



Línea de Base Componente Sismología: 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
Bruno Del Olmo		00	07/07/2022	Mario Cuello		11/07/2022

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.....	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.	Caracterización regional.....	5
IV.	Metodología.....	6
4.	Metodología	6
V.	Resultados.....	7
5.	Resultados	7
5.2.	Sismicidad Histórica en Sudamérica.....	7
5.3.	Zonificación Sísmica de la República Argentina	7
5.4.	Epicentros de los terremotos destructivos de la República Argentina (1962 – 2015)	9
5.5.	Peligrosidad Sísmica actual en el área de Proyecto.....	10
VI.	Conclusiones.....	13
VII.	Bibliografía.....	14

Mapas

Mapa 3-1	Ubicación general	4
Mapa 3-2	Macizo del Deseado.....	5
Mapa 5-1	Mapa de Sismicidad.....	8
Mapa 5-2	Datos sismológicos obtenidos de la EARG	9
Mapa 5-3	Epicentro de los terremotos destructivos en Argentina (1692 - 2015)	10
Mapa 5-4	Zonificación Sísmica de la República Argentina.....	11
Mapa 5-5	Zonificación sísmica para el Proyecto Naty según INPRES.....	12

Tablas

Tabla 2.1	Profesionales Intervinientes	2
-----------	------------------------------------	---

08 de julio de 2022

Estimados Yamana Gold – Estelar Resources Ltd.

Paulino Velazquez

Superintendente de Seguridad, Salud y Medio Ambiente

R: 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 3^{ra} 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 Sismología.

El presente informe constituye la Línea de Base de Sismología para el área de estudio y su elaboración se realizó teniendo en cuenta los datos sismológicos históricos de Argentina y Sudamérica a partir de las bases de datos del Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), del Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS) y de la Estación Astronómica Río Grande (EARG) ubicada en Tierra del Fuego.

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 que conforman el Proyecto Bahía Laura, cuyo titular es FOMICRUZ S.E., quién otorgó el usufructo a Estelar Resources Ltd.

El presente informe conforma la Línea de Base de Sismología para el área de estudio y su elaboración se realizó teniendo en cuenta los datos sismológicos históricos de Argentina y Sudamérica a partir de las bases de datos del Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), del Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS) y de la Estación Astronómica Río Grande (EARG) ubicada en Tierra del Fuego.

En base a la información recopilada, el proyecto Naty posee una peligrosidad sísmica muy reducida de acuerdo con los datos del INPRES (zona sísmica 0), siendo muy poco probable de que las actividades y/o infraestructura proyectada sea afectada con daños significativos a partir de la ocurrencia de un fenómeno sísmico.

II. Información General

1. Nombre del Proyecto

Línea de Base Componente Sismología: explotación Naty

2. Nombre de los responsables técnicos del Informe

GT Ingeniería S.A.

Lic. en Cs. Geológicas Mario Cuello

Inscripta en el registro provincial de Profesionales en Estudios Ambientales de la Jurisdicción –Expte. MEyOP No 901.459/JMG/12, de la Subsecretaría de Medio Ambiente de la provincia de Santa Cruz. Disposición N° 042-SEA/2021.

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	Compilación de informe
Bruno Del Olmo	Ing. Recursos Naturales Renovables	Jefe de servicio	Revisión. Coordinación de proyecto.
María Paz	Lic. Cs. Geológicas	Consultor Ambiental	Revisión y elaboración
Armando Albín	Lic. Cs. Geológicas	Revisor Sr.	Revisión

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@gtarg.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

En el presente informe de línea de base se describe el marco regional del área en dónde se llevará adelante el Proyecto Naty, la metodología de análisis para la interpretación del potencial sísmico actual y análisis de datos sísmicos históricos a partir de la información disponible en las bases de datos del Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), del Centro Regional de Sismología de Sudamérica (CERESIS) y de la Estación Astronómica Río Grande (EARG).

