científico, educativo, ocio e inclusive comercial) y existe una comunidad de profesionales que se dedica a su estudio y puesta en valor, instancia necesaria para incrementar el conocimiento y la valoración de este patrimonio natural y cultural por parte de las sociedad.

Lamentablemente, en comparación con el ámbito arqueológico e histórico, la paleontología ha sido tradicionalmente poco difundida en Chile y se hace necesario incrementar su desarrollo mediante publicaciones, inventarios o registros generales que den a conocer los bienes patrimoniales de carácter paleontológico disponibles en nuestro territorio, cuyo resguardo es prioritario para las siguientes generaciones de científicos y ciudadanos.

La Ley 17.288 de Monumentos normativa más importante respecto a la protección y conservación del patrimonio paleontológico chileno, lo identifica bajo la denominación de “piezas paleontológicas” y “los lugares donde éstas se hallaren” entregando ciertas herramientas de protección mediante el Reglamento sobre excavaciones y/o prospecciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas, publicado en el Diario Oficial el 02 de abril de 1991”. En su Artículo 1° expresa que “Las prospecciones y/o excavaciones arqueológicas, antropológicas y paleontológicas, en terrenos públicos o privados, como asimismo las normas que regulan la autorización del Consejo de Monumentos Nacionales para realizarlas y el destino de los objetos o especies encontradas, se regirá por las normas contenidas en la Ley N° 17.288 y en este reglamento.”

Históricamente, el componente paleontológico dentro de la Región de Atacama y del área en estudio, se encuentra vinculado con la minería y la geología. Uno de los primeros investigadores en la región fue Charles Darwin (1835) al que siguió el sabio y naturalista Philippi (1860), luego Domeyko(1903) y Bruggen (1917). Entre los años 1959 y 1968 el Instituto de Investigaciones Geológicas de Chile (I.I.G) realizó levantamientos de la cordillera regional, sentando las bases de la nomenclatura litoestratigráfica formacional de la provincia de Atacama.

El conocimiento acerca de la geología y paleontología regionales continuó incrementándose hasta el presente con los trabajos de Herm, 1969; Hillebrand,1972; Jensen, 1976; Chong y Gasparini, 1976; Chong, 1985; Pérez de A', 1978; Aberhan, 1993; Arévalo,1994; Suárez *et al*, 1995; Iriarte *et al.*, 1995, 1999; Cornejo *et al.*, 1998 y Godoy *et al.*, 2003, Walsh and Hume, 2001; Mourgues, 2004, 2007; Suárez y Marquardt, 2003; Suárez *et al.*, 2004; Walsh and Suárez, 2005; Arévalo, 2005; Walsh y Suárez, 2006; Salaberry *et al.*, 2006 y Suárez, 2010.

5.13.1 Objetivos

Los principales objetivos de este estudio son:

- Identificar y caracterizar áreas y/o componentes de importancia paleontológica dentro del área de emplazamiento de la Planta Desalinizadora y los trazados del Acueducto y Línea Eléctrica.
- Identificar en forma taxonómica el material fósil reconocido en el Área de Estudio.
- Evaluar el potencial paleontológico de los sitios reconocidos e identificar eventuales impactos de las obras proyectadas sobre el componente paleontológico, evaluando las implicancias derivadas y las necesidades tales como rescates paleontológicos o medidas de mitigación y/o compensación.

5.13.2 Metodología de Trabajo

La metodología aplicada para el desarrollo del estudio incluyó la revisión de la información entregada por el cliente así como también mapas, estudios geológicos y paleontológicos relativos al área de estudio.

Se realizó una campaña de terreno realizando monitoreos visuales superficiales a lo largo del trazado y de los sectores en donde se ha proyectado el emplazamiento de los trazados (Acueducto y Líneas Eléctricas de 100 kV y 23 kV), verificando su coincidencia geográfica con formaciones de tipo sedimentario-fosilífero.

El trabajo de prospección consistió en una campaña de terreno realizada entre los días 15 y 18 de Mayo del 2010. Para el trabajo de campo amplio se utilizó un vehículo 4 X 4, mientras que para la prospección de detalle se realizaron prospecciones visuales pedestres a lo largo del trazado considerando un área de amortiguación lateral de aproximadamente 110 metros.

Se individualizaron puntos específicos de monitoreo que fueron escogidos y geo-referenciados en base a su representatividad geológica y paleontológica. Durante el desarrollo de la prospección no se realizaron excavaciones paleontológicas ni tampoco se extrajo ningún tipo de material fósil desde el área.

5.13.3 Resultados

Las principales unidades geológicas de la Región de Atacama que se encuentran asociadas al área en que se ha desarrollado el presente estudio son:

- **Gabro Caldera (Jurásico)**(Godoy *et al.*, 2003): Cuerpo intrusivo expuesto parcial e intermitentemente a lo largo de la sección de estudio. Comprende un gabro de olivino y diorita de clinopiroxeno y/o anfíbola, en parte cuarcífera.

