



Línea de Base Componente Geología y Geomorfología: explotación Naty

Mina Cerro Moro

Santa Cruz - Argentina

Preparado para:

Yamana Gold - Estelar Resources Ltd.

YAMANAGOLD

Estelar Resources Ltd.

Preparado por: **GT Ingeniería SA**

Proyecto N°: 220213 - 014 - Rev00

Julio 2022

Límites y excepciones

Este documento tiene por objeto reportar las condiciones identificadas en y cerca del Proyecto Naty, tal como eran al momento de confeccionarlo y las conclusiones alcanzadas se obtuvieron en función de la información recopilada y lo asumido durante el proceso de estudio. Se limita también al alcance de los trabajos oportunamente solicitados, acordados con el cliente y ejecutados hasta el momento de emitir el presente informe.

Las conclusiones alcanzadas representan el buen arte y juicio profesional basado en la información analizada en el transcurso de este estudio ambiental. Todas las tareas desarrolladas para la confección del documento se han ejecutado de acuerdo con las reglas del buen arte y prácticas profesionales aceptadas y ejecutadas por consultores experimentados en condiciones similares. No se otorga ningún otro tipo de garantía, explícita ni implícita.

Este informe debe utilizarse en forma completa y ha sido elaborado para uso exclusivo de Yamana Gold-Estelar Resources Ltd., no estando ninguna otra persona u organización autorizada para difundir, ni basarse en ninguna de sus partes sin el previo consentimiento por escrito de Yamana Gold-Estelar Resources Ltd. Solamente Yamana Gold-Estelar Resources Ltd., puede ceder o autorizar la disponibilidad de una o la totalidad de las partes del presente informe. Por ello, todo tercero que utilice o se base en este informe sin el permiso de Yamana Gold-Estelar Resources Ltd. expreso por escrito, acuerda y conviene que no tendrá derecho legal alguno contra Yamana Gold-Estelar Resources Ltd., GT Ingeniería SA, ni contra sus consultores y subcontratistas y se compromete en mantenerlos indemne de y contra toda demanda que pudiera surgir.

Tabla 00: Control de Revisiones

Nombre Apellido	y	N° de Revisión	Fecha	Aprobación Nombre Apellido	y	Fecha Aprobación
Leandro Benegas		00	07/07/2022	Armando Albín		12/07/2022

Tabla de contenidos

I.	Resumen Ejecutivo	1
II.	Información General.....	2
1.	Nombre del Proyecto	2
2.	Nombre de los responsables técnicos del informe	2
2.1.	Profesionales intervinientes	2
2.2.	Domicilio real y legal del responsable técnico. Teléfonos.....	2
2.2.1.	Domicilio Real.....	2
2.2.2.	Domicilio Legal	2
2.2.3.	Domicilio Legal en Santa Cruz:	2
III.	Introducción	3
3.	Introducción.....	3
3.1.	Ubicación del área de estudio	3
3.2.	Definición del área de influencia	5
IV.	Metodología.....	7
4.	Metodología	7
V.	Resultados.....	8
5.	Geología.....	8
5.1.	Marco Geológico regional	8
5.2.	Geología Local	9
5.2.1.	Complejo Bahía Laura.....	10
5.2.2.	Formación Monte León (Oligoceno superior a Mioceno inferior, ambiente marino)	14
5.2.3.	Formación La Avenida (Plioceno inferior a Pleistoceno inferior, ambiente continental)	14
5.2.4.	Depósitos de planicies aluviales, conos aluviales y depósitos aluviales indiferenciados (Cuaternario – Holoceno, ambiente continental)	15
5.3.	Geología y mineralización del prospecto Naty.....	17
5.4.	Evolución geológica.....	17
VI.	Geomorfología.....	20
6.	Geomorfología	20
6.1.	Marco geomorfológico regional	20
6.2.	Geomorfología local	22
6.2.1.	Relieve mesetiforme.....	24
6.2.2.	Relieve de degradación de depósitos volcánoclasticos	24
6.2.3.	Depósitos aluviales.....	24
6.2.4.	Bajos endorreicos y lagunas	25
VII.	Riesgos asociados a las condiciones geológicas y geomorfológicas del área de influencia del proyecto de explotación Naty	27
VIII.	Conclusiones y Recomendaciones	28
IX.	Bibliografía.....	29
X.	Anexos.....	I
Anexo I.	Mapas y Figuras.....	II

Mapas

Mapa 3-1 Ubicación Naty	4
Mapa 3-2 Área de influencia	6
Mapa 5-1 Marco Regional	9
Mapa 5-2 Geología del área de estudio	10
Mapa 6-1 Relieve del área de estudio	21
Mapa 6-2 Geomorfología local	23

Tablas

Tabla 2.1 Profesionales Intervinientes	2
--	---

11 de Julio de 2022

Estimados Yamana Gold – Estelar Resources Ltd.

Paulino Velázquez

Superintendente de Seguridad, Salud y Medio Ambiente

R: Línea de Base Geología, Geomorfología y Sismología 2022 - Proyecto Naty - Mina Cerro Moro

GT Ingeniería S.A. ha sido contratada por Yamana Gold - Estelar Resources Ltd. para el desarrollo de una Línea de Base Ambiental y Adenda de la 3ra AIIA de Explotación del Proyecto Cerro Moro, con el fin de incluir la explotación del sector Naty, ubicado en la propiedad Minera denominada “Pablo” en la cual se explotará un *Pit* (*Pit Naty*), situado al Sur de las propiedades Mineras de Cerro Moro. La propiedad minera Pablo es una de las 13 propiedades mineras que conforman el Proyecto Bahía Laura, cuyo titular es FOMICRUZ S.E., quién otorgó el usufructo a Estelar Resources Ltd.

El presente informe corresponde a la Línea de Base para el componente Geología y Geomorfología.

Para el desarrollo del informe se ha realizado una campaña de campo del 19 al 24 de mayo de 2022. La misma, estuvo integrada por el Ing. Bruno Del Olmo, el Geol. Leandro Benegas y asistida por los Supervisores Alejandro Acosta y Víctor Díaz por parte de Yamana Gold - Estelar Resources Ltd.

Atentamente,

Mario Cuello

Gerente General

GT Ingeniería S.A.

T: +54 261 6184217

I. Resumen Ejecutivo

GT Ingeniería S.A. ha sido contratada por Yamana Gold - Estelar Resources Ltd. para el desarrollo de una Línea de Base Ambiental y Adenda de la 3ra AIIA de Explotación del Proyecto Cerro Moro, con el fin de incluir la explotación del sector Naty, ubicado en la propiedad Minera denominada "Pablo" en la cual se explotará un *Pit* (*Pit Naty*), situado al Sur de las propiedades Mineras de Cerro Moro. La propiedad minera Pablo es una de las 13 propiedades mineras que conforman el Proyecto Bahía Laura, cuyo titular es FOMICRUZ S.E., quién otorgó el usufructo a Estelar Resources Ltd.

El presente informe resume los aspectos geológicos y geomorfológicos del área de estudio y se confeccionó a partir de la información disponible de IIA previos realizados por GT y Yamana Gold-Estelar Resources Ltd. También se recopiló información adicional de campo a partir de una campaña realizada entre los días 19 y 24 de mayo del 2022, la cual estuvo integrada por el Ing. Bruno Del Olmo y el Lic. Cs. Geológicas Leandro Benegas.

El área de estudio se enmarca en la provincia geológica del Macizo del Deseado, que se caracteriza por presentar una evolución compleja, en donde se reconocen 3 episodios de actividad volcánica desarrollada a lo largo del Jurásico y que caracterizan al Grupo Bahía Laura. La Formación Chon Aike comprende una gruesa secuencia de ignimbritas riolíticas, tobas y rocas volcanoclásticas, mientras que la Formación La Matilde se caracteriza por areniscas volcánicas epiclásticas bien estratificadas, rocas piroclásticas félsicas y algo de andesita (Panza y Márquez, 1994, Pankhurst et al., 2000). Estas formaciones son cubiertas posteriormente por sedimentos terciarios y cuaternarios.

El prospecto Naty (Matthews et al., 2021) se presenta a lo largo de amplias zonas de vetillas y *stockwork* emplazadas a lo largo de un sistema de fallas de rumbo NE dentro del basamento precámbrico y en las rocas volcánicas jurásicas suprayacentes. Esta mineralización se concentra en unidades de toba depositadas discordantemente sobre rocas de basamento metamórficas. Este descubrimiento reciente está alojado a lo largo de una estructura importante que se extiende por al menos 10 km, a lo largo de la cual se está realizando la exploración. Las fallas marcan un fuerte control estructural, caracterizándose la comarca por una estructura regional en bloques tipo Horst con mineralización asociada en forma de vetas y *stockwork*.

En cuanto a las características geomorfológicas, el área presenta un relieve con elevaciones que oscilan entre los 15 y 150 msnm, en donde el paisaje es predominantemente mesetiforme. Las planicies se presentan disectadas por numerosas depresiones sin salida con lagunas de carácter transitorio. La geomorfología del área de estudio se encuentra condicionada asimismo por las estructuras regionales y por la influencia de los procesos geomorfológicos modeladores del paisaje, principalmente de origen fluvial.

II. Información General

1. Nombre del Proyecto

Nombre del Proyecto

2. Nombre de los responsables técnicos del informe

GT Ingeniería S.A.

Lic. en Cs. Geológicas Mario Cuello

Inscripta en: Incluir inscripción en registro de consultores de la Jurisdicción

2.1. Profesionales intervinientes

En la siguiente tabla se presentan los profesionales que han participado de la elaboración del informe y las funciones/disciplinas desarrolladas.

Tabla 2.1 Profesionales Intervinientes

Nombre	Título	Puesto	Función
Leandro Benegas	Lic. Cs. Geológicas	Consultor	Relevamiento de campo y elaboración de informe.
Bruno Del Olmo	Ing. Recursos Naturales Renovables	Jefe de servicio	Revisión. Coordinación en campo
Maria Paz	Lic. Cs. Geológicas	Consultor Ambiental	Revisión, elaboración
Armando Albín	Lic. Cs. Geológicas	Revisión Sr.	Revisión general

Fuente: Datos proporcionados por los profesionales.

2.2. Domicilio real y legal del responsable técnico. Teléfonos

2.2.1. Domicilio Real

Vicente Gil 330.

Ciudad (5500), Mendoza.

E-mail: info@gtingenieriasa.com

2.2.2. Domicilio Legal

Barrio Petroleros, Mz A, C8.

Dorrego (5519), Mendoza.

2.2.3. Domicilio Legal en Santa Cruz:

Pasaje Feruglio 157

Río Gallegos (9400) Santa Cruz

III. Introducción

3. Introducción

El contenido del siguiente capítulo fue desarrollado en base a la recopilación bibliográfica disponible hasta la fecha acerca del Proyecto Naty, ubicado al noroeste de la Provincia de Santa Cruz y teniendo en cuenta también información previa de campo, la cual se generó a partir de campañas llevadas a cabo por GT Ingeniería S.A. y que estuvieron enfocadas en la realización de estudios de línea base preliminares. Este informe abarca los aspectos geológicos y geomorfológicos que caracterizan al área de estudio en donde se desarrollarán las futuras actividades de la compañía.