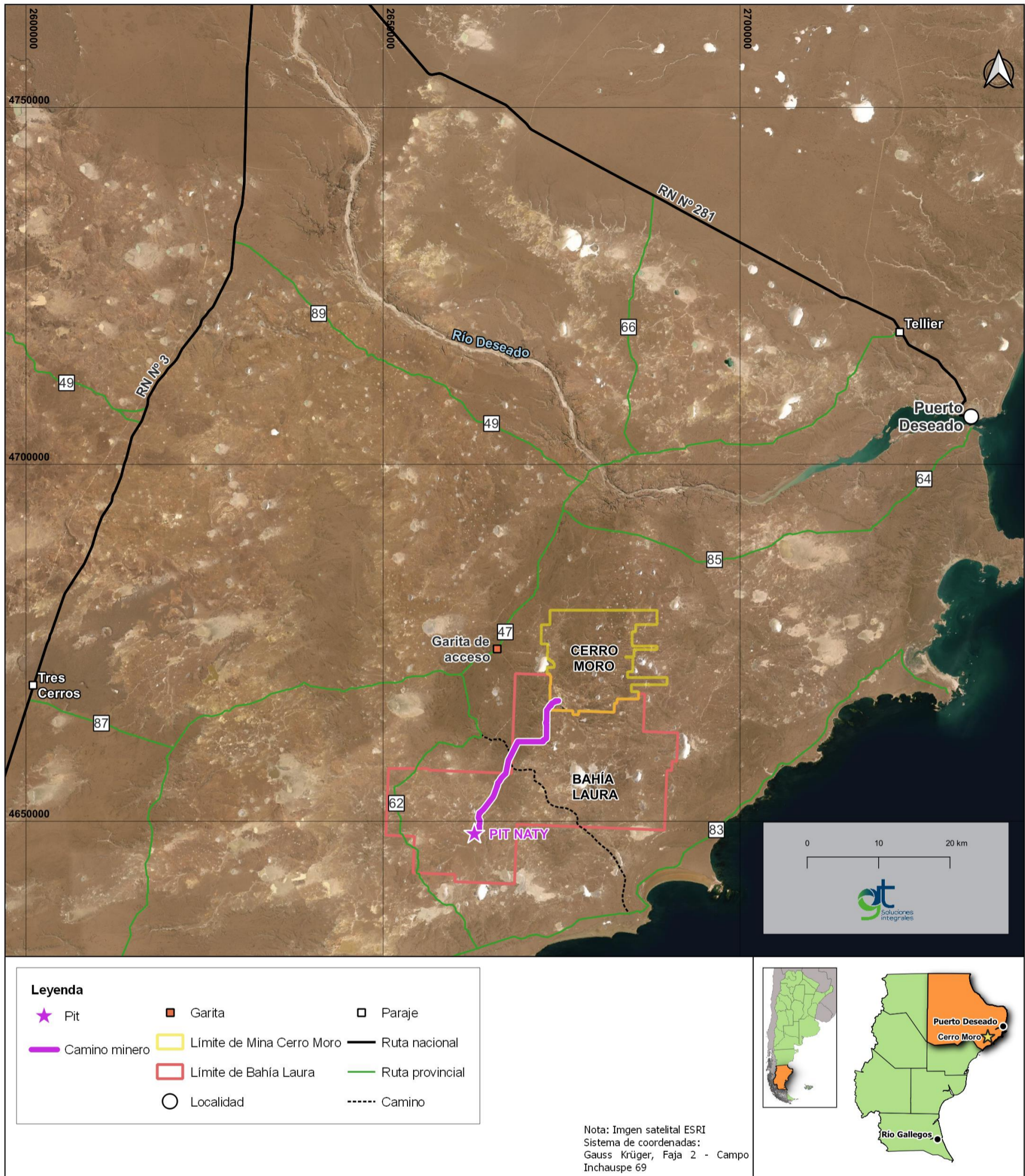
3.1. Ubicación del área de estudio

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 de 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. Tres Cerros, se encuentra a una distancia de 65 km. Todas las distancias, calculadas en línea recta desde el *Pit*

En el mapa a continuación se observa la ubicación general del área de Proyecto.