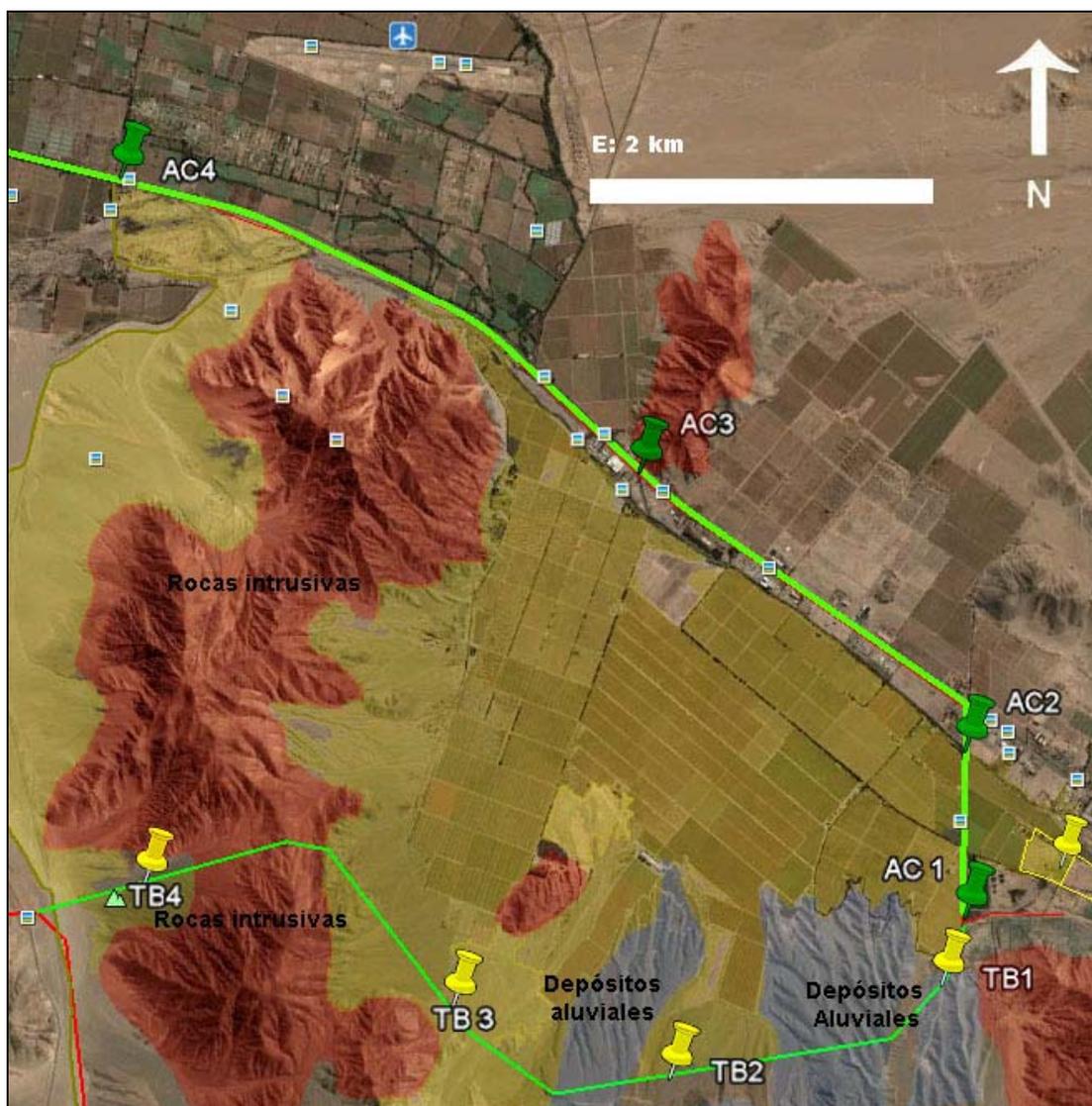
- **Plutón Cerro Morado (Cretácico Inferior)** (Godoy *et al.*, 2003): Cuerpo intrusivo integrado por tonalitas, granodioritas, dioritas cuarcíferas y escaso granito. Esta unidad se relaciona con el área de estudio aflorando principalmente en la zona de Sierra Monardes, al Sur del Río Copiapó, entre LE8 y LE10.
- **Diorita Cuarcífera Sierra Chicharra (Cretácico inferior)** (Arévalo, 2005): Corresponde a un intrusivo conformado por dioritas cuarcíferas que alcanza su máximo desarrollo en los alrededores LE7.
- **Diorita La Brea (Cretácico Inferior alto)** (Arévalo, 2005) Se trata de dioritas de clinopiroxeno y hornblenda (Microdioritas y microdiorita cuarcíferas). Esta unidad se desarrolla específicamente en la zona aledaña a LE 1 y LE2.
- **Formación Bahía Inglesa (Mioceno-Plioceno)** (Godoy *et al.*, 2003): Secuencia sedimentaria marina fosilífera conformada por coquinas, conglomerados, areniscas, fosforitas, cineritas y fangolitas. Algunos niveles son ricos en restos fósiles de vertebrados marinos, principalmente peces condriictios (tiburones), mamíferos marinos (ballenas y delfines); aves marinas y reptiles (Walsh y Hume, 2001; Suárez *et al.*, 2004, Walsh y Suárez, 2005). Esta formación se presenta como una franja costera con dirección norte-sur (Marquardt *et al.*, 2000). En relación con el proyecto, esta unidad fosilífera se desarrolla específicamente en la zona periférica sureste de Caldera (Punto LE 20) siendo parcialmente intersectado por una sección del trazado eléctrico.
- **Gravas de Copiapó (Mioceno- Plioceno)** (Godoy *et al.*, 2003): Sedimentos clásticos grises constituidos por gravas redondeadas no consolidadas a levemente cementadas. Se desarrollan principalmente dentro del cauce seco del río Copiapó.
- **Estratos de Agua Amarga (Plioceno)** (Godoy *et al.*, 2003): Secuencia de coquinas, gravas y conglomerados de carácter marino litoral. Ocasionalmente contienen restos mal preservados de invertebrados.
- **Estratos de Caldera (Cuaternario)** (Godoy *et al.*, 2003): Sucesión sedimentaria marina-litoral compuesta por conglomerados, areniscas y coquinas. Estos sedimentos carbonáticos y clásticos se expresan morfológicamente como terrazas de abrasión marina y depósitos asociados. La presencia de *Argopecten purpuratus* y *Concholepas concholepas* permite asignarles una edad correspondiente al Cuaternario.
- **Depósitos Aluviales (Cuaternario)** (Godoy *et al.*, 2003): Gravas y bloques, en menor proporción, arenas y limos inactivos y activos.
- **Depósitos Eólicos (Cuaternario)** (Godoy *et al.*, 2003): Depósitos eólicos compuestos por arenas ocasionalmente cementadas por carbonatos y mantos de arena semiactivos.

5.13.3.1 Descripción del Trazado del Acueducto(AC) (Ver **Figuras 5.13-1 a 5.13-5**)

El trazado del Acueducto se inicia en AC1 - AC2, en el sector Oeste de Copiapó, sobre sedimentos fluviales del Río Copiapó y depósitos aluviales y coluviales antiguos (Mioceno-Plioceno). Debido a su génesis, estos depósitos no contienen fósiles. La sección ocupa la misma plataforma de sustrato que la Ruta 5.

Hacia el Oeste (AC2-AC3) el trazado se desarrolla sobre depósitos fluviales y en la zona de Santa Gemita se apoya en rocas intrusivas (AC3). A través de AC3-AC4 y con posterioridad AC4-AC7, el trazado del acueducto continúa utilizando como sustrato depósitos fluviales no fosilíferos del Río Copiapó, siempre en paralelo a la Ruta 5, a Caldera.

Figura 5.13-1
Tramo Acueducto AC1 a AC4
Tramo Travesía Bodega TB1 a TB4



Fuente: Arcadis en base a Google Earth 2010.

En el punto AC7, el trazado del Acueducto se intersecta con el trazado de la Línea Eléctrica, continuando ambos en paralelo hacia el Oeste. A partir de AC7, el Acueducto bordea la ribera norte del camino hacia la Hacienda María Isabel, ocupando la ladera de la terraza fluvial del Río Copiapó.

Los terrenos sobre los cuales se desarrolla el trazado entre AC7 Y AC8, corresponden a depósitos fluviales del Río Copiapó y gravas componentes de la unidad Gravas de Copiapó (Godoy et al., 2003).