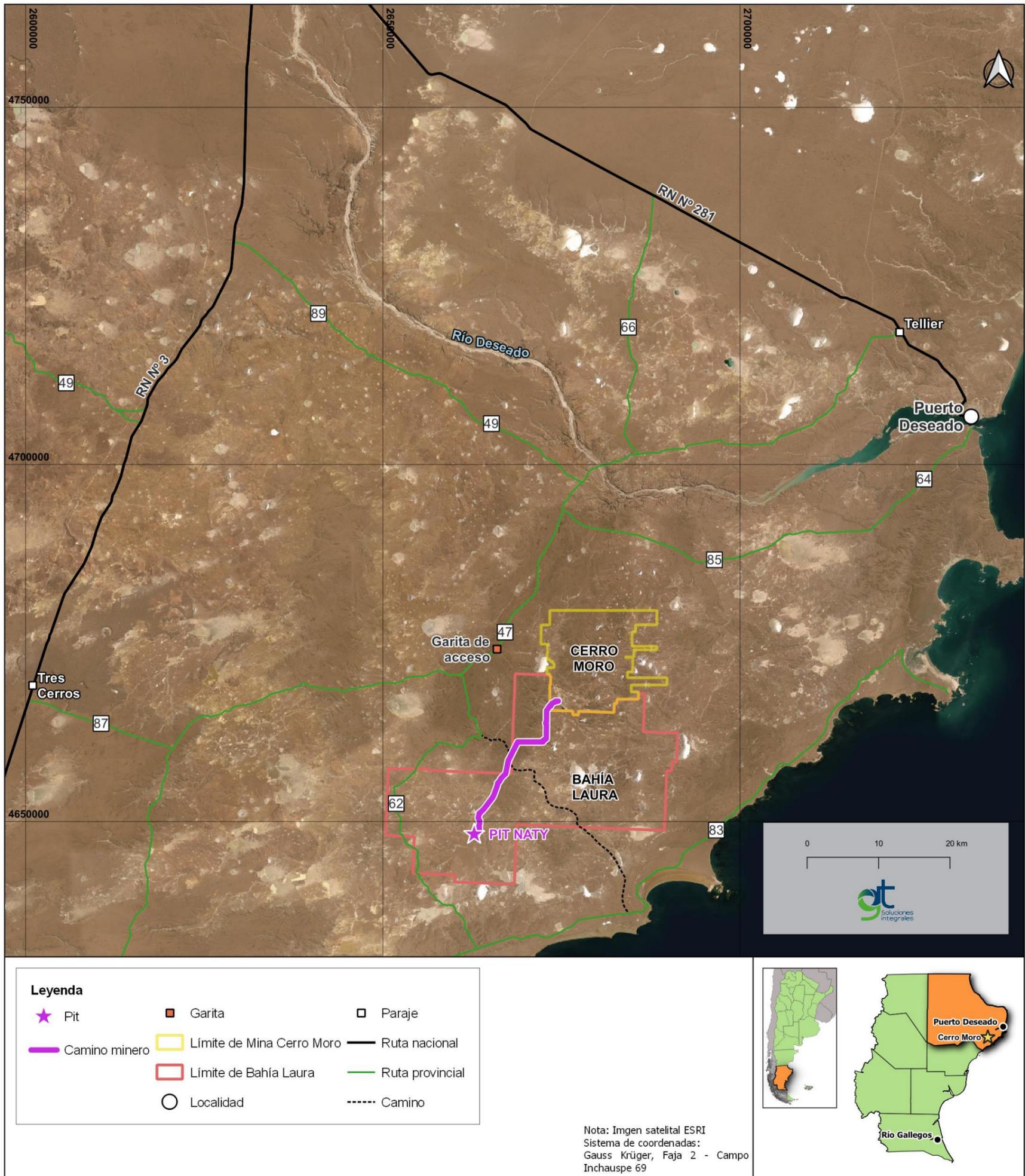
El principal antecedente sobre la geología y geomorfología de la región de estudio corresponde a la hoja geológica 4966– I y II Bahía Laura, relevada en escala 1:250.000 por José L. Panza *et al.* (1994). Por otra parte, aspectos de carácter evolutivo y regional son tratados en los trabajos de Sillitoe y Hedenquist, 2003 y Matthews *et al.*, 2021; mientras que investigaciones en cuanto a la mineralización del sitio han sido llevadas a cabo por Yamana Gold- *Technical Report* Cerro Moro Mine, 2019.

3.1. Ubicación del área de estudio

El área del futuro *Pit* Naty y la traza del camino minero a construirse de aproximadamente 25,6 km, que comunica dicho sector con la Mina Cerro Moro, se ubica en parte de las propiedades mineras que conforman la mina Cerro Moro y el Proyecto Bahía Laura.

Esta zona se ubica al noreste de la provincia de Santa Cruz, en el departamento Deseado, a 90 km al suroeste de la localidad de Puerto Deseado y a 130 km al noreste de la localidad de Puerto San Julián. Las localidades más cercanas al Proyecto son: Tres Cerros, ubicado sobre la Ruta Nacional N° 3, y Puerto Deseado ubicada sobre la Ruta Nacional N° 281. Tres Cerros se encuentra ubicada a 65 km al oeste del Proyecto.

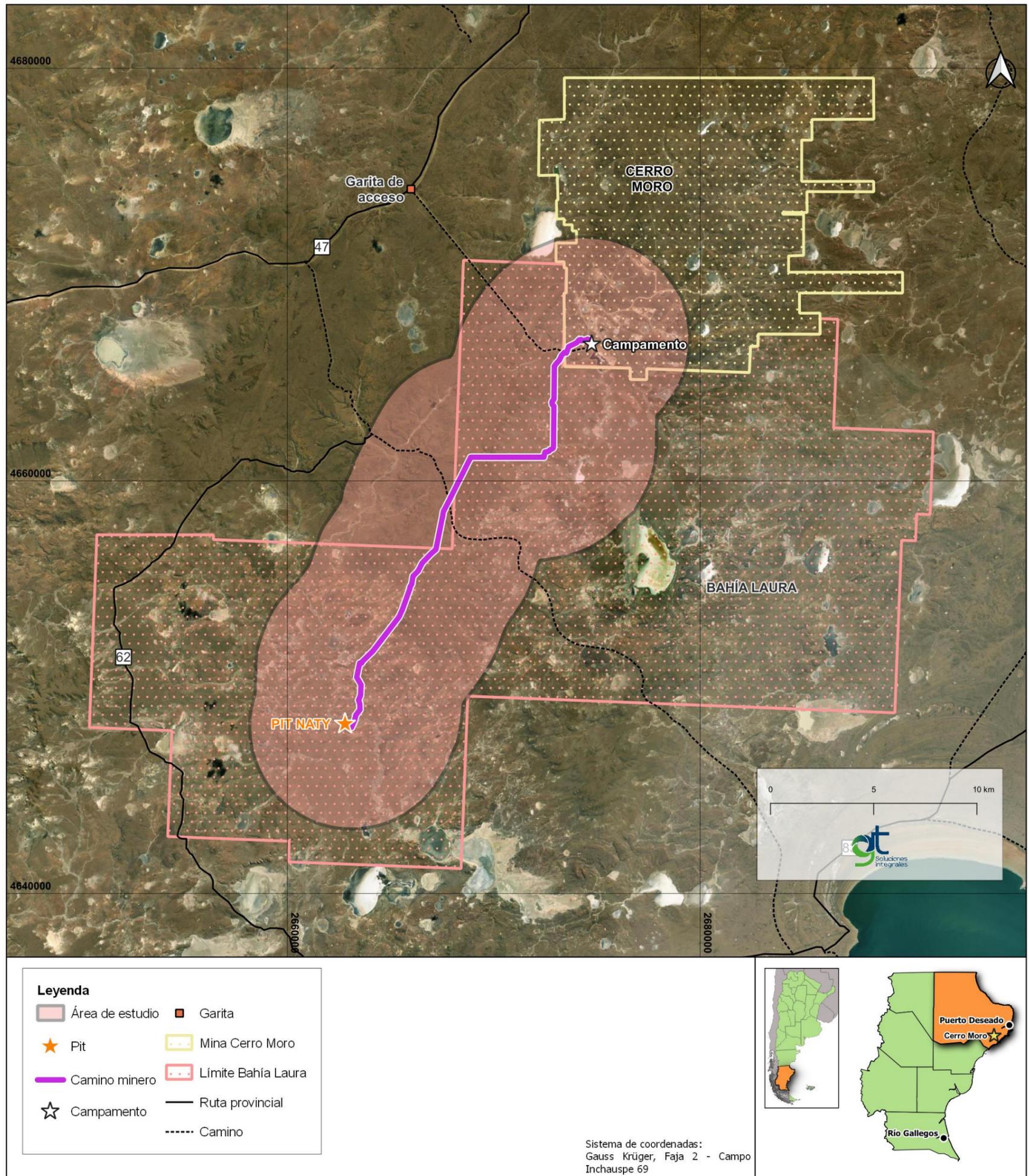
Mapa 3-1 Ubicación general



3.2. Definición del área de influencia

La definición del área de estudio se realizó en base a la generación de un área buffer de 5 km sobre el camino y futuro *Pit* Naty. En el mapa a continuación, se observa el área de estudio.

Mapa 3-2 Área de influencia



IV. Metodología

4. Metodología

La metodología para el desarrollo de la línea de base del componente Geología y Geomorfología, se basó en la recopilación bibliográfica disponible hasta la fecha acerca del Proyecto Naty,

Se consultó la hoja geológica 4966– I y II Bahía Laura, relevada en escala 1:250.000 por José L. Panza *et al.* (1994). Por otra parte, para los aspectos de carácter evolutivo y regional se consultaron en documentos de Sillitoe y Hedenquist, 2003 y Matthews *et al.*, 2021; mientras que la información referida a la mineralización del sitio, fue información provista por Yamana Gold-*Technical Report* Cerro Moro Mine, 2019. Además, se consultaron aquellos estudios de antecedentes de la Mina Cerro Moro.

Los citados antecedentes, se complementaron con información de campo, la cual se generó a partir de una campaña llevada a cabo por GT Ingeniería S.A. durante el mes de mayo de 2022.