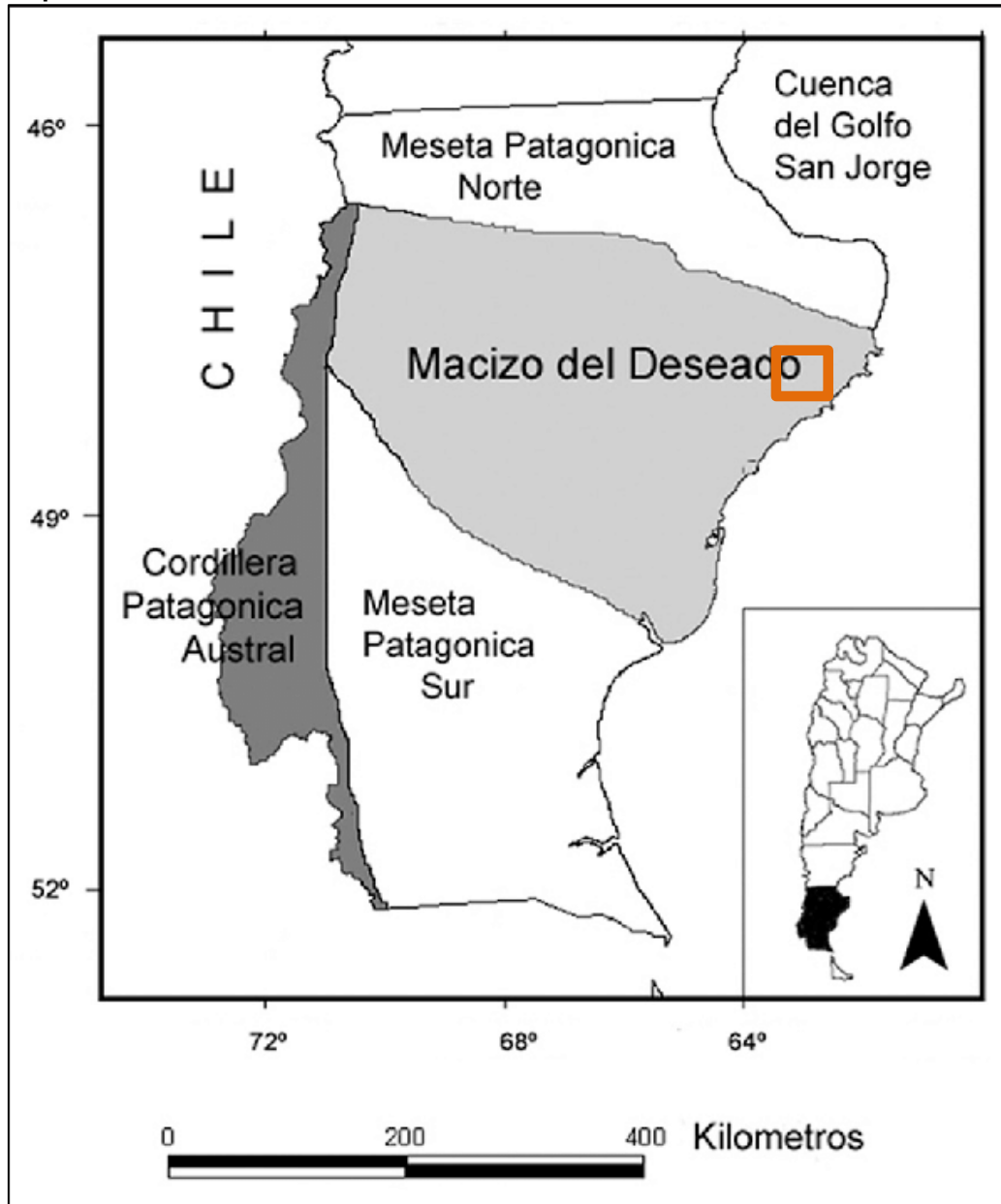
Mapa 3-1 Ubicación general



3.2. Caracterización regional

El área de Proyecto pertenece al ámbito geológico del Macizo del Deseado, el cual se caracteriza por su estabilidad tectónica, alcanzada durante el periodo Paleozoico (Leanza, 1958). En el siguiente mapa se observa la ubicación del área de Proyecto en relación al macizo.

Mapa 3-2 Macizo del Deseado



Fuente: Mapa adaptado de Ramos (1999). En marrón se indica el área de Proyecto.

IV. Metodología

4. Metodología

Para el análisis de sismicidad se tuvieron en cuenta los datos de sismicidad histórica, intensidades de sismos, neotectónica y grandes terremotos de América del Sur publicados por el CERESIS, siendo la base de datos más completa que integra los datos sísmicos de América del Sur en su proyecto SISRA (<http://www.ceresis.org/>).

Se analizó la información de los catálogos publicados en la base de datos del CERESIS para conocer si existieron o no registros históricos de sismos, intensidades sísmicas y lineamientos activos cuaternarios en la zona de proyecto, los cuales puedan vincularse en la bibliografía a eventos sísmicos modernos.

Posteriormente, se consultó la base de datos del INPRES mediante la locación de las coordenadas medias del proyecto para conocer los datos que definen la zona sísmica de interés y sus características principales. También se consultó la base de datos sísmicos provistos por la Estación Astronómica Río Grande (EARG) ubicada en Tierra del Fuego y que monitorea la actividad sísmica local y regional desde 1999 mediante una red propia de sismómetros.

V. Resultados

5. Resultados

Como resultado de la consulta de los datos disponibles se pudo contextualizar al proyecto en base a:

- Sismicidad histórica Sudamericana (1520 – 1981).
- Zonación sísmica de la República Argentina.
- Epicentros de los terremotos destructivos de la República Argentina (1692 – 2015).
- Peligrosidad sísmica actual en el área de proyecto.

5.2. Sismicidad Histórica en Sudamérica

A partir de la información compilada en el catálogo del CERESIS para el periodo comprendido entre los años 1520 y 1981 y el mapa de registros de grandes terremotos históricos de Sudamérica, no se observa actividad sísmica en la zona del proyecto o en sus proximidades (Serie SISRA – Volumen I y II - <http://www.ceresis.org/articulo.php?id=24#>).