Figura 5.13-2
Tramo Acueducto AC4 a AC7



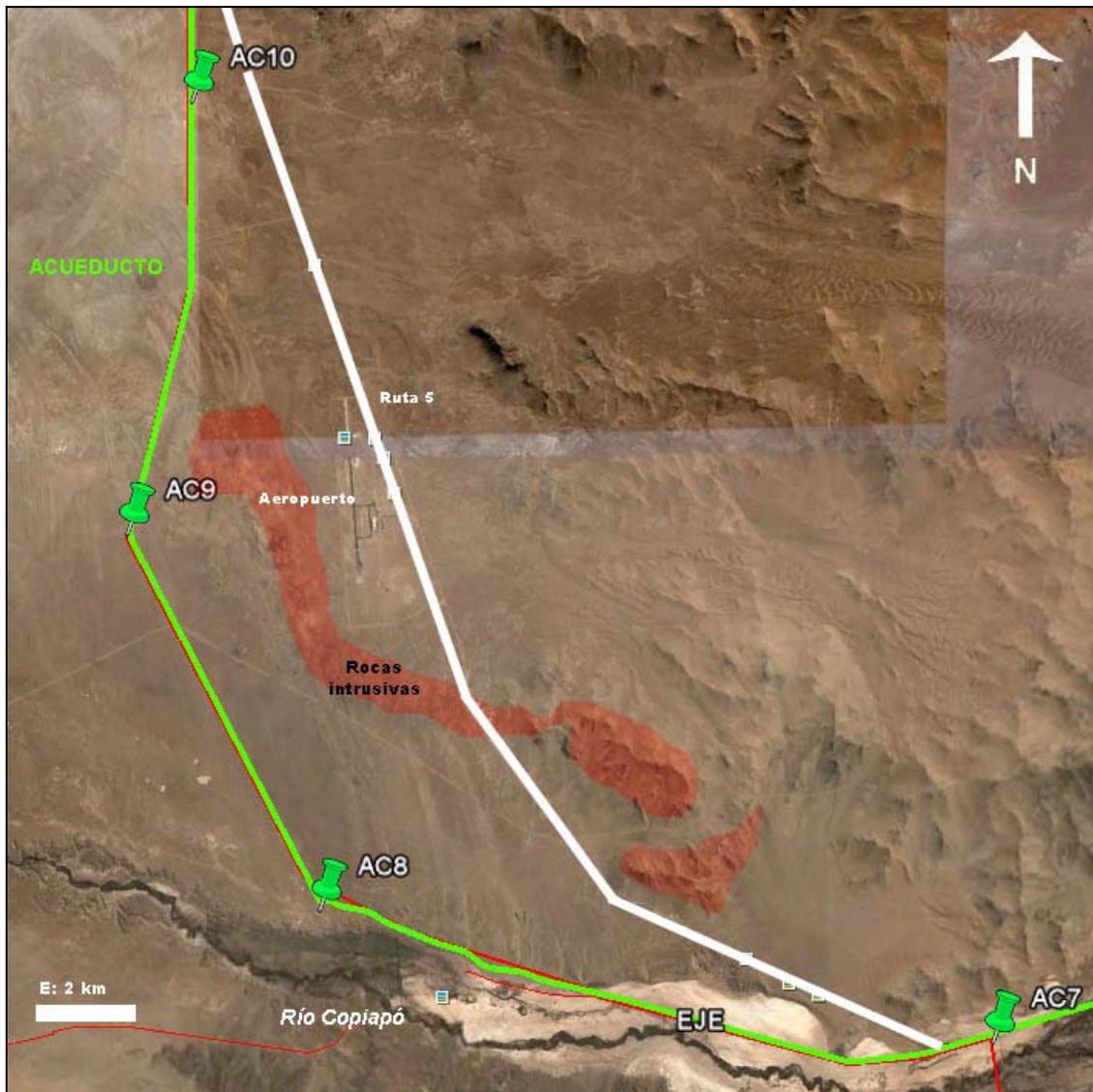
Fuente: Arcadis en base a Google Earth 2010.

A partir del punto AC8, el trazado se proyecta en paralelo con la antigua línea del ferrocarril Caldera-Monte Amargo. Desde este punto, el trazado se emplaza sobre depósitos de edad Cuaternario, hacia el noroeste, sobreponiéndose a las terrazas marinas de los Estratos de Caldera (Godoy et al., 2003).

Entre AC8 y AC9, la sección del Acueducto se proyecta en paralelo a rocas no fosilíferas del Complejo Epimetamórfico de Chañaral, de edad Paleozoico (Devónico-Carbonífero)(Godoy et al., 2003).

Hacia AC10, el trazado se dirige más hacia el norte, acercándose a la Ruta 5, siempre apoyándose sobre los depósitos marinos de los Estratos de Caldera, atravesando sus correspondientes terrazas marinas.

Figura 5.13-3
Tramo Acueducto AC7 a AC10



Fuente: Arcadis en base a Google Earth 2010.

Dentro del tramo AC8-AC11 se reconoció la presencia de restos fosilizados de invertebrados marinos cuaternarios provenientes de los Estratos de Caldera. El material corresponde principalmente a caparazones fragmentados de moluscos y ocasionalmente gastrópodos en un extremadamente precario estado de conservación, limitando así su asignación taxonómica. La fauna fósil de invertebrados de los Estratos de Caldera fue previamente descrita por Guzmán et al., 2000 pero los materiales estudiados fueron recolectados en localidades situadas fuera del trazado del Acueducto.

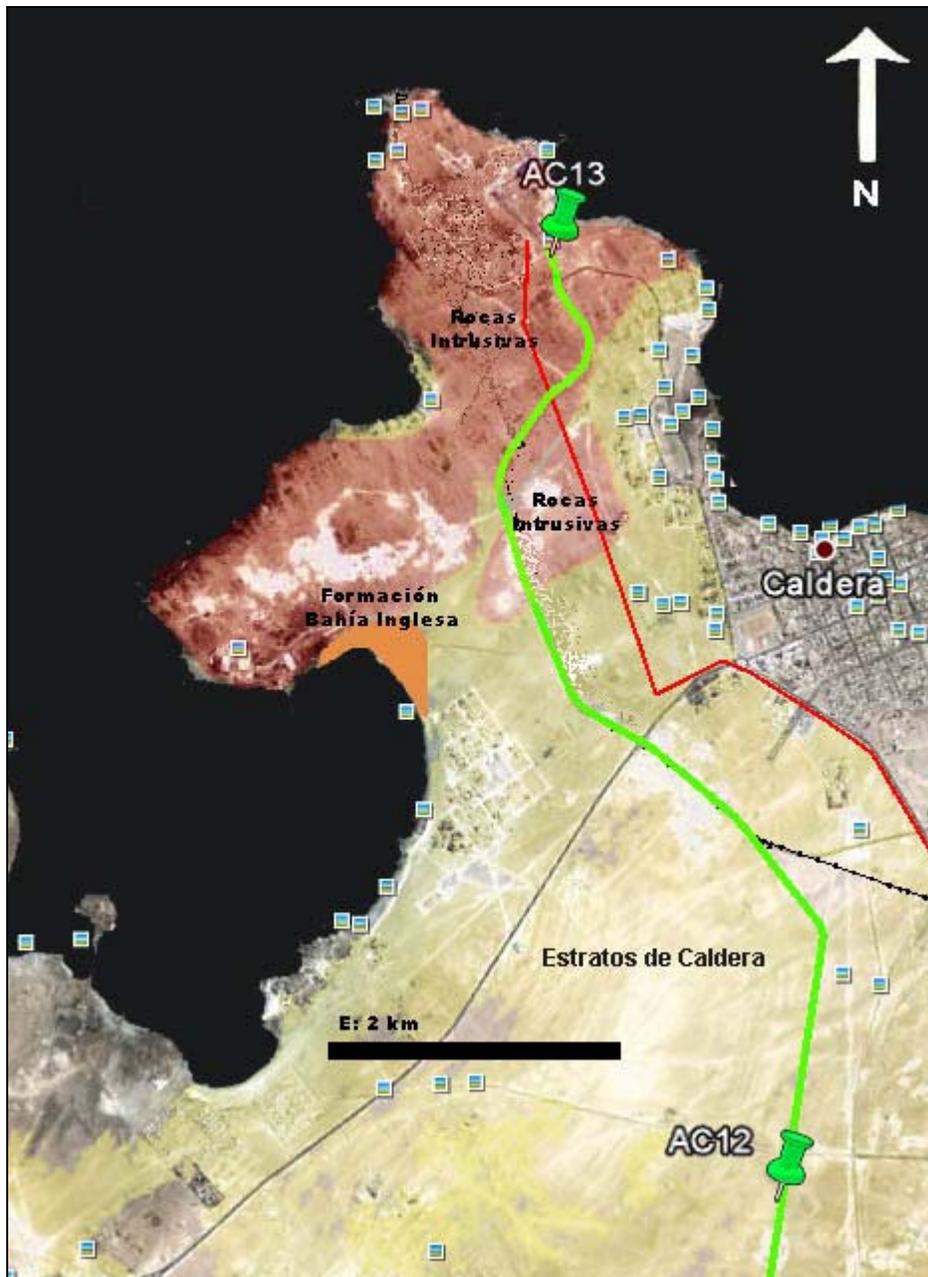
Figura 5.13-4
Tramo Acueducto AC10 a AC11