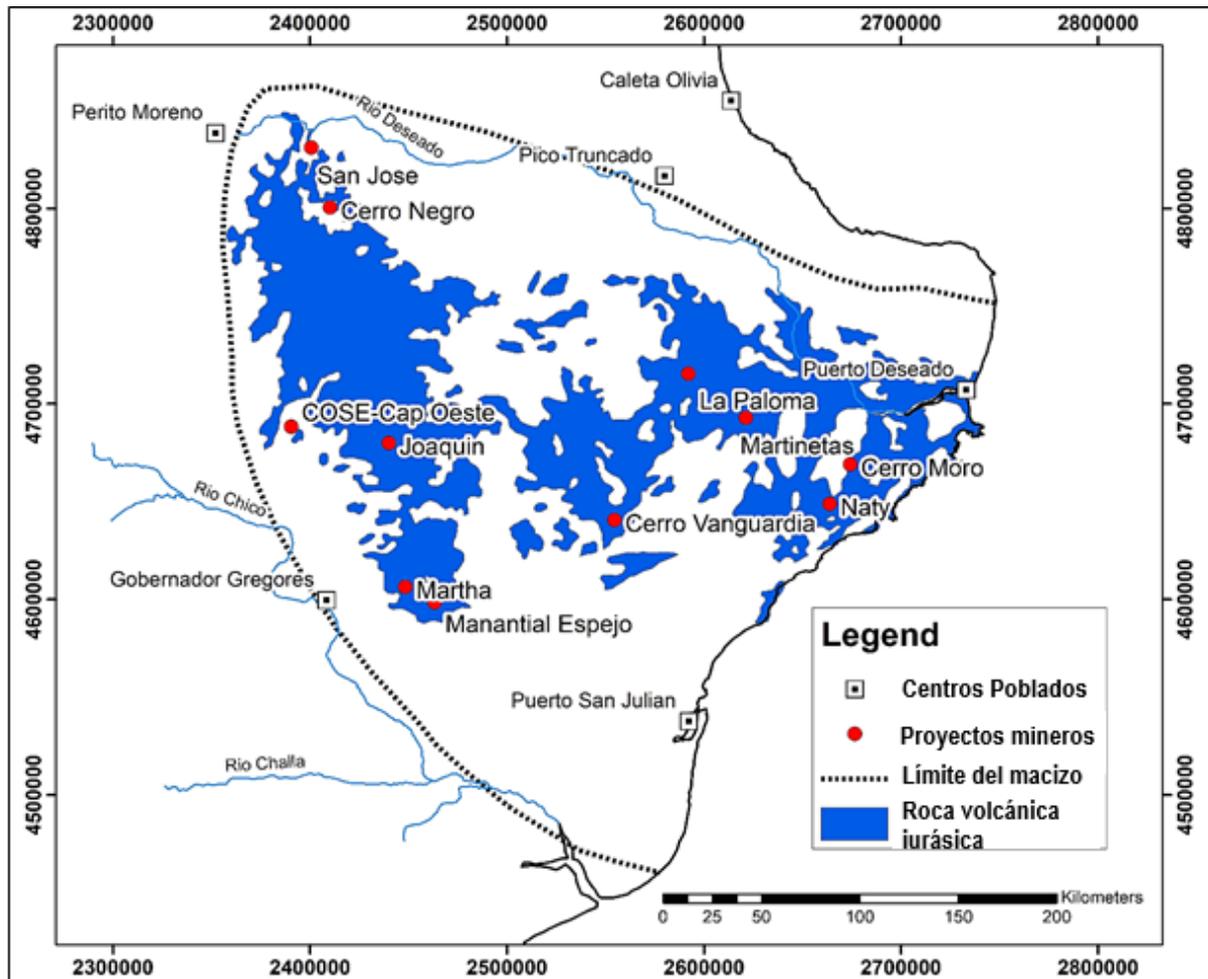
V. Resultados

5. Geología

5.1. Marco Geológico regional

El área de estudio se enmarca en la provincia geológica del Macizo del Deseado, este ha sido considerado como un macizo antiguo e independiente del Norpatagónico por Feruglio (1946), pero debe la presente denominación a Leanza (1958). Este autor lo describió como una provincia geológica comprendida entre el río Deseado y el río Chico de Santa Cruz (mapa siguiente), caracterizada por su estabilidad tectónica, que llevó a Harrington (1962) a considerarla como un nesocratón por su naturaleza subpositiva y por haber sido estabilizada como tal durante el Paleozoico. Su basamento está caracterizado por una secuencia de filitas y esquistos leptometamórficos (Di Persia, 1962) de edad proterozoica superior a eocámbrica datadas en 540 ± 20 Ma (Pezzuchi, 1978). Granitoides y rocas subvolcánicas de edad silúrica intruyen a estas rocas metamórficas (Palma, 1989). Sobre este basamento se depositan las secuencias continentales de rift de las cuencas de La Golondrina y El Tranquilo, de edad pérmica y triásica respectivamente (Stipanovic y Reig, 1956; Archangelsky, 1959; Arrondo, 1972). Estos depósitos son atravesados por plutonitas ácidas correspondientes al Batolito Patagónico Central, de edad triásica superior a eojurásica (Stipanovic *et al.*, 1972; Rapela *et al.*, 1991a). Estos fenómenos extensionales localizados son seguidos por una extensión generalizada vinculada a la apertura del océano Atlántico, que lleva a la depositación una secuencia clástica continental, interdigitada con el volcanismo riolítico de la Formación Chon Aike. Estas riolitas y flujos piroclásticos que constituyen un extenso *plateau* riolítico se relacionan arealmente con escasas volcanitas básicas alcalinas. La edad de estas riolitas oscila entre 168 y 170 Ma en el sector oriental (Pankhurst *et al.*, 1993). Estas secuencias epiclásticas y volcánicas están cubiertas parcialmente por nuevas secuencias clásticas y piroclásticas de edad cretácica inferior que marcan una nueva reactivación extensional en el sector nordeste del macizo (Palma, 1989). Las transgresiones paleocenas, eocenas y oligoceno-miocenas procedentes del Atlántico se interdigitan con secuencias epiclásticas y piroclásticas en los márgenes del macizo.

Mapa 5-1 Marco Regional

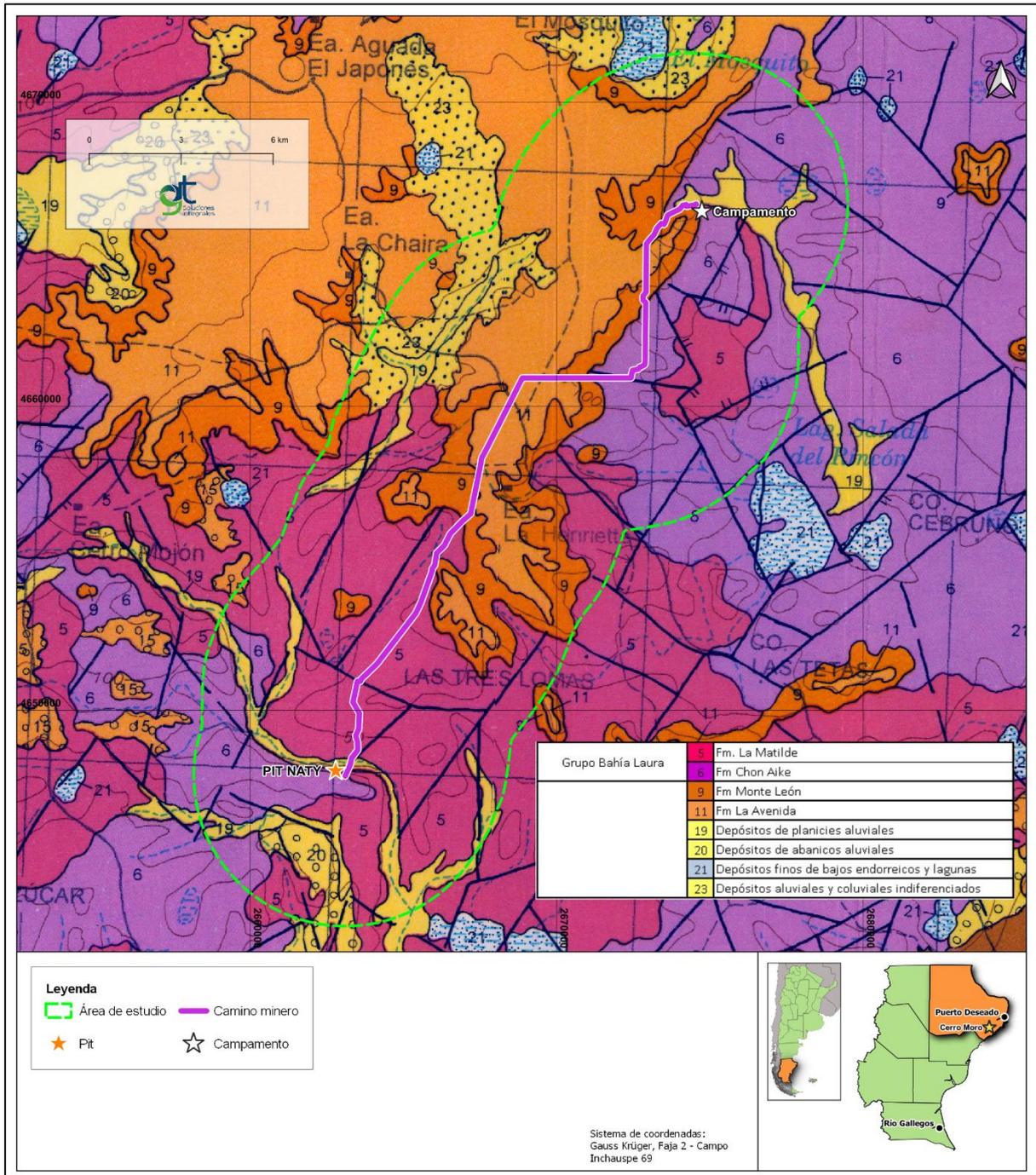


Fuente: Matthews *et al.*, 2021.

5.2. Geología Local

Las unidades geológicas presentes en el área búfer proyectada para la construcción del camino que unirá el futuro *Pit Naty* con Mina Cerro Moro se muestran en el siguiente mapa y se detallan a continuación:

Mapa 5-2 Geología del área de estudio



Fuente: SEGEMAR, HG 4966- I y II Bahía Laura, escala 1:250.000 - J. L. Panza *et al.* 1994.

5.2.1. Complejo Bahía Laura

Este complejo piroclástico-lávico-sedimentario constituye uno de los acontecimientos geológicos más importantes en el Macizo del Deseado debido a la enorme superficie cubierta por sus depósitos. El Grupo Bahía Laura (Lesta y Ferello, 1972) está integrado por las Formaciones Chon Aike y La Matilde para el área de estudio.

5.2.1.1. Formación Chon Aike – (Edad Bathoniano – Kimmeridgiano, ambiente continental)

La Formación Chon Aike (Stipanivic y Reig, 1956; Archangelsky, 1967) se compone fundamentalmente de una espesa secuencia de ignimbritas de composición riolítica a riodacítica, a las que se asocian aglomerados y brechas volcánicas en forma subordinada, con más escasas tobas vítreas y cristalinas, lapillitas y tufitas. Las facies lávicas están restringidas a domos riolíticos y porfíricos aislados. El espesor de los mantos de ignimbritas, cuando puede observarse no sobrepasa los 8 a 10 m, pudiendo llegar en los casos más extremos hasta los 15 y aún 20 metros. Su color dominante en afloramiento es castaño oscuro a morado - rojizo, a veces gris oscuro, mientras que en corte fresco las rocas son de color gris claro y rosadas hasta rojizo - moradas. Spalletti *et al.* (1982) y Sruoga y Palma (1984, 1986) consideran a las facies lávicas como eventos póstumos dentro del episodio magmático representado por la Formación Chon Aike.

El cerro Moro es una elevación que se destaca en el límite septentrional del área de estudio y se manifiesta como una estructura dómica riolítica, que fue ya estudiada con cierto detalle por Sruoga y Palma (1986). Está constituido predominantemente por riolitas muy fluidales de color grisáceo a rosadas. Son rocas poco porfíricas con pequeños fenocristales de cuarzo y feldespatos alterados. El aspecto general de las rocas es de gran alteración, con abundante material blanquecino pulverulento o una intensa silicificación en algunos sectores, inclusive como venillas irregulares. En la parte superior del cuerpo, Sruoga y Palma citan brechas autoclásticas compuestas por clastos riolíticos fluidales en una pasta también fluidal, mientras que en los faldeos australes del cerro se observan algunos asomos de ignimbritas riolíticas semejantes a las que componen a la Formación Chon Aike en la mayor parte de la comarca regional.

Importantes afloramientos de la Formación Chon Aike se ubican al este de las estancias La Unión y La Henriette y al sur de Naty (fotografía siguiente). Se trata en general de ignimbritas de composición riolítica que forman lomadas castañas a castaño rosadas y presentan a veces formas redondeadas, aunque en ocasiones constituyen abruptos paredones subverticales que llegan hasta los 20 metros de altura. En todo este sector, y sobre todo al norte y al este de estancia La Unión, hay también rocas lávicas riolíticas y dacíticas muy porfíricas, de coloración roja o rosada y en general fluidales. Forman cuerpos pequeños que se destacan en el relieve como morros abruptos, de formas redondeadas y superficies romas y lisas, de color gris rojizo o morado oscuro cuando se los observa desde lejos. Las rocas están compuestas por gran cantidad de fenocristales de cuarzo euedral de uno a cuatro milímetros y más escasos de feldespatos frescos o alterados de hasta siete a ocho milímetros, en una base afanítica fluidal sumamente alterada, especialmente con una intensa silicificación (Sruoga y Palma 1986).

Con respecto al espesor de la unidad, pueden citarse muy pocos valores, dado que en la mayoría de los casos los asomos están muy cubiertos y casi nunca se encuentra aflorante la base de la unidad. Asimismo, los valores son regionalmente muy variables aún en cortas distancias, dado que la Formación está limitada en su base y techo por dos superficies de discordancia muy marcadas (Panza, 1982, 1984). A nivel regional se considera para la Formación Chon Aike una potencia no superior a los 200 metros.

Como parte integrante del Grupo Bahía Laura, la Formación Chon Aike engrana lateralmente con las tobas y tufitas de la Formación La Matilde. Con respecto a su base, se observa una marcada discordancia angular que la separa de la Formación La Golondrina de edad pérmica inferior. En su techo una discordancia angular de carácter regional separa al Grupo Bahía Laura de las secuencias post-jurásicas.

En base a los restos fósiles de acuerdo con Stipanivic y Reig (1955, 1956) y Stipanivic y Bonetti (1970), la Formación Chon Aike es de edad mesojurásica superior a suprajurásica inferior (Bathoniano-Calloviano). Esta edad es coincidente con valores de 160,7 Ma (Cazeneuve, 1965) y 155 ± 15 Ma (Baker *et al.*, 1981) obtenidos en dataciones radiométricas sobre ignimbritas riolíticas y con otros valores sobre riolitas e ignimbritas del Gran Bajo de San Julián (Spalletti *et al.*, 1982) con resultados dentro del lapso Bathoniano-Oxfordiano. Cabe mencionar que, en este último caso, para dos dataciones que han dado una edad kimmeridgiana (138 ± 10 Ma) y valanginiana (123 ± 10 Ma), Panza y de Barrio (1989) estiman que se trata de edades mínimas.