5.3. Zonificación Sísmica de la República Argentina

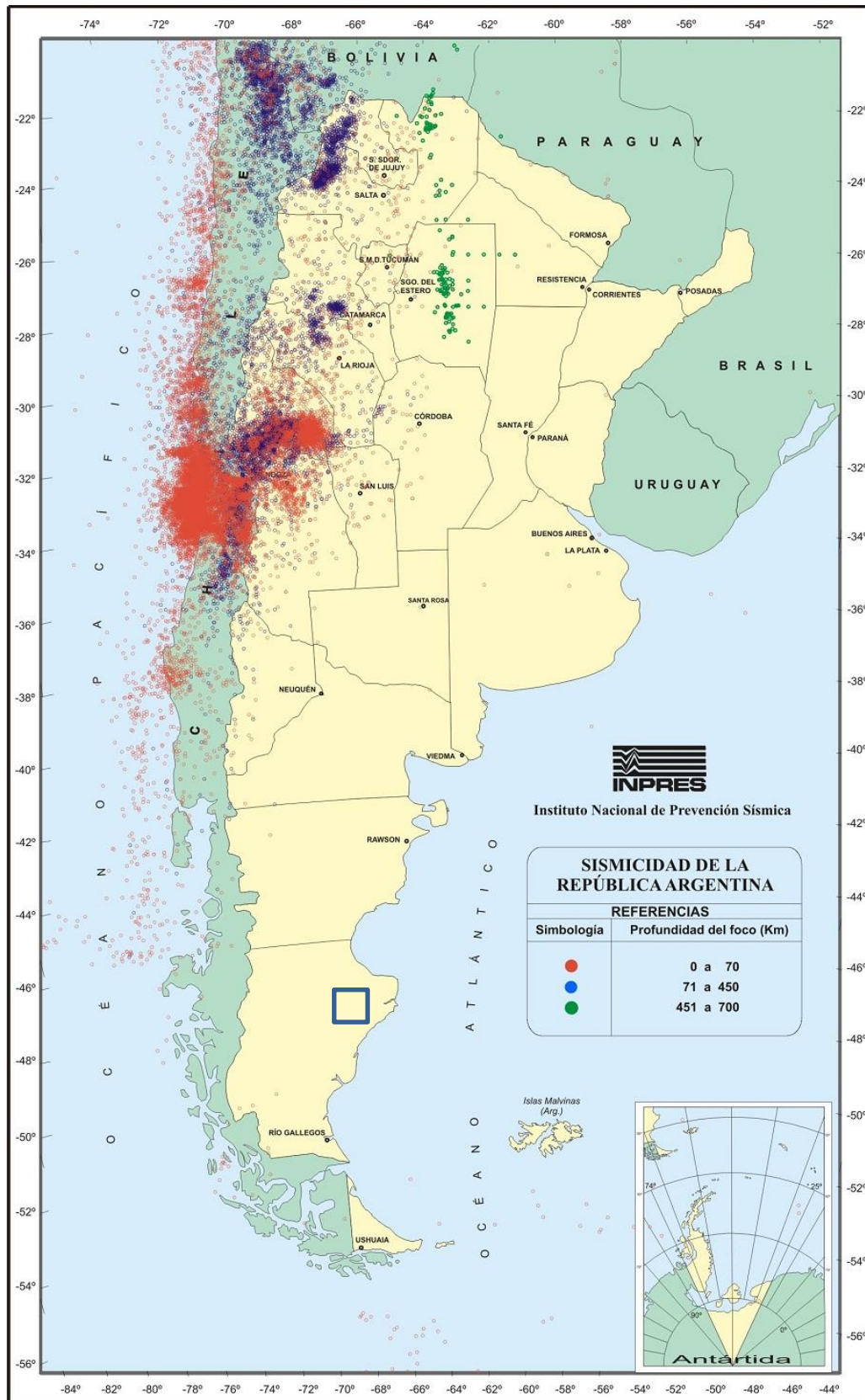
Según INPRES al representar los epicentros de los sismos registrados en la Argentina, se observa que la mayor parte de la actividad sísmica se concentra en la región centro oeste y noroeste de nuestro país. Asimismo, teniendo en cuenta la distribución y las intensidades de los mismos, se reconocen 3 grandes zonas de sismicidad:

- **Zona noroeste:** Abarca desde los 21° hasta los 28° de latitud sur, es la región de mayor actividad sísmica y peligrosidad debido a la frecuencia de ocurrencia e intensidad.
- **Zona centro-oeste:** Compreendida entre los 28° y 33,5° de latitud sur, se caracteriza por presentar gran actividad sísmica, con terremotos de gran peligrosidad e intensidad desarrollados a lo largo de las provincias de San Juan y Mendoza principalmente (años 1831 y 1944).
- **Zona sur:** Entre los 33,5° y 54° de latitud sur, comprende una zona de escasa a nula actividad sísmica.

La zona que comprende al área de Proyecto pertenece a la zona sur.