Fuente: Arcadis en base a Google Earth 2010.

El tramo AC11- AC12, se encuentra exclusivamente soportado sobre depósitos de los Estratos de Caldera. La sección AC12- AC13 se emplaza mayoritariamente sobre los Estratos de Caldera. El Sector de AC 13 se encuentra sobre rocas intrusivas no fosilíferas de la unidad Gabro Caldera (Godoy et al., 2003). (Ver **Tabla Anexo 5.13-1**)

Figura 5.13-5
Tramo Acueducto AC12 a AC13



Fuente: Arcadis en base a Google Earth 2010.

En la **Tabla 5.13-1** se presentan las coordenadas y el resumen de los puntos de monitoreo para el trazado del Acueducto indicando el tipo de depósito o unidad y el componente paleontológico en caso de existir.

Tabla 5.13-1
Puntos y Coordenadas de Prospección Paleontológica, Indicando Tipo de Depósito de Proveniencia y Componentes Patrimoniales Reconocidos para Trazado Acueducto

Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM Datum WGS-84		Tipo de Depósito o Unidad	Componente Paleontológico
	Este (m)	Norte (m)		
AC1	364.441	6.974.358	Fluvial-Aluvial	
AC2	364.427	6.975.409	Fluvial	
AC3	362.074	6.977.282	Fluvial	
AC4	358.309	6.979.526	Fluvial	
AC5	351.934	6.978.620	Fluvial	
AC6	345.195	6.976.481	Fluvial	
AC7	336.574	6.973.483	Fluvial	
AC9	323.474	6.975.937	Estratos de Caldera	Invertebrados
AC9	319.637	6.983.275	Estratos de Caldera	Invertebrados
AC10	320.724	6.991.658	Estratos de Caldera	Invertebrados
AC11	320.676	6.996.424	Estratos de Caldera	Invertebrados
AC12	319.475	7.002.479	Estratos de Caldera	Invertebrados
AC13	317.556	7.006.253	Intrusivo	

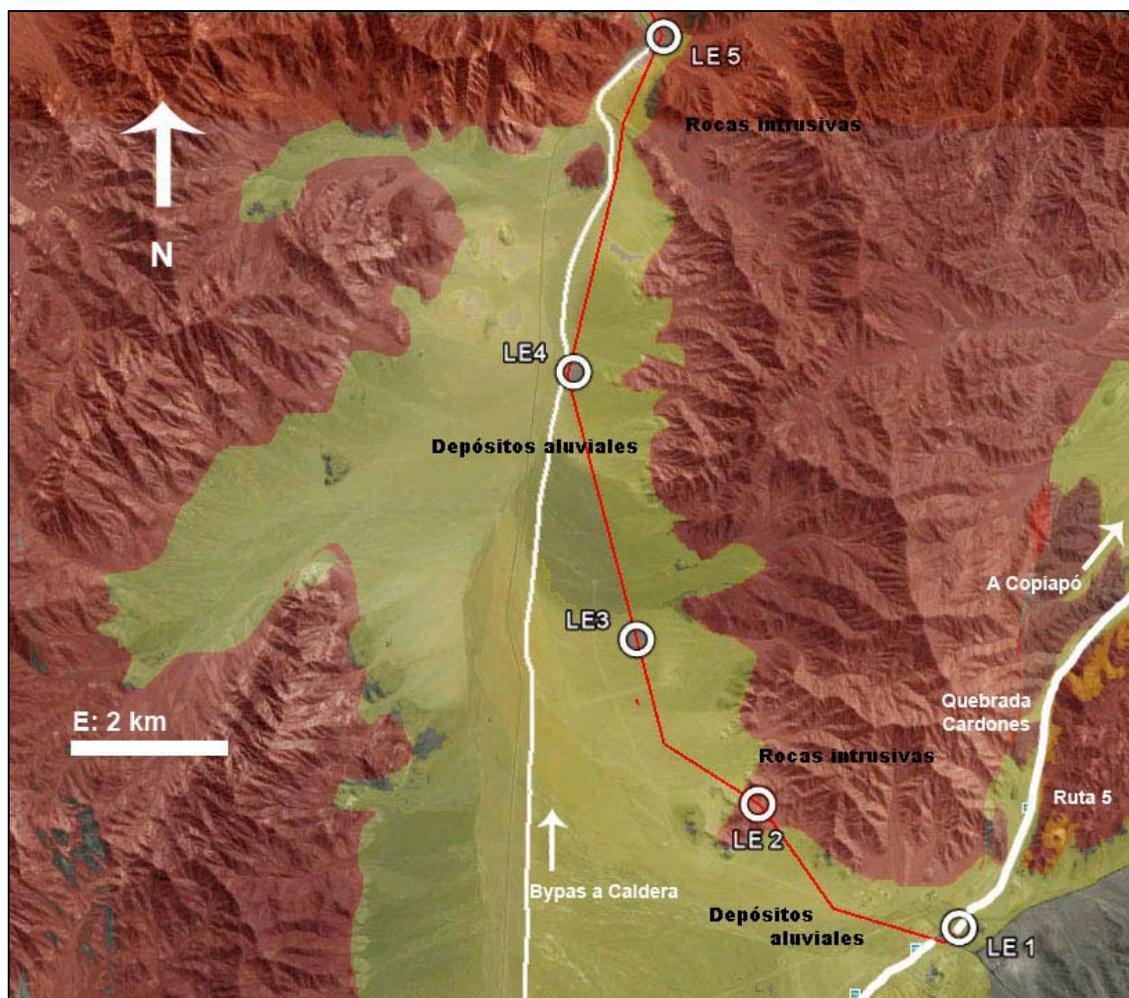
Fuente: Arcadis 2010.