El estudio geocronológico más reciente es el de Pankhurst *et al.* 1993, que analizaron 14 muestras de la unidad para el sector de Puerto Deseado por método Rb-Sr sobre roca total, obteniendo una isócrona de 168 ± 2 Ma, permitiendo inferir una edad Calloviana.

Fotografía 5.1 Ignimbritas de la Fm Chon Aike ubicadas al sur de Naty



Fuente: GT Ingeniería S.A.

5.2.1.2. Formación La Matilde – (Edad Calloviano inferior a medio, ambiente continental-lacustre)

Bajo esta denominación (Stipanovic y Reig, 1956; Lesta y Ferello, 1972) se incluye a un importante conjunto litológico, fundamentalmente tobas y tufitas entre las que se intercalan unos pocos mantos de ignimbritas de composición ácida y lutitas, que se interdigitan lateralmente con la Formación Chon Aike. Sus afloramientos tienen gran extensión areal, encontrándose sus asomos tanto al norte y al sureste del target Naty. En el llamado cañadón de La Matilde ubicado a pocos centenares de metros al norte de la estancia homónima y al sur de Naty, se encuentra el perfil tipo de la unidad descrito por Criado Roque (1953) y por Stipanovic y Reig (1956). Dicho perfil comienza, de arriba hacia abajo, con una sucesión de aproximadamente 20 m de espesor de lutitas con fisilidad y tobas muy finas, muy bien laminadas, en las que se encontraron los conocidos restos de anuros, improntas vegetales y muy abundantes impresiones del filópodo *Estheria* sp. Son rocas finamente laminadas, muy friables, de coloración gris blanquecina, gris castaño o gris oscuro. En superficie de meteorización suelen ser gris amarillento claras, a menudo con manchas rojizas y rosadas de óxidos de hierro. Son rocas generalmente macizas, bastante consolidadas, que en sus variedades más tobáceas son de color verde más intenso y presentan cristaloclastos de biotita y feldespato que constituyen bancos de hasta medio metro de potencia. Composicionalmente son tobas líticas a cristalinas, compuestas por fragmentos subangulosos a subredondeados de rocas volcánicas e ignimbritas porfíricas rojizo - moradas, verdoso oscuras y negras, tobas finas vítreas verdes y blanco grisáceas y cristaloclastos de cuarzo, feldespatos frescos y biotita de 1 a 5 mm en una base tobácea vitroclástica de color gris rosada a verdosa. Los fragmentos líticos alcanzan un tamaño promedio de dos a tres centímetros y los clastos mayores llegan a los seis centímetros de diámetro.

Se trata de una secuencia bien estratificada muy afectada por numerosas fallas y fracturas, a las que se asocia un plegamiento de arrastre constituido por pliegues de reducidas dimensiones (fotografía siguiente), difíciles de reconocer en el terreno por lo cubierto de los afloramientos (Panza, 1994). En algunos sectores, estos paquetes volcano-sedimentarios albergan restos de troncos fosilizados y estróbilos silicificados de araucariáceas lo cual caracteriza a esta formación. Criado Roque (1953) y Stipanovic y Reig (1956) consignan un valor parcial de 175 m de espesor para esta formación, Borrello (1947) en cambio cita 120 m para toda la secuencia.

Fotografía 5.2 Lutitas y tobas plegadas y cubiertas parcialmente ubicadas al sur de Naty – Fm. La Matilde.



Fuente: GT Ingeniería S.A.

Se trata de una secuencia netamente continental característica de un ambiente fluvial de baja energía, en partes palustre lagunar. Asimismo, se desarrollaba en forma concomitante un intenso vulcanismo ácido fragmentario en áreas más alejadas, cuyos productos piroclásticos eran depositados, bajo la acción subaérea de lluvias de cenizas y polvo volcánico, en la cuenca de sedimentación matildense. La presencia de abundantes piroclastitas secundarias alternantes con las primarias, demuestra que en determinados lapsos se producía el retrabajamiento en medio áqueo de los materiales previamente acumulados, tal como lo reconocieran Mazzoni *et al.*, 1981. La falta de aportes extracuencales, la escasez de rocas de granulometría gruesa y las estructuras sedimentarias demuestran que las corrientes áqueas fueron de baja energía y fluidez relativamente alta. Los depósitos pelíticos laminados indican que hubo pequeños cuerpos de agua (lagunas o pantanos) diseminados en la planicie de inundación. Los mismos serían lénticos y reductores por la presencia de niveles carbonosos. Por su parte, en las áreas de tierra firme se producía la sedimentación de las piroclastitas primarias, y era allí donde se encontraba la abundante vegetación de tipo arbóreo bajo la forma de bosques de coníferas. Probablemente la región se encontró bajo condiciones de clima húmedo, como lo atestiguarían los abundantes restos vegetales y de anuros (Panza, 1994).

Los argumentos paleontológicos encontrados en la Formación La Matilde, especialmente la presencia del anuro *Notobatrachus degiustoi* Reig y de *Otozamites sanctaecrucis* Fer. permiten asignarle una edad mesojurásica superior a suprajurásica inferior, de acuerdo con Stipanovic y Reig (1955, 1956). Posteriormente Stipanovic y Bonetti (1970) la reubican en el Calloviano inferior a medio, al situarla por debajo de los movimientos neocallovianos de la Fase Diastrófica San Jorge de Stipanovic y Rodrigo (1969).

5.2.2. Formación Monte León (Oligoceno superior a Mioceno inferior, ambiente marino)

La Formación Monte León fue definida por Bertels (1970) y aflora al norte de Naty, en las cercanías de la Estancia La Henriette y se compone principalmente de arcilitas tobáceas, chonitas, areniscas finas y areniscas coquinoideas, estos afloramientos se encuentran cubiertos mayormente por sedimentos más modernos, lo cual hace difícil reconocer la unidad como tal. En todas las bardas que forman el flanco de las mesetas aflora la Formación Monte León, encontrándose por debajo de los depósitos aterrazados cenozoicos con un espesor de alrededor de 15 a 40 metros. Son rocas macizas, fragmentosas, de color amarillo o hasta blanco y muchas veces con pátinas de óxidos de hierro dentro de la gama de los amarillos o anaranjado claro. Esta formación se caracteriza por presentar gran cantidad de microfósiles silíceos (radiolarios, diatomeas y crisostomáceas) en muy buen estado de conservación (Malumián, 1982). También, las areniscas finas coquinoideas basales aflorantes al sur de la estancia La Matilde, presentan gran cantidad de valvas de *Ostrea* sp., moldes internos de pelecípodos, gastrópodos y colonias de corales.

Los depósitos de la Formación Monte León indican un ambiente marino somero, en condiciones neríticas y litorales, tal como lo demuestran la presencia de abundantes restos de organismos marinos dispersos en las sedimentitas o constituyendo bancos de coquinas. Las coquinas formadas por restos orgánicos no fragmentados (incluso con valvas cerradas) indicarían zonas de menor energía, protegidas de la acción del oleaje o corrientes, es decir, bahías, como sugieren Di Paola y Marchese (1973). No obstante, los bancos con fósiles triturados y con mayor aporte elástico indicarían zonas de rompiente de olas. El contenido faunístico, y en particular la gran cantidad de braquiópodos y restos de moldes internos de gastrópodos, son reveladores de ambientes de aguas someras, claras, cercanas a la costa (Rossi de García y Levy de Caminos, 1982, 1984). También la asociación microfaunística (Bertels, 1977) indica aguas profundas de profundidades menores a los 50 m, en correspondencia a un ambiente de plataforma interna.

La presencia de bancos de tobas, así como de material piroclástico como constituyente en ocasiones importante de las pelitas fue considerado por Bertels (1970), Di Paola y Marchese (1973) y Riggi (1978) como indicativo de la existencia de episodios volcánicos coetáneos en el ámbito cordillerano, cuyas cenizas habrían sido transportadas por los vientos hasta la cuenca de sedimentación patagónica.

En cuanto a las relaciones estratigráficas de esta formación, la misma se apoya en discordancia angular sobre el Grupo Bahía Laura como resultado de la transgresión progresiva del mar (transgresión Patagónica) y hacia el techo, se encuentra en contacto discordante respecto a los depósitos aterrazados cenozoicos. Su edad Oligocena superior ha sido asignada por Feruglio (1949), pudiendo quizás extenderse hasta el Mioceno inferior. A igual resultado llegaron Bertels (1970), Rossi de García y Levy de Caminos (1982) y Echevarría (1984), en base a estudios de macro y microfauna.

5.2.3. Formación La Avenida (Plioceno inferior a Pleistoceno inferior, ambiente continental)

Se aplica esta denominación litoestratigráfica (Marín, 1982; Panza, 1982) para el manto de gravas y arenas que constituyen las planicies mesetiformes presentes en la comarca (fotografía siguiente). Los rodados son subangulosos a subredondeados y bien redondeados, con formas proladas a discoidales en general. Predominan los clastos de tamaño entre uno y cuatro centímetros, con máximos de hasta cinco centímetros. Son en su casi totalidad provenientes de la erosión de rocas duras, bien resistentes a la erosión y al transporte: vulcanitas riolíticas y andesíticas, ignimbritas ácidas, tobas silicificadas, clastos de cuarzo lechoso, calcedonia y escasos fragmentos de plutonitas o metamorfitas.

La Formación La Avenida tiene un espesor de pocos metros (de hasta 5 m según los autores que definieron la unidad) y es correlacionable con los depósitos que Panza y de Barrio (1987, 1989) denominaron Depósitos Aterrazados del Nivel I, siendo atribuida su edad al intervalo Plioceno inferior-Pleistoceno inferior. Esta unidad sobreyace de manera discordante a los afloramientos Oligocenos-Miocenos y por encima se encuentra en relación discordante con los depósitos cuaternarios que la cubren parcialmente.

Fotografía 5.3 Planicie mesetiforme cubiertas por mantos de gravas terciarios y cuaternarios con vegetación



Fuente: GT Ingeniería S.A.

5.2.4. Depósitos de planicies aluviales, conos aluviales y depósitos aluviales indiferenciados (Cuaternario – Holoceno, ambiente continental)

Los sedimentos de planicie aluvial se observan en los cauces de los cursos de agua efímeros de la comarca (Fotografía 5.4) y son depósitos de materiales sueltos mayormente arenosos, de granulometría fina a gruesa y de colores claros (castaño rosado a gris blanquecino). Asimismo, en algunos sectores de las planicies se encuentra material limoarcilloso gris constituyendo una fina capa superficial, normalmente resquebrajada por desecación. El máximo espesor observado sin base visible alcanza los dos metros. Este relleno de cauces está compuesto por elementos de muy variada naturaleza.

Los depósitos de conos aluviales y otros depósitos aluviales indiferenciados tienen muy poco desarrollo en el área de estudio, se ubican algunos depósitos al sur del target Naty (Fotografía 5.5). Son acumulaciones sueltas de granulometría variable, predominando los materiales de tamaño arena mediana a gruesa y hasta grava fina, con sedimentos más finos (limos y arcillas) en cantidad subordinada. El espesor es siempre reducido, de uno a tres metros y se trata de sedimentos compuestos por materiales de distinta procedencia, entre los que predominan netamente fragmentos angulosos hasta redondeados de piroclastitas y vulcanitas. Parte de los rodados son redepósitos de la Formación La Avenida.

Fotografía 5.4 Depósitos de planicie aluvial



Fuente: GT Ingeniería S.A.

Fotografía 5.5 Depósitos aluviales indiferenciados al sur de Naty.



Fuente: GT Ingeniería S.A.