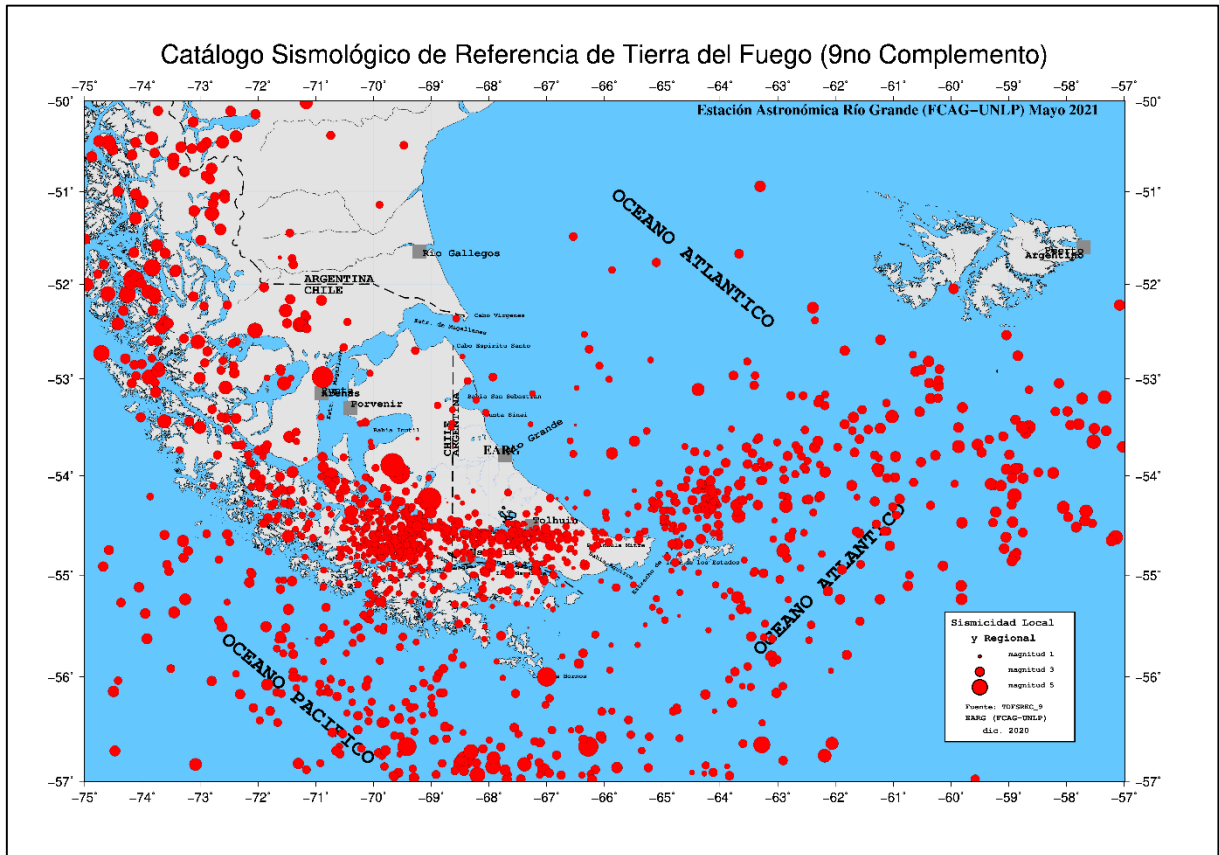
En general, la Patagonia Austral es afectada por sismos con epicentros mayormente ubicados en la República de Chile, siendo muy reducida la ocurrencia de sismos con epicentro en territorio nacional. Normalmente, estos sismos son el resultado de la interacción entre las grandes placas corticales: placas Sudamericana, placa Antártica y de Scotia (Sabbione *et al.*, 2007). Esto puede observarse claramente mediante la compilación de datos de la Estación Astronómica Río Grande (EARG), la cual monitorea la sismicidad local y regional desde 1999 mediante una red propia de sismómetros en la parte argentina de la isla Grande de Tierra del Fuego. Los sismos históricos y los eventos registrados para el periodo 1999-2020 se muestran en el Mapa 5-2.

Mapa 5-1 Mapa de Sismicidad



Fuente: INPRES. Nota: el recuadro azul representa la ubicación general del área de Proyecto.