5.13.3.2 Descripción del Trazado Línea Eléctrica 110 kV (LE) (Ver Figuras 5.13-6 a 5.13-11)

El trazado de Línea Eléctrica se inicia en punto LE 1, sector sur de Quebrada Cardones. La sección entre LE1 y LE2 se localiza mayoritariamente sobre depósitos aluviales de edad Cuaternario, de carácter no fosilífero. LE 2 se emplaza sobre parte de un macizo de rocas intrusivas correspondiente a la unidad Granodioritas de Sierra Pajas Blancas (Arévalo, 2005).

El trazado entre LE 2 Y LE 5 se desarrolla exclusivamente sobre sedimentos aluviales de edad Cuaternario. La angostura geográfica producida en LE5 determina que el trazado se apoye parcialmente sobre intrusivos de la unidad Diorita la Brea, de edad Cretácico inferior.

Figura 5.13-6
Tramo Línea Eléctrica 110 kV a LE1 a LE5



Fuente: Arcadis en base a Google Earth 2010.

Hacia el norte (LE5- LE6) la sección se apoya sobre depósitos aluviales y parcialmente sobre rocas volcánicas de la Formación La Negra, de edad Jurásico Inferior a Superior. Entre los puntos LE 6 y LE7, el trayecto se desarrolla sobre depósitos aluviales hasta alcanzar rocas intrusivas de edad Cretácico inferior de la unidad Diorita Cuarcífera Sierra Chicharra, continuando hacia el oeste sobre un valle con rellenos aluviales y alcanzando una vez más rocas intrusivas deL Plutón Cerro Morado, correspondiente (LE8) de edad Cretácico inferior.

Figura 5.13-7
Tramo Línea Eléctrica 110 kV LE5 a LE8



Fuente: Arcadis en base a Google Earth 2010.

El trazado continúa hacia el oeste LE 8- LE9 LE10, LE11 y LE12, desarrollándose en forma intermitente entre el dominio de rocas intrusivas de Plutón Cerro Morado y depósitos aluviales de edad Cuaternario. Entre LE 12 y LE 13, el transecto de Línea Eléctrica se desarrolla sobre depósitos fluviales del Río Copiapó, compuestos por gravas, arenas y limos.

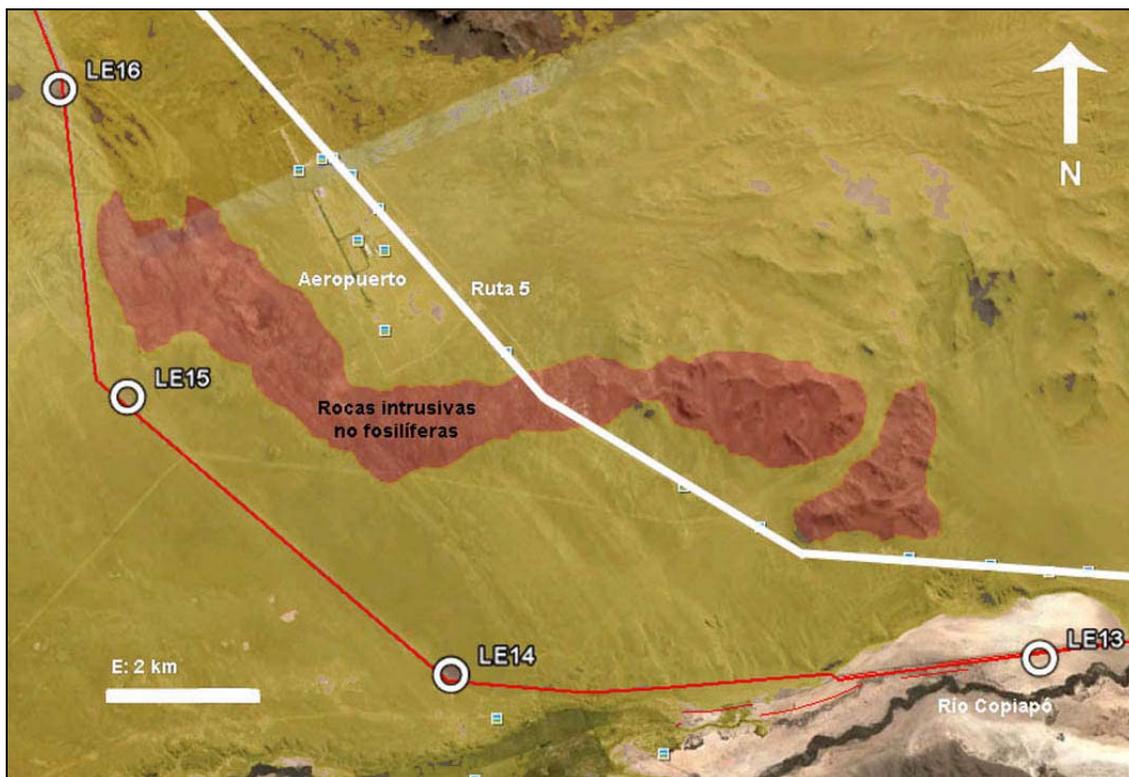
Figura 5.13-8
Tramo Línea Eléctrica 110 kV a LE8 a LE13



Fuente: Arcadis en base a Google Earth 2010.

La sección LE13, LE14, LE 15, LE16 y LE18 se emplaza casi exclusivamente sobre depósitos sedimentarios y terrazas de abrasión marina correspondientes a la unidad Estratos de Caldera, de edad Cuaternario (Godoy et al., 2003). En la sección mencionada ocasionalmente se reconocen restos muy fragmentarios de invertebrados marinos ya sea en forma aislada o en coquinas cementadas (depósitos de conchas fósiles). Entre puntos LE 18 Y LE19, el trayecto intersecta rocas intrusivas correspondientes al Gabro Caldera (Godoy et al., 2003) para luego una vez más sobreponerse a sedimentos marinos de edad Cuaternario, de los Estratos de Caldera.