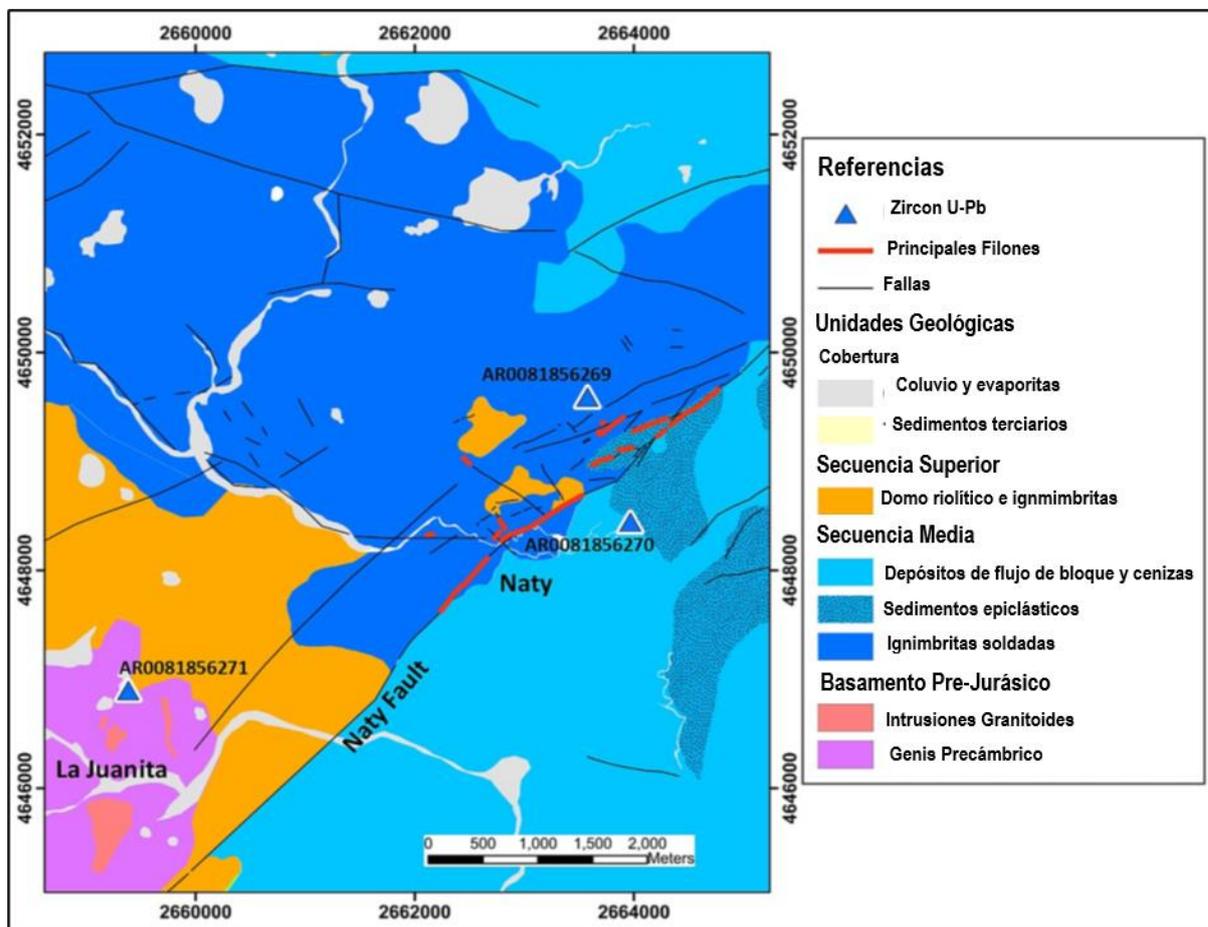
5.3. Geología y mineralización del prospecto Naty

El Macizo del Deseado en la provincia de Santa Cruz alberga varias minas de oro y plata actualmente en producción. En la mayoría de ellas, el tipo de depósito es vetiforme con contenidos de oro, plata y cuarzo de baja sulfuración (Sillitoe y Hedenquist, 2003).

El prospecto Naty (Matthews *et al.*, 2021) se presenta a lo largo de amplias zonas de vetillas y *stockwork* emplazadas a lo largo de un sistema de fallas de rumbo NE dentro del basamento precámbrico y en las rocas volcánicas jurásicas suprayacentes (figura siguiente). De acuerdo con este autor, se identifican para la zona de estudio 3 episodios volcánicos o secuencias, estando vinculados los afloramientos del prospecto al desarrollo de la secuencia media y superior.

La mineralización consiste en cuarzo finamente cristalino, rico en sulfuro ("sílice negra"; Yamana Gold-*Technical Report Cerro Moro Mine*, 2019) con altos grados de oro (hasta 24,5 ppm) y plata (hasta >1000 ppm). Esta mineralización se concentra en unidades de toba depositadas discordantemente sobre rocas de basamento metamórficas. Este descubrimiento reciente está alojado a lo largo de una estructura importante que se extiende por al menos 10 km, a lo largo de la cual se está realizando la exploración.

Figura 5.1 Geología de Naty



Fuente: Matthews *et al.*, 2021 - Journal of South American Earth Sciences, Volume 112, Part 2, 2021, 103622 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981121004685>).

5.4. Evolución geológica

La evolución y estructura del Macizo del Deseado son el resultado de una serie de ciclos diastróficos que con mayor o menor intensidad han ocurrido durante buena parte del Fanerozoico (Panza y Márquez, 1999). Durante los períodos Jurásico y Cretácico, la región sufrió tectónica extensional y vulcanismo, dando lugar al complejo volcánico Bahía Laura, que incluye las formaciones Chon Aike y La Matilde. La Formación Chon Aike comprende una gruesa secuencia de ignimbritas riolíticas, tobas y rocas volcanoclásticas, mientras que la Formación La Matilde se caracteriza por areniscas volcánicas

epiclásticas bien estratificadas, rocas piroclásticas félsicas y algo de andesita (Panza y Márquez, 1994, Pankhurst *et al.*, 2000).

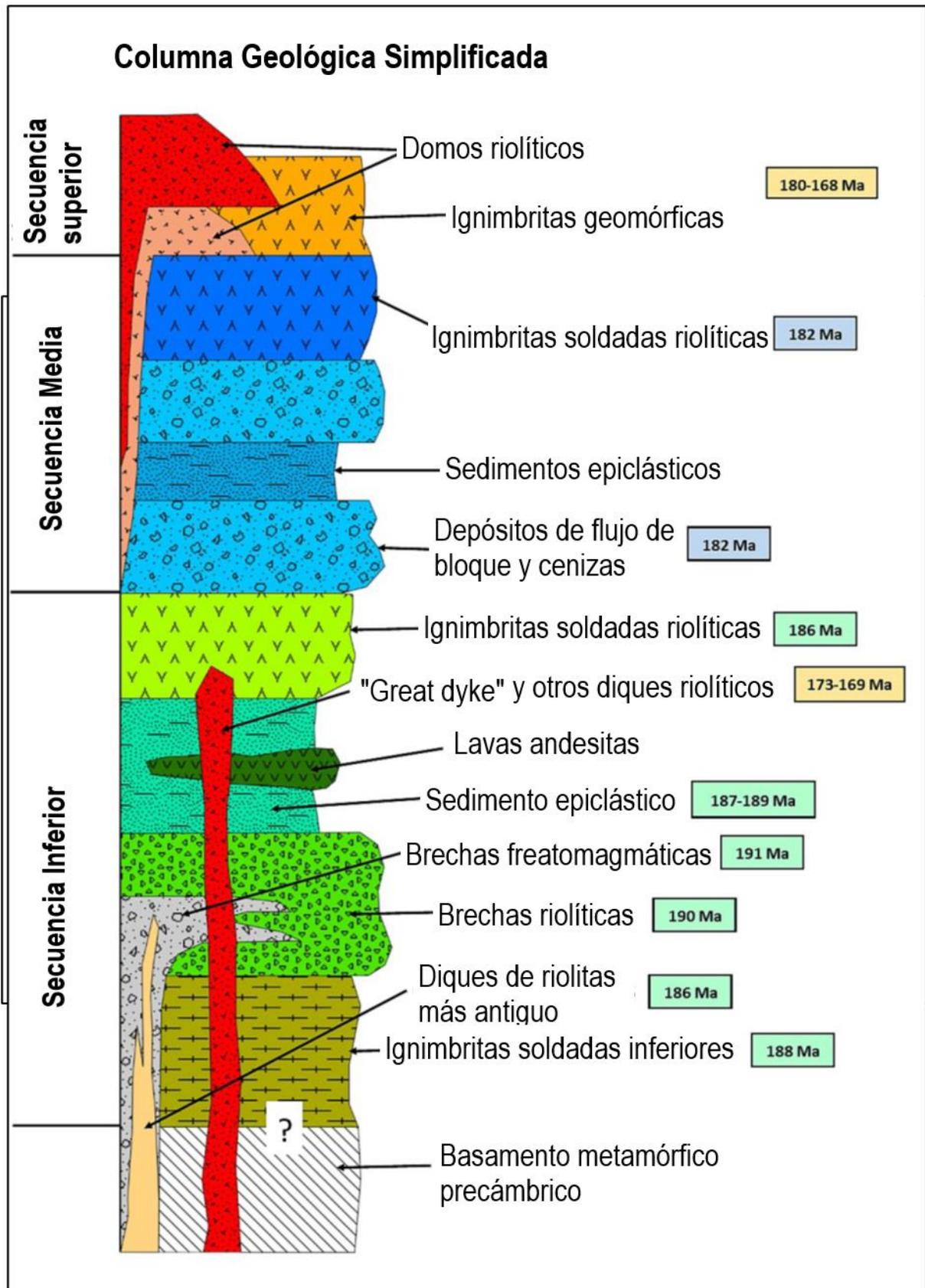
Regionalmente, la Formación Chon Aike ha conformado un extenso plateau ignimbrítico que cubrió el relieve previo existente ahogándolo totalmente. Su génesis corresponde al emplazamiento de enormes volúmenes de materiales ácidos (riolitas de alta sílice, potásicas) extruídos como flujos piroclásticos de enorme fluidez y moderada a alta temperatura (de Barrio *et al.*, 1987; Franchi *et al.*, 1989). La química de estas rocas indica (de Barrio, 1989, 1993; Franchi *et al.*, 1989; Pankhurst *et al.*, 1994) que se trata de rocas subcalcinas pertenecientes a la serie calcoalcalina, correspondiendo a magmas peraluminosos, ricos en potasio y con bajos tenores de titanio, calcio y elementos ferro-magnesianos.

Para el periodo mesojurásico, Matthews *et al.* 2021 han interpretado la depositación de estas rocas a partir de tres secuencias volcánicas sucesivas (Figura siguiente), cada una de las cuales contiene múltiples unidades litológicas, con un espesor total estimado de alrededor de 1300 m. La Secuencia Inferior comprende rocas volcánicas y sedimentarias que están presentes exclusivamente en y alrededor de los flancos del Horst Cerro Moro. La Secuencia Media consiste en rocas volcánicas y sedimentarias que llenan cuencas tectónicas alrededor del horst y lo cubren localmente en una relación de onlap. La Secuencia Superior consta de domos riolíticos relativamente menores, intrusiones subvolcánicas irregulares e ignimbritas reomórficas asociadas (Matthews *et al.*, 2021). Las fallas marcan un fuerte control estructural, caracterizándose la comarca por una estructura regional en bloques tipo Horst con mineralización asociada en forma de vetas y stockwork.

En el área de Naty, las fallas yuxtaponen depósitos de ignimbritas-riolitas (secuencia superior) y una pequeña área de rocas de basamento metamórficas y volcanoclásticas (Secuencia inferior y media). Los vectores de desplazamiento reales en las fallas están pobremente definidos y las observaciones estructurales de las vetas y las superficies de falla muestran una historia compleja, con la reactivación de las superficies de falla mostrando diferentes vectores de desplazamiento durante diferentes períodos de deformación y mineralización resultante (Yamana Gold-Technical Report Cerro Moro Mine, 2019).

Durante el Terciario, la región estaba cubierta de sedimentos continentales y marinos a raíz de las transgresiones progresivas del nivel del mar, depositándose así las Formaciones Monte de León y La Avenida. Finalmente, se desarrollan los depósitos aluviales cuaternarios, los cuales se presentan cubriendo parcialmente los afloramientos remanentes del complejo Bahía Laura y a las unidades terciarias.

