



SITIOS INTERÉS GEOLOGICO

de la República Argentina

SIERRA GRANDE

*La mina de hierro
subterránea más grande de
Latinoamérica*

Juan Carlos M. Zanettini¹

Sitios de Interés Geológico de la República Argentina

EDITOR

Comisión Sitios de Interés Geológico de la República Argentina (CSIGA):
Gabriela Anselmi, Alberto Ardolino, Alicia Echevarría, Mariela Etcheverría, Mario Franchi,
Silvia Lagorio, Hebe Lema, Fernando Miranda y Claudia Negro

COORDINACIÓN

Alberto Ardolino y Hebe Lema

DISEÑO EDITORIAL

Daniel Rastelli

Referencia bibliográfica

Sitios de Interés Geológico de la República Argentina. CSIGA (Ed.) Instituto
de Geología y Recursos Minerales. Servicio Geológico Minero Argentino,
Anales 46, II, 461 págs., Buenos Aires. 2008.

ISSN 0328-2325

Es propiedad del SEGEMAR • Prohibida su reproducción
Publicado con la colaboración de la Fundación Empremin



INSTITUTO DE
GEOLOGÍA Y
RECURSOS
MINERALES

Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)
Edificio 14 - 1650 - San Martín - Buenos Aires
República Argentina



Av. General Paz 5445 (Colectora provincia)
Edificio 25 - 1650 - San Martín - Buenos Aires
República Argentina

www.segemar.gov.ar | comunicacion@segemar.gov.ar | csiga@segemar.gov.ar

BUENOS AIRES - 2008

Juan Carlos M. Zanettini¹

■ RESUMEN

En la provincia de Río Negro se encuentran los depósitos ferríferos que permitieron la apertura de la mina de hierro subterránea más grande de Latinoamérica, la cual fue baluarte del desarrollo siderúrgico argentino. Estos depósitos se localizan pocos kilómetros al norte y al sur de la localidad de Sierra Grande. En ellos se reconocen dos horizontes ferríferos constituidos por capas de rocas sedimentarias ricas en mineral de hierro acompañadas por otras rocas ferruginosas. El horizonte inferior contiene los yacimientos Rosales, Norte y Sur, en tanto que el horizonte superior tiene su mejor desarrollo en el yacimiento Este. El yacimiento Sur fue explotado desde 1970 hasta 1991. El complejo minero, hoy en reactivación, comprende el depósito mineral, las instalaciones para la concentración de la mena, la planta de pelletización y el puerto mineralero. Durante su vida útil produjo 13.000.000 toneladas de mineral y 6.407.981 toneladas de pellets.

Desde el punto de vista turístico, en la comarca se destacan el primitivo asentamiento de Sierra Vieja, la reserva faunística de Isla de los Pájaros e Islote Lobos, el área protegida de Puerto Lobos y varios balnearios en el litoral atlántico.

■ ABSTRACT

Iron ore deposits in Río Negro province are host to the largest subsurface iron mine in Latin America. These deposits, located only a few kilometers north and south of the city of Sierra Grande, were the principal foundation of the Argentine iron and steel industry. There are two recognized sedimentary iron-ore horizons accompanied by others ferruginous rocks. The lower horizon contains the Rosales, Norte and Sur deposits, while the upper horizon has its best development in the Este deposit. The Sur ore deposit was exploited between 1970 and 1991. The mining complex, being reopened today, includes the ore deposit, the concentration and pelletization plants and the mining port. During its working life, the mine produced 13,000,000 tons of mineral and 6,407,981 tons of pellets.

Prominent among other tourist attractions in the region are the old Sierra Vieja mining town (abandoned today), the Isla de los Pájaros and Islote Lobos animal life reserve, the Puerto Lobos protected area and several beaches on the Atlantic coast.

INTRODUCCIÓN

En el departamento San Antonio de la provincia de Río Negro - a una altura media de 280 metros sobre el nivel del mar - está situada la localidad de Sierra Grande, en el kilómetro 1.250 de la ruta nacional 3 (Figura 1).