Figura 5.13-9
Tramo Línea Eléctrica 110 kV a LE13 a LE16

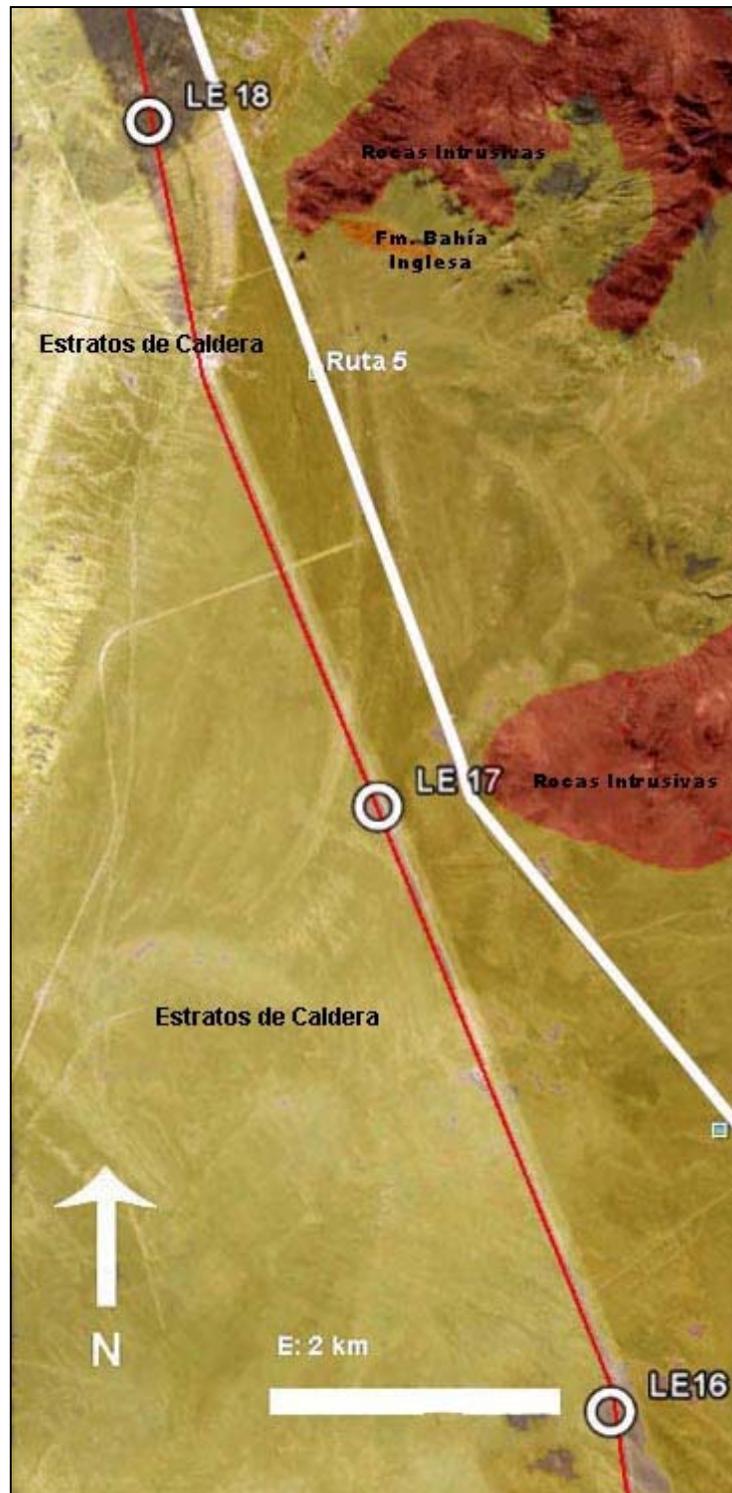


Fuente: Arcadis en base a Google Earth 2010.

En el punto LE 20, la sección se sobrepone a depósitos marinos de edad Cuaternario (Estratos de Caldera) los cuales, a su vez, infrayacen sobre secuencias marinas altamente fosilífera de la Formación Bahía Inglesa, de edad Neógeno (Mioceno Superior).

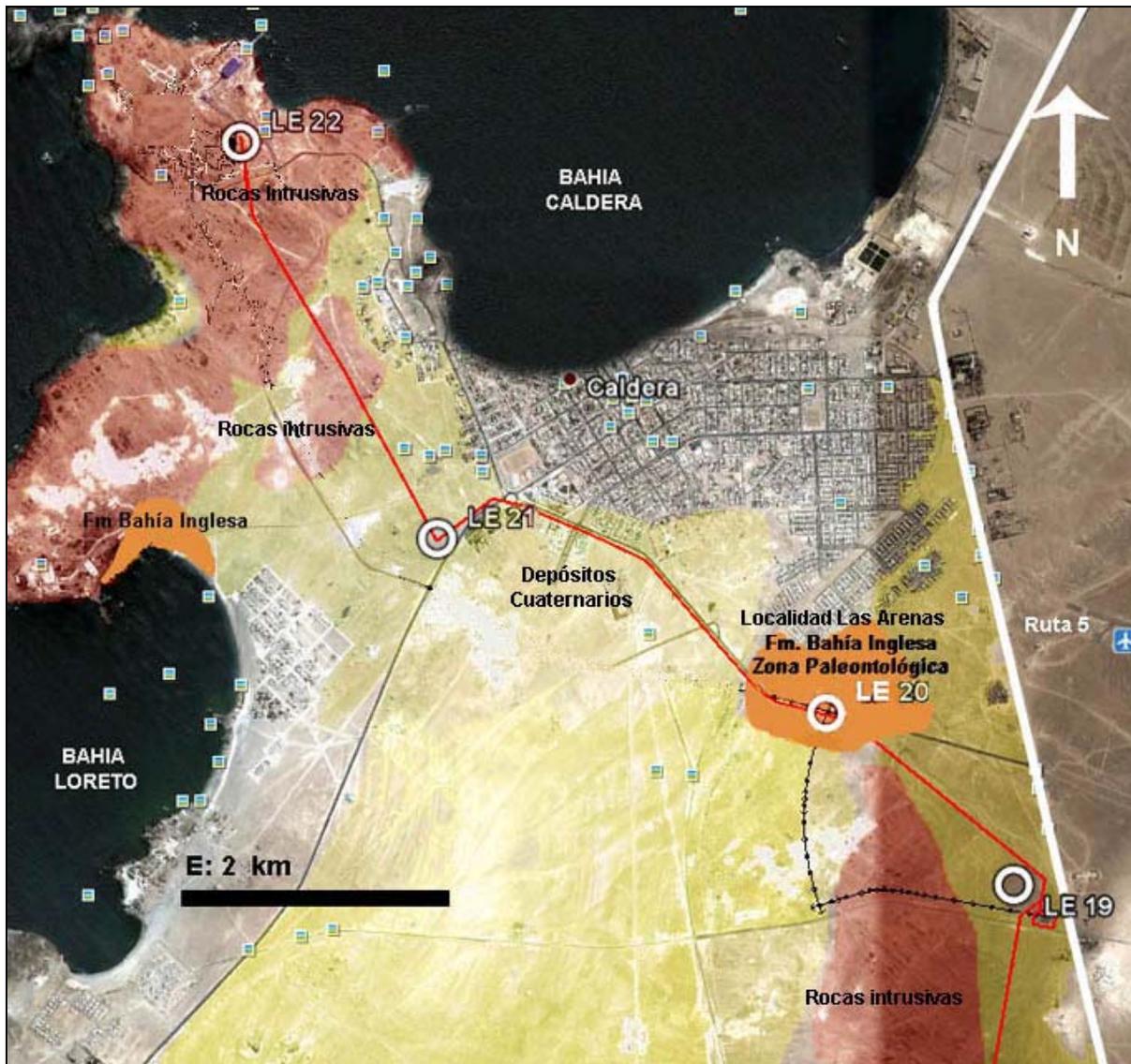
Los niveles mencionados en el párrafo anterior, son extraordinariamente ricos en fauna fósil de vertebrados y constituyen una localidad paleontológica denominada Las Arenas (Suárez y Marquardt, 2003; Suárez et al., 2004; Walsh y Suárez, 2005). Entre el punto LE20 y Punta Padrones, correspondiente con LE21 y LE22, el trazado se proyecta mayoritariamente sobre sedimentos marinos cuaternarios e intrusivos del Gabro Caldera. (Ver Tabla **Anexo 5.13-1**)

Figura 5.13-10
Tramo Línea Eléctrica 110 kV LE16 a LE18



Fuente: Arcadis en base a Google Earth 2010.