Figura 5.2 Secuencias volcánicas del Jurásico



Fuente: Matthews *et al.*, 2021 - Journal of South American Earth Sciences, Volume 112, Part 2, 2021, 103622 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981121004685>).

VI. Geomorfología

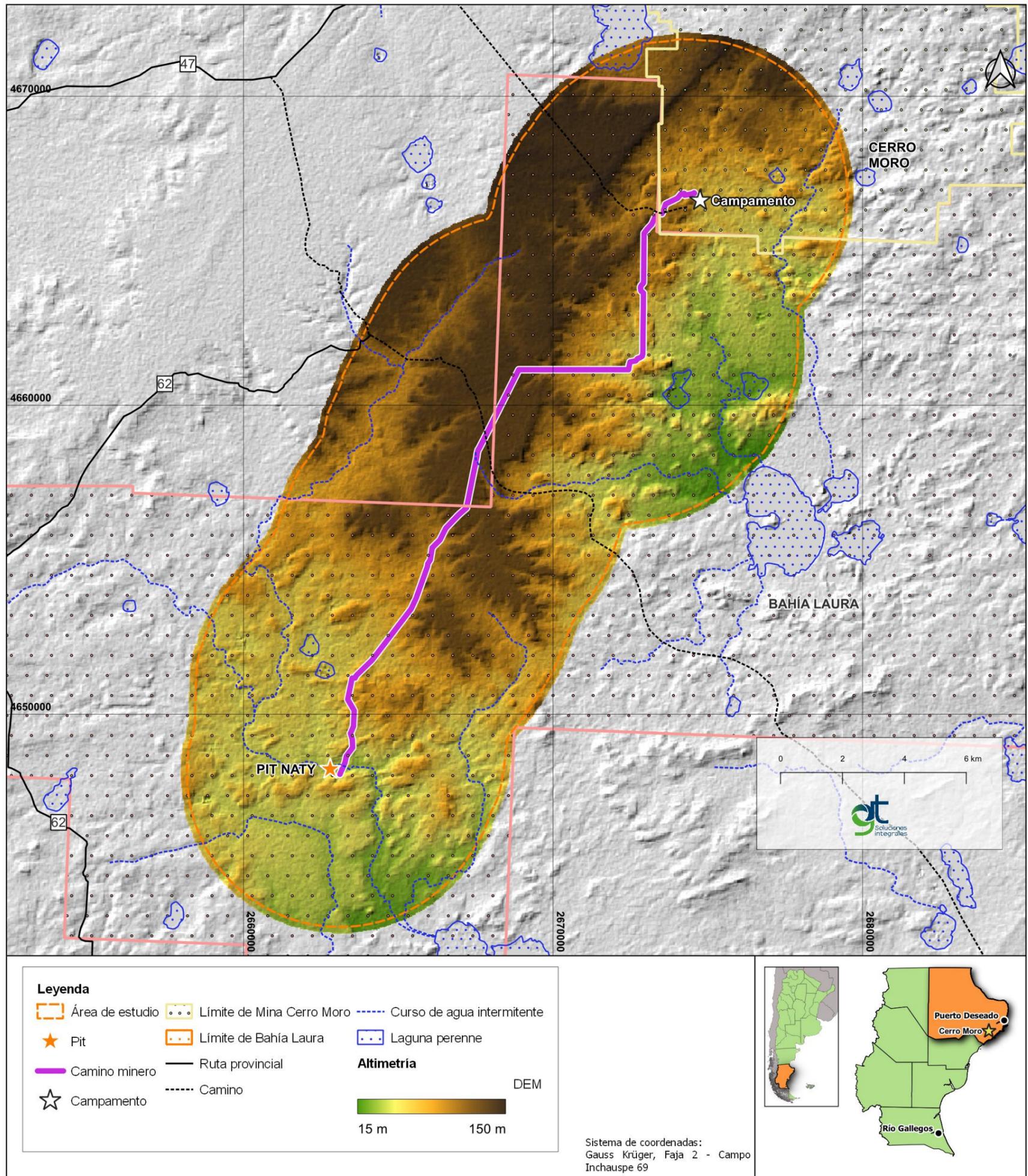
6. Geomorfología

6.1. Marco geomorfológico regional

En el Macizo del Deseado se destaca un relieve múltiple de basamento, con estructuras de bloques tipo “*Horst*”, en el que dominan afloramientos rocosos de las diferentes litologías que integran la unidad morfoestructural (Panza *et al.* 1994). Predomina en la mayor parte del área de estudio la acción fluvial como modeladora del paisaje y como también se trata de una región de clima semidesértico, esta no es muy intensa y en algunos sectores, pueden adquirir mayor relevancia los efectos producidos por la acción eólica a nivel local.

En el área búfer proyectada se presenta un relieve con elevaciones que oscilan entre los 15 y 150 msnm, caracterizado por un paisaje mesetiforme (mapa siguiente), de planicies disectadas hasta transformarse en remanentes aislados, o recortadas por numerosas depresiones sin salida con lagunas de carácter transitorio. Las condiciones climáticas de aridez y escasas precipitaciones limitan el desarrollo de la red de drenaje, dando como resultado una red pobre, poco integrada, que en algunos sectores se comporta como radial, descargando el caudal de sus cursos en su gran mayoría efímeros, a los bajos endorreicos de la zona.

Mapa 6-1 Relieve del área de estudio

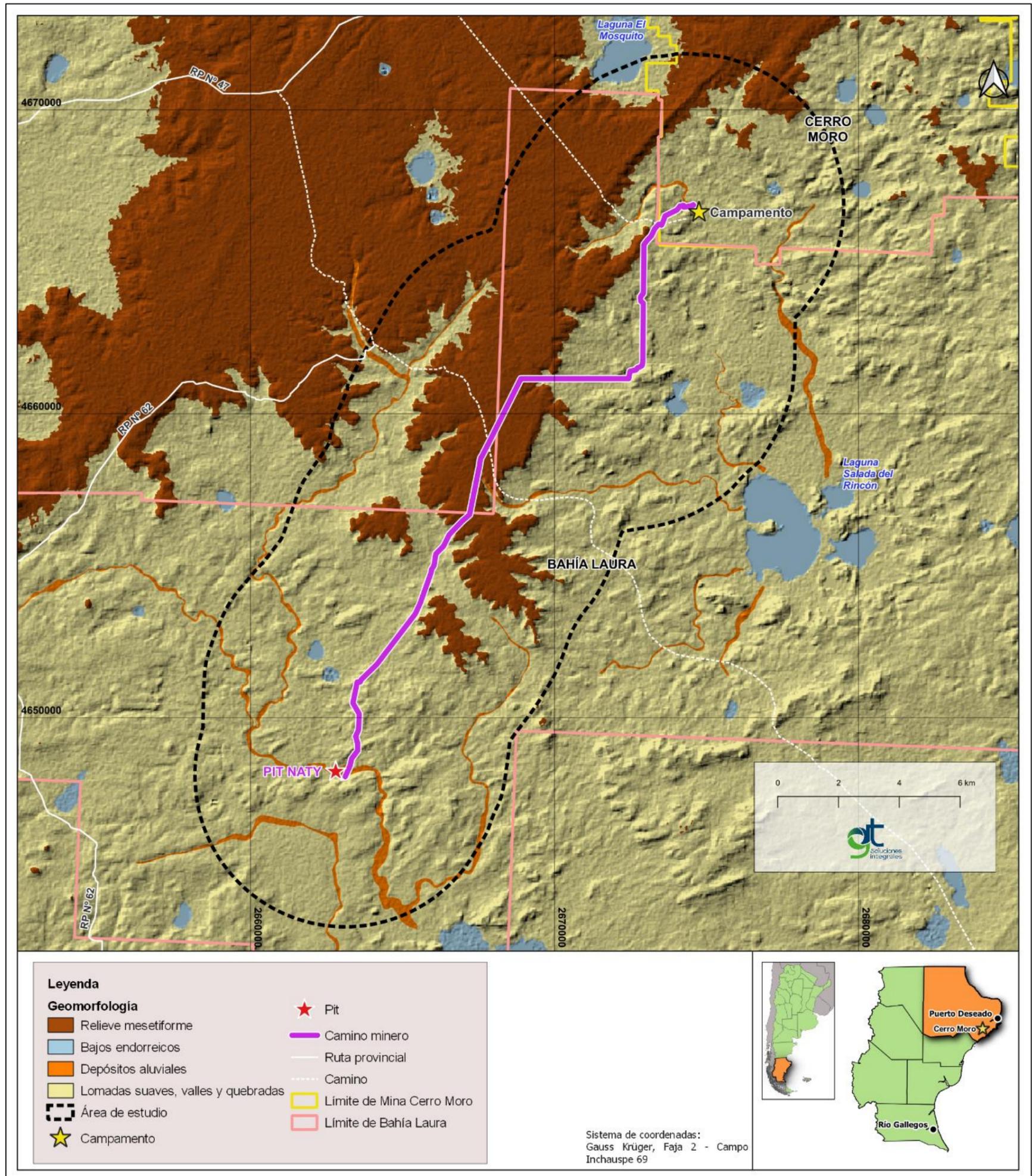


Fuente: GT Ingeniería S.A.

6.2. Geomorfología local

La geomorfología del área de estudio se encuentra condicionada asimismo por las estructuras regionales y por la influencia de los procesos geomorfológicos modeladores del paisaje, principalmente de origen fluvial. Las geoformas identificadas en el área búfer se pueden observar a continuación.

Mapa 6-2 Geomorfología local



Fuente: GT Ingeniería S.A

Las unidades geomorfológicas reconocidas en el área búfer proyectada se describen a continuación:

6.2.1. Relieve mesetiforme

Esta unidad está conformada por los depósitos de la Fm La Avenida, mantienen una suave pendiente regional hacia el este con un máximo topográfico apenas superior a los 150 m sobre el nivel del mar y se desarrolla principalmente al norte del target Naty, en la región central del área búfer. Las gravas son de granulometría muy gruesa y la matriz es arenosa fina a mediana, de color gris a gris castaño, siendo ésta la coloración general del afloramiento (fotografía a continuación).

Fotografía 6.1 Relieve amesetado



Fuente: GT Ingeniería S.A

6.2.2. Relieve de degradación de depósitos volcániclasticos

Conforman cerros, lomadas suaves y zonas de valles, en donde se encuentran expuestas las rocas volcániclasticas que integran el complejo Bahía Laura (Fotografía 6.2). Los procesos de meteorización y erosión inciden sobre estos afloramientos originando suelos incipientes y en algunos casos, pequeñas quebradas que canalizan los cauces fluviales. Los cerros y lomadas poseen alturas inferiores a los 150 msnm y las rocas que los integran presenta una alteración y fracturación marcadamente notable.

6.2.3. Depósitos aluviales

Esta unidad está conformada por depósitos provenientes de los ríos y cauces efímeros que se desarrollan en las cercanías de Naty y hacia el sur, normalmente cubren pequeños sectores en donde se encuentran diseminados conformando pequeños bancos o capas delgadas de pocos metros de espesor. Son materiales inconsolidados de color gris claro a castaño claro, con granulometrías arenosas finas a medianas, mezclada con proporciones variables de limos, arcillas y cantos rodados subangulosos a subredondeados dispersos en la matriz. Los clastos son de composición predominantemente volcánica y provienen de la meteorización y erosión de las unidades geológicas aflorantes (Fotografía 6.3).

6.2.4. Bajos endorreicos y lagunas

Se encuentran de forma aislada en el área de estudio, conforman lagunas temporales y son zonas deprimidas en donde drenan los cursos fluviales efímeros transportando y depositando materiales finos. Constituyen así el nivel de base local de dichos cauces y presentan formas irregulares, redondeadas y hasta elípticas en planta. Las dimensiones de estos cuerpos varían entre unas pocas decenas de metros hasta los 5 km de diámetro aproximadamente. Las más importantes son la laguna Salada del Rincón, ubicada al noreste de Naty y las lagunas Mac Cay, Flamenco y Nata ubicadas hacia el sur, todas ellas se encuentran fuera el área búfer proyectada (Fotografía 6.4).

Fotografía 6.2 Lomadas y valles.