Mapa 5-2 Datos sismológicos obtenidos de la EARG

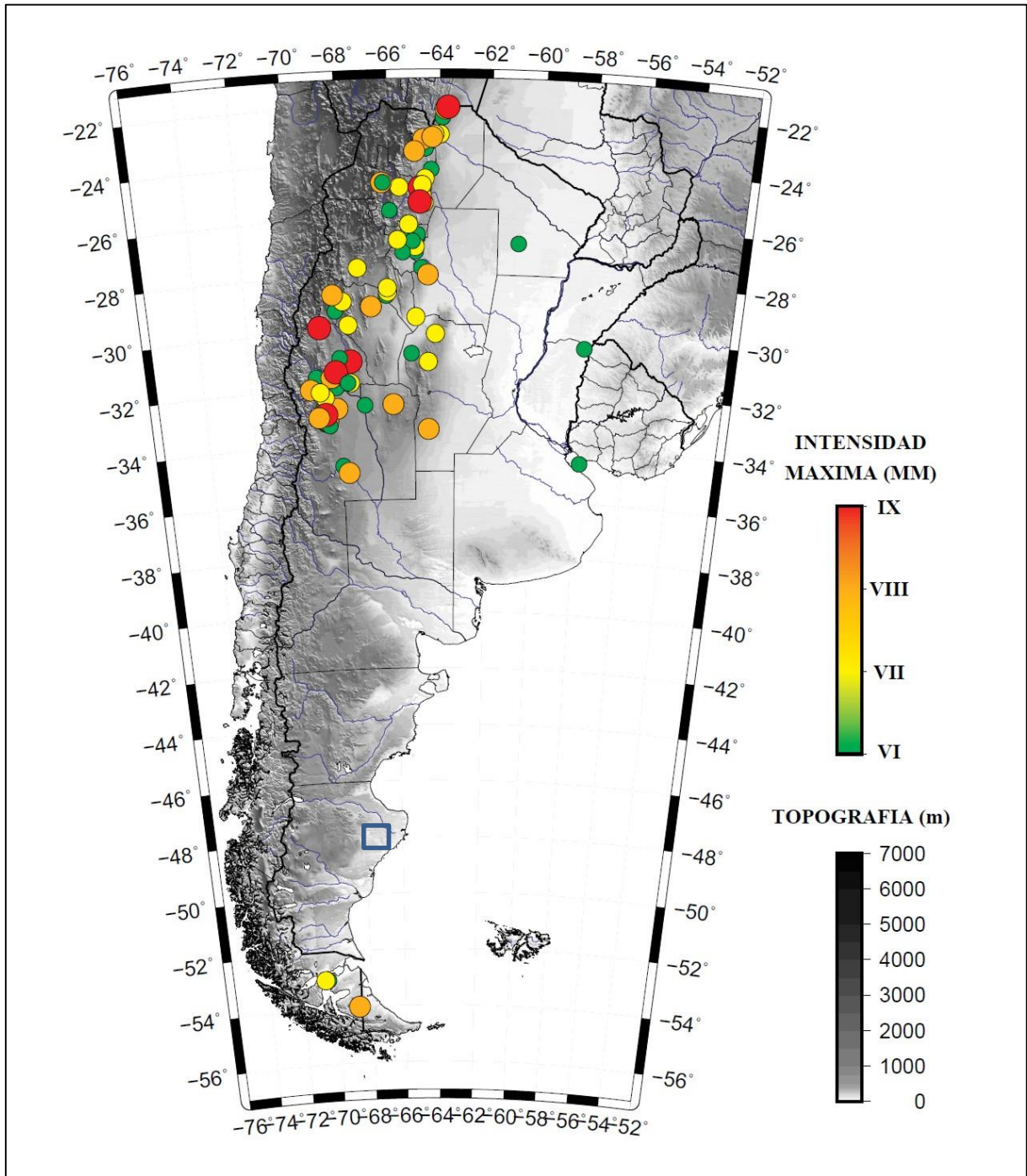


Fuente: EARG, Sabione *et al.*, 2007 (http://earg.fcaglp.unlp.edu.ar/sismologia/figuras/sismicidad_2020.jpg)

5.4. Epicentros de los terremotos destructivos de la República Argentina (1962 – 2015)

Teniendo en cuenta el registro de los terremotos históricos en la base de datos del INPRES ocurridos en la Argentina en el periodo comprendido entre los años 1692-2015, ninguno ocurrió en la provincia de Santa Cruz ni en las provincias limítrofes. A continuación, en la figura siguiente se exponen los epicentros de los terremotos destructivos en Argentina (1692 - 2015) con su intensidad según la escala de Mercalli Modificada (MM).

Mapa 5-3 Epicentro de los terremotos destructivos en Argentina (1692 - 2015)