Figura 5.13-11
Tramo Línea Eléctrica 110 kV LE19 a LE22



Fuente: Arcadis en base a Google Earth 2010.

En la **Tabla 5.13-2** se presentan las coordenadas y el resumen de los puntos de monitoreo para el trazado del Acueducto indicando el tipo de depósito o unidad y el componente paleontológico en caso de existir.

Tabla 5.13-2
Puntos y Coordenadas de Monitoreo Paleontológico, Indicando Tipo de Depósito de Proveniencia y Componentes Patrimoniales Reconocidos para Trazado Línea Eléctrica 110 kV

Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM Datum WGS-84		Tipo de Depósito o Unidad	Componente Paleontológico
	Este (m)	Norte (m)		
LE1	362.940	6.958.625	Aluvial	s/c
LE2	360.262	6.960.251	Intrusivo	s/c
LE3	358.727	6.962.313	Aluvial	s/c
LE4	357.769	6.965.910	Aluvial	s/c
LE5	351.934	6.978.620	Aluvial	s/c
LE6	358.025	6.972.428	Intrusivo	s/c
LE7	354.417	6.973.220	Aluvial-intrusivo	s/c
LE8	349.591	6.972.311	Aluvial-intrusivo	s/c
LE9	346.048	6.972.529	Intrusivo	s/c
LE10	343.988	6.971.364	Aluvial	s/c
LE11	340.187	6.970.700	Aluvial	s/c
LE12	336.753	6.971.637	Fluvial	s/c
LE13	331.433	6.973.298	Fluvial	s/c
LE14	323.250	6.976.012	Estratos de Caldera	Invertebrados
LE15	319.915	6.982.225	Estratos de Caldera	Invertebrados
LE16	320.574	6.987.406	Estratos de Caldera	Invertebrados
LE17	320.583	6.993.413	Estratos de Caldera	Invertebrados
LE18	320.865	7.000.407	Estratos de Caldera	Invertebrados
LE19	321.161	7.002.525	Estratos de Caldera	Invertebrados
LE20	320.250	7.003.288	F. Bahía Inglesa	Vertebrados marinos
LE21	318.388	7.004.160	Estratos de Caldera	Invertebrados
LE22	317.491	7.005.840	Intrusivo	s/c

s/c: Sin componente paleontológico.

Fuente: Arcadis 2010.

5.13.3.3 Descripción Trazado Línea Eléctrica 23 kV (TB) (Ver **Figura 5.13-12**)

El tramo TB1 se inicia sobre sedimentos fluviales del río Copiapó y depósitos aluviales antiguos, continuando hacia el suroeste-oeste hasta alcanzar TB2, localizado sobre un depósito aluvial de edad Cuaternario.

La sección TB2- TB3 cruza depósitos aluviales antiguos intercalados por depósitos aluviales más recientes. El trayecto TB3-TB4 se apoya mayoritariamente sobre depósitos aluviales cuaternarios, cruzando hacia el noroeste la cadena rocosa intrusiva y continúa sobre depósitos aluviales recientes hasta interceptarse con Línea Eléctrica de 110 kV, (a la altura del bypass a Caldera). La prospección indica que no existe ningún tipo de sitio paleontológico en el tramo Travesía Bodega. (Ver **Tabla Anexo 5.13-1**)

Figura 5.13-12
Tramo Línea Eléctrica 23 kV TB1 a TB2



Fuente: Arcadis en base a Google Earth 2010.

En la **Tabla 5.13-3** se presentan las coordenadas y el resumen de los puntos de monitoreo para el trazado de la Línea Eléctrica de 23 kV, indicando el tipo de depósito o unidad y el componente paleontológico en caso de existir.

Tabla 5.13-3
Puntos y Coordenadas de Monitoreo Paleontológico, Indicando Tipo de Depósito de Proveniencia y Componentes Patrimoniales Reconocidos para Línea Eléctrica 23 kV

Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM Datum WGS-84		Tipo de Depósito o Unidad	Componente Paleontológico
	Este (m)	Norte (m)		
TB1	364.179	6.973.719	Aluvial	
TB2	362.346	6.973.209	Aluvial	
TB3	360.748	6.973.579	Aluvial	
TB4	358.538	6.974.332	Intrusivo-Aluvial	

Fuente: Arcadis 2010.

5.13.4 Conclusiones

El reconocimiento de los trazados solicitados para el Estudio de Línea de Base paleontológico del Proyecto: “Planta Desalinizadora” permite concluir que la mayor parte de la zona de influencia del Proyecto se encuentra dominada por unidades geológicas no fosilíferas, determinando un registro de componentes patrimoniales paleontológicos acotado a unidades geológicas exclusivamente sedimentarias de carácter marino correspondientes a los períodos Neógeno y Cuaternario (Estratos de Caldera y Formación Bahía Inglesa respectivamente).

- *Estratos de Caldera (Cuaternario)*

La unidad cuaternaria presenta gran amplitud dentro del Área de Estudio y se encuentra representada por conglomerados, arenas y depósitos de coquina y fragmentos o bloques que contienen restos fragmentarios de conchas de moluscos (Ver **Fotografías 5.13-7** y **5.13-8**) que son visibles en forma intermitente a lo largo de los trazados LE (LE14 -LE 21) y AC (AC8- AC-13).

La fauna fósil de invertebrados presente en esta unidad ha sido ampliamente estudiada y citada en la literatura científica, principalmente en relación a sitios ubicados en los alrededores del Puerto de Caldera (Marquardt, 1999; Marquardt et al, 2000; Guzmán et al., 2000).

Por otro lado, las terrazas marinas que conforman la unidad han sido también objeto de estudio por parte de Quezada et al. 2007. Debido a la gran extensión de los depósitos cuaternarios y al hecho de que gran parte de los niveles fosilíferos vinculados al trazado se encuentran bajo superficie, no fue posible individualizar o destacar puntos paleontológicos específicos dentro del Área de Estudio.

- *Formación Bahía Inglesa (Neógeno, Mioceno-Plioceno)*

Esta unidad geológica presenta una reducida exposición en relación al Cuaternario de Los Estratos de Caldera y solo se intersecta con el trazado eléctrico en el punto LE 20. El área circundante a LE 20 (Ver **Figura 5.13-6**) representa una importante localidad paleontológica denominada Las Arenas, donde existen afloramientos en los que previamente se reconoció una rica y diversa fauna fósil de vertebrados marinos integrada por tiburones, cocodrilos, aves y mamíferos marinos, entre otros (Walsh y Hume, 2001; Walsh y Naish, 2002; Suárez y Marquardt, 2003; Suárez et al., 2004; y Walsh y Suárez, 2005).