Fuente: GT Ingeniería S.A

Fotografía 6.3 Depósitos aluviales.



Fuente: GT Ingeniería S.A

Fotografía 6.4 Bajos endorreicos.



Fuente: GT Ingeniería S.A

VII. Riesgos asociados a las condiciones geológicas y geomorfológicas del área de influencia del proyecto de explotación Naty

En el área de estudio proyectada para la explotación del *Pit* Naty no se observan pendientes pronunciadas ni condiciones relevantes que puedan contribuir a la generación de un riesgo de índole geológica o geomorfológica y que pueda afectar directamente a las operaciones futuras de la compañía. No obstante, cabe mencionar que en el sector sur de Naty existen cauces fluviales temporarios poco desarrollados que se extienden en sentido NW-SE y que, de acuerdo con la incidencia del factor climático, podría dar lugar a anegamientos parciales y locales del área, por desbordamientos de los cauces cercanos.

Fotografía 6.5 Borde de cauce fluvial desarrollado en las cercanías de Naty.



Fuente: GT Ingeniería S.A

Fotografía 6.6 Cauce fluvial al suroeste de Naty.



Fuente: GT Ingeniería S.A.

VIII. Conclusiones y Recomendaciones

En base a las observaciones de campo y de acuerdo con la información recopilada se concluye:

- El vulcanismo jurásico se desarrolló en 3 etapas o secuencias dando lugar a los depósitos de la Fm Chon Aike y la Fm La Matilde. Las mineralizaciones metalíferas fueron el resultado de esta actividad generalizada para gran parte del macizo del Deseado.
- El control estructural por el cual se emplazan las vetas y mineralizaciones de tipo “stockwork” es de gran importancia en la zona del prospecto Naty. Los afloramientos identificados en Naty corresponden a la Fm Chon Aike y La Matilde y se componen de riolitas, ignimbritas, tobas, rocas volcanoclásticas y epiclásticas.
- El relieve es predominantemente mesetiforme con algunos valles, quebradas y cursos fluviales efímeros poco desarrollados a lo largo del área búfer, las cotas de las lomadas y mesetas no superan los 150 msnm y el modelado del paisaje es en gran medida debido a la actividad fluvial.
- Las lagunas y bajos endorreicos constituyen el nivel de base local de varios cursos efímeros, los cuales desembocan transportando sedimentos finos hacia estas zonas deprimidas, en donde luego los cuerpos de agua se infiltran y evaporan.
- Los depósitos aluviales en general se encuentran aislados y no tienen gran desarrollo en toda el área de interés, siendo cuerpos de pocos metros de espesor originados a partir de material procedente de la meteorización física de las rocas aflorantes.

IX. Bibliografía

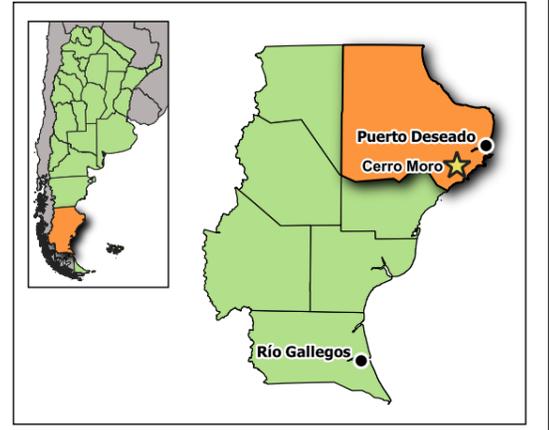
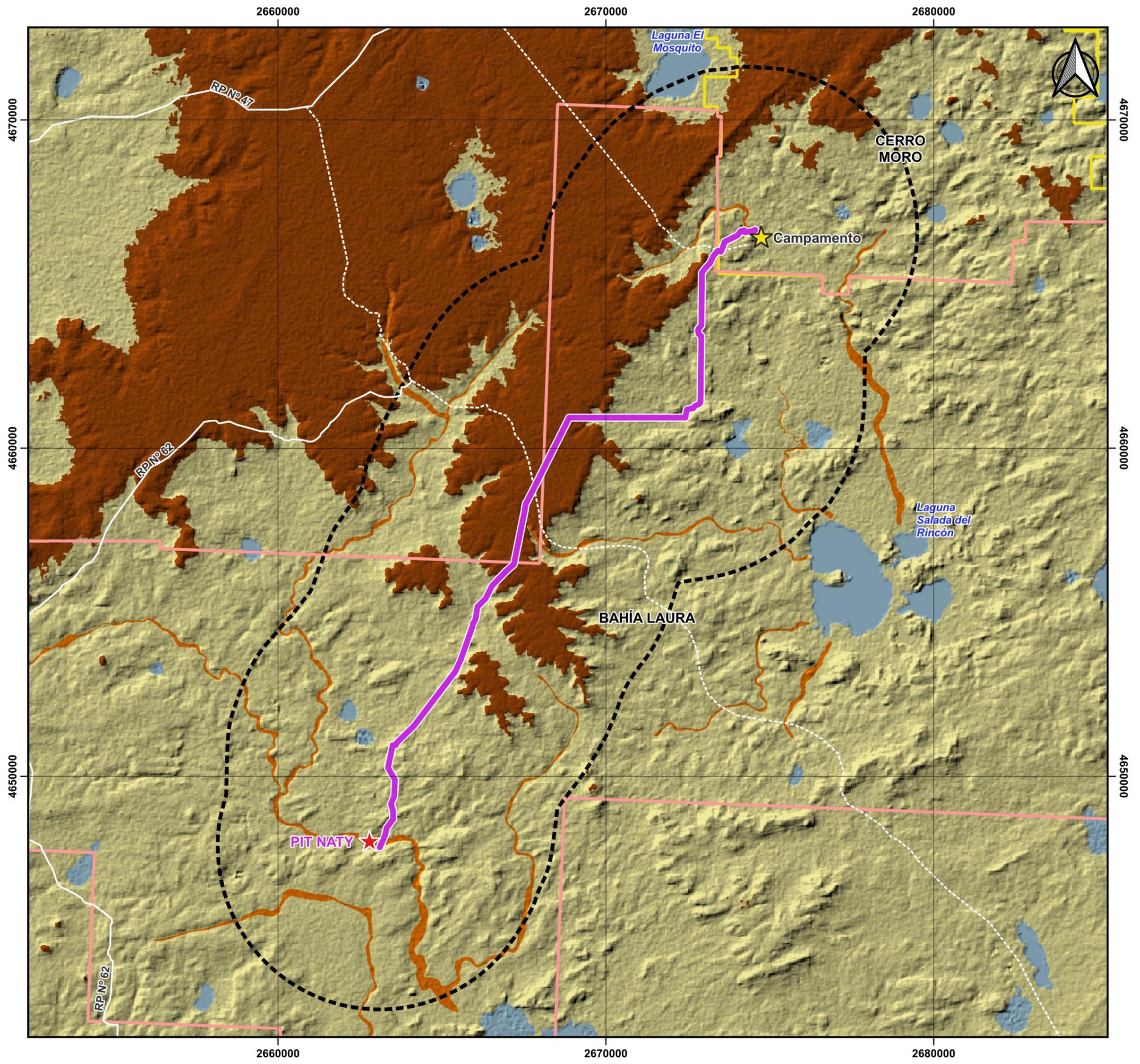
- Archangelsky, S., 1959. Estudio geológico y paleontológico del Bajo de La Leona (Santa Cruz). Acta Geológica Lilloana 2: 5-133.
- Archangelsky, S., 1967. Estudio de la Formación Baqueró, Cretácico inferior de Santa Cruz, Argentina. Revista Museo La Plata (n.s) Paleontología 5:63 -171.
- Arrondo, O.G., 1972. Estudio geológico y paleontológico en la zona de la Estancia La Juanita y alrededores. Museo de La Plata, Revista (N.S.) Paleontología 7(43): 1-194.
- Baker, P.E; W.J Rea; J. Skarmeta; R. Caminos y D.C Rex, 1981. Igneous history of the Andean Cordillera and Patagonian plateau around latitude 46° S. Philosophical Transactions Royal Society London, A 303: 105 - 149.
- Bertels A., 1970. Sobre el "Piso Patagoniano" y la representación de la época del Oligoceno en Patagonia austral (Rep. Argentina). Asociación Geológica Argentina, Revista 25 (4): 495 - 501.
- Bertels, A., 1977. Estratigrafía y micropaleontología de la Formación San Julián en su área tipo, provincia de Santa Cruz. Asociación Paleontológica Argentina, Ameghiniana, 14 (] -4): 233 - 293.
- Borello, A.V., 1947. Comisión de servicio a la parte nordeste del territorio de Santa Cruz. Yacimientos Carboníferos Fiscales, 14p. (inédito).
- Cazeneuve, H., 1965. Datación de una toba de la Formación Chon Aike (provincia de Santa Cruz) por el método potasio - argón. Ameghiniana, Revista Asociación Paleontológica Argentina, 4(5): 156 - 158.
- Criado Roque, P., 1953. Informe preliminar reconocimiento geológico zona Bahía Laura, Territorio de Santa Cruz. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, 18p., (inédito).
- De Barrio, R.E., 1989. Aspectos geológicos y geoquímicos de la Formación Chon Aike (Grupo Bahía Laura), Jurásico medio a superior, en el noroeste de la provincia de Santa Cruz. Tesis doctoral 528 (inédita). Universidad Nacional de La Plata.
- De Barrio, R.E., 1993. El volcanismo ácido jurásico en el noroeste de Santa Cruz, Argentina. 12º Congreso Geológico Argentino, Actas 4: 189 - 198.
- Di Paola, E. y H. Marchese, 1973. Litoestratigrafía de la Formación Patagonia en el área tipo (Bajo de San Julián - desembocadura del río Santa Cruz). Provincia de Santa Cruz. Rep. Argentina. 5º Congreso Geológico Argentino, Actas 3: 207 - 222.
- Di Persia, C.A., 1962. Acerca del descubrimiento del Precámbrico en la Patagonia Extraandina, prov. de Santa Cruz. 1as Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 2: 65-68.
- Echeverría, A., 1984. Estudio micropaleontológico (ostrácodos) de las muestras Sa (Piedra del Museo) y 307, pertenecientes a la Hoja 54f. Servicio Geológico Nacional, 4p. (inédito).
- Franchi, M., J.L. Panza y R. De Barrio, 1989. Depósitos triásicos y jurásicos de la Patagonia Extraandina. Cuencas Sedimentarias Argentinas (G. Chebli y L. Spalletti, eds.), Serie Correlación Geológica 6: 347 - 378.
- Feruglio, E., 1946. Sistemas orográficos de 1ª Argentina. Geografía de la República Argentina. Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, GAEA 4: 1-536.
- Feruglio, E., 1949 - 1950. Descripción geológica de la Patagonia, 3 tomos. Yacimientos Petrolíferos Fiscales, Buenos Aires.
- GT Ingeniería SA, 2018. Third Update of the Exploitation Environmental Impact Report, Cerro Moro Mine, Santa Cruz – Argentina, October 2018. 403 p., 427 annexes.
- Harrington, H.J., 1962. Paleogeographic development of South America. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin 46(10): 1773-1814, Tulsa.
- Leanza, A.F., 1958. Geología Regional. En: La Argentina, Suma de Geografía, Tomo I, Capítulo III:217-349, Editorial Peuser, Buenos Aires.