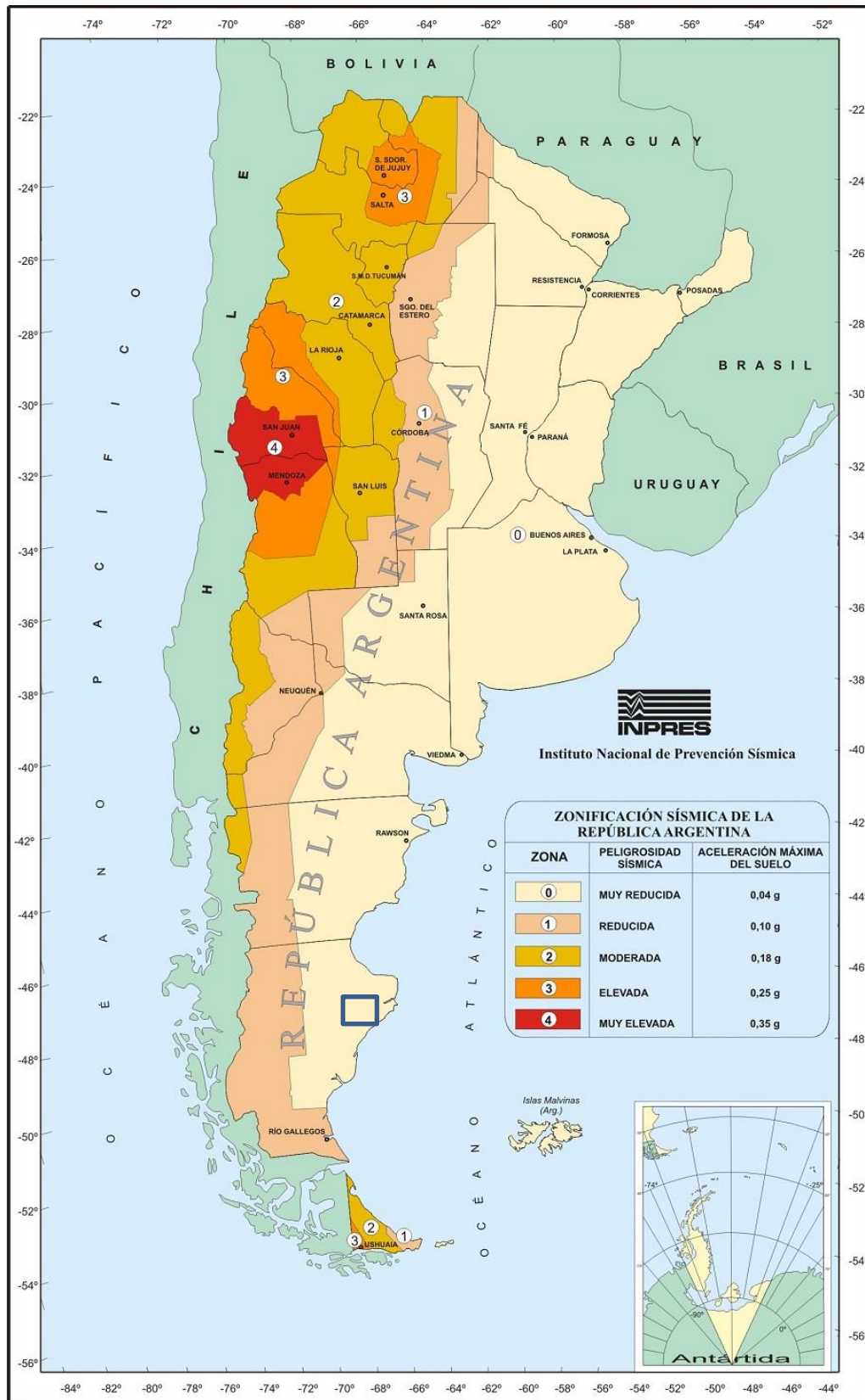


Fuente: INPRES (<http://contenidos.inpres.gob.ar/sismologia/linkppal>). Nota: el recuadro azul representa la ubicación general del área de Proyecto.

5.5. Peligrosidad Sísmica actual en el área de Proyecto

El territorio nacional se divide en cinco zonas de acuerdo con la peligrosidad sísmica existente en cada región de 0 a 4 con nivel ascendente de peligrosidad, siendo muy reducida a muy elevada respectivamente. En la figura siguiente, se indica el nivel de peligrosidad asignado a cada zona sísmica de la República Argentina establecido por el INPRES.