5.13.5 Referencias Bibliográficas

ABERHAN, M. 1993. Benthic macroinvertebrate associations on carbonate-clastic ramp in segments of the Early Jurassic back-arc basin of northern Chile (26-29°S). Revista Geológica de Chile, Vol. 20, N° 2.

ARÉVALO, C. 2005. Carta Copiapó, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, No. 91. 54 p. Mapa Escala 1: 100.000.

ARÉVALO C. 2005. Carta Los Loros, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería. Carta Geológica de Chile. Serie Geología Básica, No. 92. 53 p. Mapa Escala 1:100.000. Santiago.

BIESE, 1942. La distribución del Cretácico Inferior al sur de Copiapó.- An. Primer Cong. Panam. Ing.Min. Geol., t. II; pág.: 429-466.

BRUGGEN, J.1917. Informe sobre el carbon de la Ternera(Copiapó). Bol. Nac. de Min., Publ. Serv. Geol. De Chile, p. 447-496, Santiago.

CHONG, G. 1985. Hallazgo de restos óseos de dinosaurios en la Formación Hornitos, Tercera Región, Atacama, Chile. IV Congreso Geológico Chileno, Vol. I, 152-159.

CORNEJO, P; MPODOZIS, C.;TOMLINSON, A, 1998. Hoja Salar de Maricunga, Región de Atacama, Servicio Nacional de Geología y Minería (Chile). Mapas Geológicos, mapa escala 1:100.000.

DOMEYKO, I. (1903). "Jeología". Tomo V, imprenta Cervantes, Santiago, 453 p.

GODOY, E. P. Y LARA, LUIS, 1999. Hoja Puerto Flamenco, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería, Carta Mapa Escala 1: 100.000 Sernageomin, Santiago, Chile.

GODOY, E., MARQUARDT, C. & BLANCO, N. 2003: Mapa Geológico 1: 100.000, Hoja Caldera. Sernageomin, Santiago, Chile.

HILLEBRANDT, A. 1972. Sobre bioestratigrafía y la fauna de ammonites del Jurásico de América del Sur (especialmente Chile). Trad. R. Charrier, Depto. Geol., U. de Chile, Publ. 39, 50 p., 3 figs., 2 tabl., Santiago.

HERM, D. 1969. Marines Pliözan und Pleistözan in Nord und Mittel Chile unter besonderen Berücksichtigung der Entwicklung der Mollusken-Faunen. Zittelia 2 : 1-159, Munchen.

IRIARTE S., MPODOZIS, C., GARDEWEG, M. 1995. Hoja Laguna del Negro Francisco, Región de Atacama. Versión preliminar. Servicio Nacional de Geología y Minería, escala 1:100.000. Santiago.

IRIARTE, S.; ARÉVALO, C.; MPODOZIS, M. 1999. Hoja La Guardia, Región de Atacama. Servicio Nacional de Geología y Minería (Chile). Mapas Geológicos nº 13, 1 mapa escala 1:100.000, Santiago.

JENSEN, O.1976: Geología de las nacientes del río Copiapó entre los 27°53' y 28°20' Lat. sur, provincia de Atacama, Chile: Santiago, Universidad de Chile, Departamento de Geología, Memoria de Título, inédito, 299 p.

MARQUARDT, C., BLANCO, N., GODOY, E., LAVENU, A., ORTLIEB, L., MARCHANT, M. & GUZMÁN, N. 2000: Estratigrafía del Cenozoico Superior en el área de Caldera (26° 45' – 28° S), III. Región de Atacama, Chile.- IX Congreso Geológico Chileno, Actas Vol. 1, Pág. 504 – 508, Puerto Varas, Chile.

MOURGUES, F.A. 2004. Advances in ammonite biostratigraphy of the marine Atacama basin (Lower Cretaceous), northern Chile, and its relationship with the Neuquén basin, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, 17: 3–10.

MOURGUES, F.A. 2007. Paléontologie stratigraphique (Ammonites) et évolution tectono-sédimentaire du bassin d'arrière arc de Chañarcillo (Berriasien-Albien, Nord du Chili). Unpublished PhD thesis, University of Toulouse III, 259 p. France.

PÉREZ, D'A., E. 1978, Biostratigrafía del Jurásico de Quebrada Asientos, norte de Potrerillos. Región de Atacama. Boletín nº 37, Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile- Memoria de Titulo, Univ. de Chile, Depto. Geol. 188p. Chile.

PHILIPPI, R.A 1887. Die Tertiäre und Quartäre Versteinerungen Chiles. F.A. Brockhaus, 256 p. Leipzig. Alemania.

QUEZADA, J., GONZÁLEZ, G.; DUNAI, T., JENSEN, A., JUEZ-LARRÉ, J. 2007. Alzamiento litoral Pleistoceno del norte de Chile: edades 21Ne de la terraza costera más alta del área de Caldera-Bahía Inglesa. *Revista Geológica de Chile*, Vol. 34, No. 1, p. 81-96, 6 Figs., 3 tablas

RUBILAR, A. 1998. Paleontología, patrimonio paleontológico y sus vínculos con la biología y geología. In *Simposio Paleontología en Chile*, No. 1 (Rubilar, A.; Rubilar-R., D.; Gutstein, C.; Editores), Actas 1:3-8. Santiago.

SALLABERRY, M.; RUBILAR-ROGERS, D.; SUÁREZ, M. E.; GUTSTEIN, C. 2007. The skull of a fossil prion (Aves: Procellariiformes) from the Neogene (Late Miocene) of northern Chile. *Revista Geológica de Chile* Vol. 34 (1): 147-154.

SUÁREZ, M., BELL, C.M. AND T. HUTTER, T. 1995 Lower Triassic lacustrine sediments in La Coipa area, Atacama, Chile. *Journal of South American Earth Sciences*, Vol. 8, No. 1, pp. 9-15.

SUÁREZ, M.E.; MARQUARDT, C. 2003. Revisión preliminar de las faunas de peces elasmobranchios del Mesozoico y Cenozoico de Chile, comentarios sobre su valor cronoestratigráfico In *Congreso Geológico Chileno nº 10 sesión temática 3 CD-Rom*, Concepción.

SUÁREZ, M.E.; LAMILLA, J.; MARQUARDT, C. 2004. Peces Chimaeriformes (Chondrichthyes, Holocephali) del Neógeno de la Formación Bahía Inglesa, Región de Atacama, Chile. *Revista Geológica de Chile*. 31 (1): 105-117.

SUÁREZ, M. E. 2010. Patrimonio Paleontológico de Atacama. Libro de Memorias del II Encuentro de historia local de la Provincia de Chañaral. Departamento de Cultura Ilustre Municipalidad de Diego de Almagro, 17-31.

WALSH, S.; SUÁREZ, M.E. 2005. First Post-Mesozoic record of Crocodyliformes from Chile. *Acta Paleontologica Polonica* 50 (3): 595-600.

WALSH, S.; SUÁREZ, M.E. 2006. New penguin remains from the Pliocene of northern Chile. *Historical Biology* 18: 115-126.