- Lesta, P; y R. Ferello, 1972. Región extraandina de Chubut y norte de Santa Cruz. En Geología Regional Argentina (Ed. Leanza). Academia Nacional Ciencias Córdoba, p.601 - 653.
- Malumian, N., 1982. Informe foraminiferológico de 6 muestras correspondientes a la Hoja 54e Cerro Vanguardia (Santa Cruz). Servicio Geológico Nacional, 1 p. (inédito).
- Marin, G., 1982. Descripción geológica de la Hoja 55c. Gobernador Gregores, provincia de Santa Cruz. Informe preliminar. Servicio Geológico Nacional, 17p. (inédito).
- Matthews, J.S., Atampiz, M., Omar, J.R., Valencia, V., Pérez de Arce, C., Bustos, A., Llona, F., Rodríguez, M.E., Munizaga, W., Di Caro, J., Gonzalez, J, Cingolani, C.A. 2021. Lower to Middle Jurassic volcanism and Au–Ag mineralization at Cerro Moro District, Deseado Massif, Argentine Patagonia, Journal of South American Earth Sciences, Volume 112, Part 2, 2021, 103622. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981121004685>
- Mazzoni, M.M.; L.A. Spalletti; M.A. Iñiguez Rodriguez y M. Teruggi, 1981. El Grupo Bahía Laura en el Gran Bajo de San Julián, pcia. de Santa Cruz. 8º Congreso Geológico Argentino Actas 3: 485 - 507.
- Palma, M.A., 1989. Los eventos geológicos del Macizo del Deseado durante la evolución tectónica del continente Austral. Reunión sobre Geotransectas de América del Sur, Mar del Plata, 1-3 Junio 1989: 97-101, Montevideo.
- Pankhurst, R., Rapela, C. y Márquez, M., 1993. Geocronología y petrogénesis de los granitoides jurásicos del noreste del Macizo del Deseado. 12º Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas 4: 134-141.
- Pankhurst, R., Riley, T., Fanning, C. and Kelley, S., 2000: Episodic Silicic Volcanism in Patagonia and the Antarctic Peninsula: Chronology of Magmatism Associated with the Break-Up of Gondwana. Journal of Petrology 41: 605-625.
- Panza, J.L., 1982. Descripción geológica de las Hojas 53e "Gobernador Moyana" y 54e "Cerro Vanguardia". Servicio Geológico Nacional, 1 97 p. (inédito).
- Panza, J.L., 1984. Descripción geológica de las Hojas 54f "Bajo de la Leona" y 54g "Bahía Laura", peía. de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional, 170 p. (inédito).
- Panza, J.A. y Márquez, M. 1994. Bahía Laura. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina 1:250.000. Hoja Geológica 4966-I / II. Provincia de Santa Cruz. Boletín;214. Buenos Aires, Servicio Geológico Minero Argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. <http://repositorio.segemar.gov.ar/308849217/1537>
- Panza, J.L. y R. De Barrio, 1987. Informe preliminar del levantamiento geológico de las Hojas 55f Cordón Alto y 55g Puerto San Julián, prov. de Santa Cruz. Dirección Nacional Minería Geología, 122 p. (inédito).
- Panza, J.L. y R. De Barrio, 1989. Descripción geológica de las Hojas 56f "Cordón Alto" y 56g "Puerto San Julián", provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional, 155 p. (inédito).
- Pezzuchi, H.D., 1978. Estudio geológico de la zona de la Estancia Dos Hermanos, Estancia 25 de Mayo y adyacencias, departamento Deseado, provincia de Santa Cruz. Universidad Nacional de La Plata, Tesis Doctoral (inédita), La Plata.
- Riggs, J.C., 1978. La importancia de los sedimentos piroclásticos y de la sílice biogénica en la estratigrafía de la Formación Patagonia. Asociación Geológica Argentina, Revista 33 (2): 158 - 171.
- Rossi de García, E. y R. Levy de Caminos, 1982. Informe de megafauna de la Hoja 54g "Bahía Laura" (Santa Cruz). Servicio Geológico Nacional, 1 p. (inédito).
- Rossi de García, E. y R. Levy de Caminos, 1984. Estudio paleontológico de la megafauna de las Hojas 54d "La Manchuria" y 54f "Bajo de la Leona", provincia de Santa Cruz. Servicio Geológico Nacional, 2p. (inédito).
- Spalletti, L., A. Iñiguez Rodriguez y M. Mazzoni, 1982. Edades radimétricas de piroclastitas y vulcanitas del Grupo Bahía Laura, Gran Bajo de San Julián, Santa Cruz. Asociación Geológica Argentina, Revista 37 (4): 483 - 485.

- Sillitoe, R.H., and Hendenquist, J.W., 2003: Linkages between Volcanotectonic Settings, Ore-Fluid Compositions, and Epithermal Precious-Metal Deposits, Society of Economic Geologists Special Publication 10, 2003, pp. 315–343.
- Sruoga, P. y M.A. Palma, 1984. La Formación ChonAike en su área clásica de afloramientos. 9º. Congreso Geológico Argentino Actas 3: 171 - 184.
- Sruoga P. y M.A. Palma, 1986. Los domos riolíticos jurásicos de los cerros Laciár, Moro, Baguales y La Pava, Departamento Deseado, provincia de Santa Cruz. Asociación Geológica Argentina, Revista 41 (3 -4): 397 -401 (Nota Breve).
- Stipanivic, P. y M. Bonetti, 1970. Posiciones estratigráficas y edades de las principales floras jurásicas argentinas. II Floras doggerianas y málmicas. Ameghiniana, Revista Asociación Paleontológica Argentina, 7 (2): 101 - 118.
- Stipanivic, P. y A.O. Reig, 1955. Breve noticia sobre el hallazgo de anuros en el denominado "Complejo Porfírico de la Patagonia extraandina", con consideraciones acerca de la composición geológica del mismo. Asociación Geológica Argentina, Revista, 10 (4): 215 - 233.
- Stipanivic, P.N. y Reig, O., 1956. Breve noticia sobre el hallazgo de anuros en el denominado «Complejo Porfírico» de la Patagonia Extraandina, con consideraciones acerca de la composición geológica del mismo. Asociación Geológica Argentina, Revista 10(4): 215-233.
- Stipanivic, P.N., Toubes, R.O., Spickermann, J.P. y Halpern, M., 1972. Sobre la composición y edad de algunas plutonitas del nordeste de la provincia de Santa Cruz, Patagonia (Rep. Argentina). Asociación Geológica Argentina, Revista 26(4): 459-467.
- Stipanivic, P. y A. Rodrigo, 1969. El diastrofismo Eo y Mesocretácico en Argentina y Chile, con referencias a los movimientos jurásicos de la Patagonia. 4 Jornadas Geológicas Argentinas, Actas 2: 337 - 352.
- Yamana Gold-Technical Report Cerro Moro Mine, 2019. Santa Cruz province, Argentina, pp 167.

X. Anexos

Anexo I. Mapas y Figuras



Leyenda

Geomorfología

- Relieve mesetiforme
- Bajos endorreicos
- Depósitos aluviales
- Lomadas suaves, valles y quebradas
- Área de estudio
- ★ Campamento
- ★ Pit
- Camino minero
- Ruta provincial
- Camino
- Límite de Mina Cerro Moro
- Límite de Bahía Laura

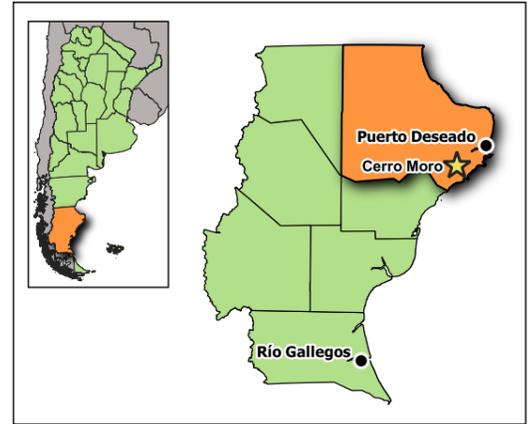
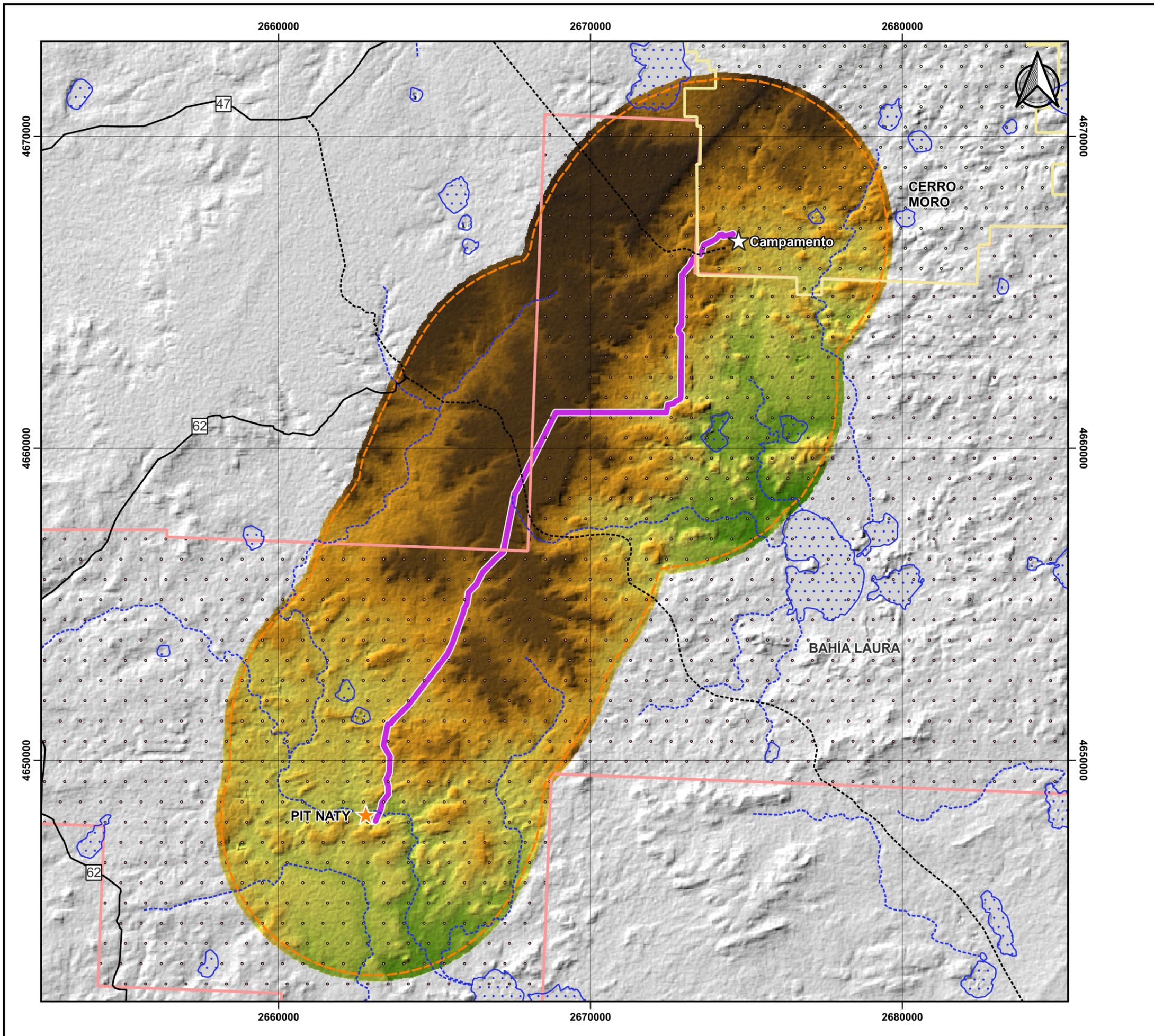


ESCALA 1:120.000
GAUSS KRÜGER, FAJA 2 - CAMPO INCHAUSPE 69

Nota:

GEOMORFOLOGÍA
LÍNEA DE BASE AMBIENTAL: ADENDA 3ra AIIA
EXPLOTACIÓN CERRO MORO: EXPLOTACIÓN NATY

Logo:		N° Proyecto: 220213_014
		Fecha: 21/06/2022
		N° Figura:



Legenda

- Área de estudio
- ★ Pit
- Camino minero
- ☆ Campamento
- Límite de Mina Cerro Moro
- Límite de Bahía Laura
- Ruta provincial
- Camino
- Curso de agua intermitente
- Laguna perenne

Altimetría

DEM

15 m 150 m

0 2 4 6 km

ESCALA 1:120.000
GAUSS KRÜGER, FAJA 2 - CAMPO INCHAUSPE 69

Nota:

RELIEVE E HIDROGRAFÍA

**LÍNEA DE BASE AMBIENTAL: ADENDA 3ra AIIA
EXPLOTACIÓN CERRO MORO: EXPLOTACIÓN NATY**

Logo:	N° Proyecto: 220213_014 Fecha: 21/06/2022 N° Figura:
-------	--