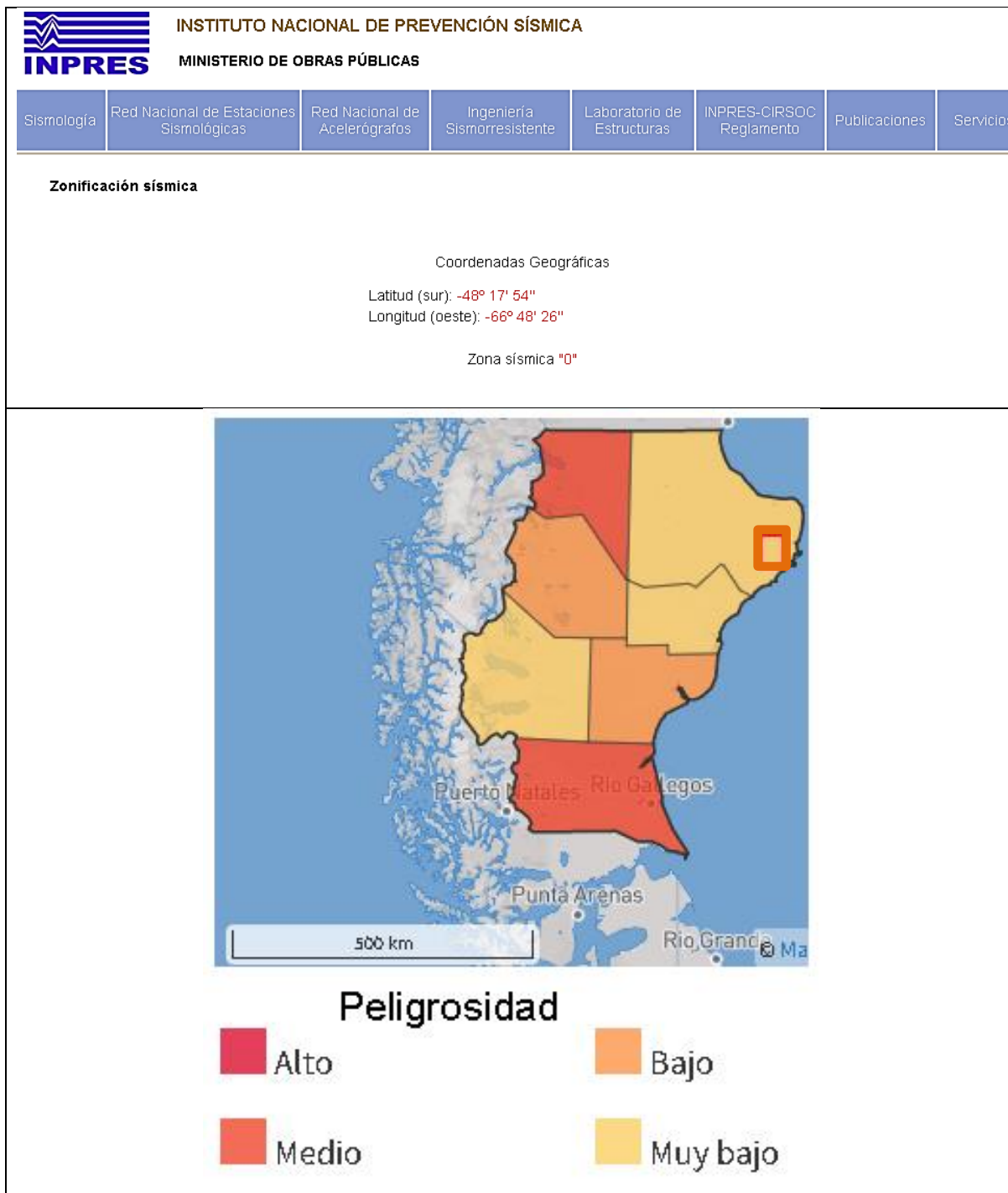
Mapa 5-4 Zonificación Sísmica de la República Argentina



Fuente: INPRES (<http://contenidos.inpres.gob.ar/acelerografos/Reglamentos#Zonificaci%C3%B3n%20S%C3%ADsmica>). Nota: el recuadro azul representa la ubicación general del área de Proyecto.

Para definir a que zona sísmica pertenece el área de Proyecto, se tomaron las coordenadas centrales aproximadas del área del futuro *Pit* Naty Y 2662798 ; X 4648224 (GK/CAI 69) y se introdujeron en el calculador de zona sísmica según coordenadas que ofrece la página web del INPRES, dando como resultado una Zona Sísmica 0 (Mapa 5-5). Con base en ello, tanto el proyecto Naty como a la Mina Cerro Moro se le asigna una peligrosidad sísmica muy reducida, de magnitud cero, siendo muy poco probable de que las actividades y/o infraestructura proyectada sea afectada con daños significativos a partir de la ocurrencia. de un fenómeno sísmico.

Mapa 5-5 Zonificación sísmica para el Proyecto Naty según INPRES.



Fuente: INPRES (<http://contenidos.inpres.gob.ar/zonas>), en rojo se enmarca el área de estudio. Nota: recuadro en marrón representa ubicación del área de Proyecto.

VI. Conclusiones

El proyecto Naty se ubica en el Macizo del Deseado, en Zona sísmica 0 según mapa de zonificación sísmica del Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES), lo que implica peligrosidad muy reducida.

El análisis de la sismicidad basada en catálogos históricos e instrumentales, da cuenta de la no ocurrencia de sismos corticales en la zona. La mayoría de los epicentros se desarrollan tanto el oeste como hacia el sur, ubicados mayormente en la República de Chile a raíz de la interacción de las placas corticales, esto queda en evidencia mediante la base de datos de la Estación Astronómica de Río Grande ubicada en la provincia limítrofe Tierra del Fuego.

VII. Bibliografía

Centro Regional de Sismología de Sudamérica (<http://www.ceresis.org/>).

Estación Astronómica Río Grande (<http://earg.fcaglp.unlp.edu.ar/sismologia/>)

Instituto Nacional de Prevención Sísmica (<https://www.inpres.gob.ar>).

Leanza, A.F., 1958. Geología Regional. En: La Argentina, Suma de Geografía, Tomo I, Capítulo III:217-349, Editorial Peuser, Buenos Aires.

Ramos, V. A., 1999. Las provincias geológicas del territorio argentino. Instituto de Geología y Recursos Minerales. Geología Argentina, anales 29 (3): 41-96, Buenos Aires.

Sabbione, N.C., Connon, G.C., Hormaechea, J.L., Buffoni, C. (2007). Tierra del Fuego Reference Standard Earthquake Catalogue. Congreso Internacional sobre Geología y Geofísica del Hemisferio Sur GEOSUR, 18-20 de noviembre de 2007, Santiago, Chile. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/118869>.