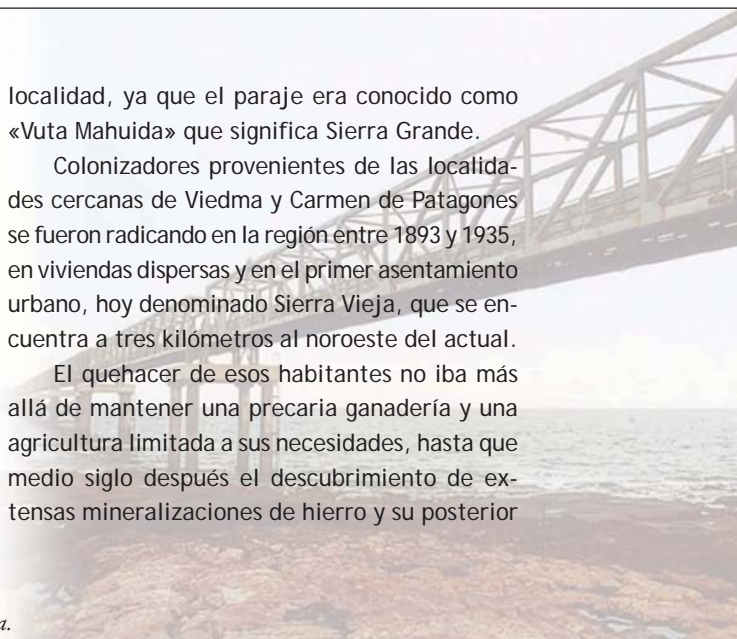
La planicie suavemente ondulada que la circunda, interrumpida por elevaciones de 50 a 200 metros de altura (Fotografía 1), fue asiento de comunidades aborígenes que vivían de la caza de guanacos y avestruces y del cultivo de algunos cereales. A ellas se debe el nombre de la

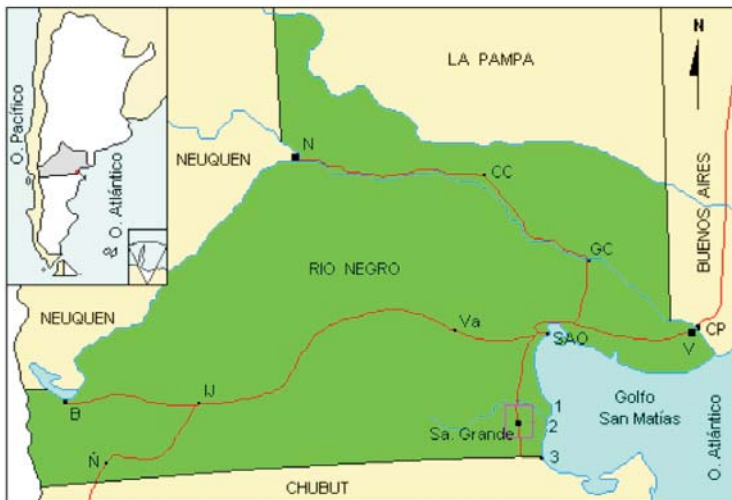
localidad, ya que el paraje era conocido como «Vuta Mahuida» que significa Sierra Grande.

Colonizadores provenientes de las localidades cercanas de Viedma y Carmen de Patagones se fueron radicando en la región entre 1893 y 1935, en viviendas dispersas y en el primer asentamiento urbano, hoy denominado Sierra Vieja, que se encuentra a tres kilómetros al noroeste del actual.

El quehacer de esos habitantes no iba más allá de mantener una precaria ganadería y una agricultura limitada a sus necesidades, hasta que medio siglo después el descubrimiento de extensas mineralizaciones de hierro y su posterior

1. Servicio Geológico Minero Argentino, Delegación Mendoza.





REFERENCIAS: 1 Reserva Isla de los Pájaros - 2 Playas Doradas - 3 Puerto Lobos - B Bariloche - CC Choele Choele - CP Carmen de Patagones - GC General Conesa - IJ Ingeniero Jacobacci - N Neuquén - Ñ Ñorquino - SAO San Antonio Oeste - V Viedma - Va Valcheta

Figura 1. Ubicación del sitio de interés geológico Sierra Grande y accesos.

explotación, intensificó el desarrollo y la prosperidad de la comarca por la importancia que adquirieron los yacimientos para la industria siderúrgica argentina.

El pueblo llegó a convertirse en una ciudad de 14.000 habitantes, pero el cierre del complejo ferrominero de HIPASAM en 1991 ocasionó que quedara reducido a 6.000 personas en el año 2002. Con la privatización de dicho complejo a fines de 2004 y su puesta nuevamente en explotación en febrero de 2005, la zona seguramente retomará su importancia para la provincia de Río Negro y para la Nación.

ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y MINEROS REALIZADOS

Desde el punto de vista regional la comarca fue estudiada en 1964 y 1998 por el Servicio



Fotografía 1. Vista de la comarca de Sierra Grande (tomada de Guillermo Benitez, www.sierragrande.tripod.com.ar).

Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) describiéndose, con menor o mayor detalle, los distintos aspectos geológicos de las unidades aflorantes en una amplia región, dentro de la cual se encuentra la de nuestro interés.

La mineralización de hierro fue descubierta en 1945 por el señor Manuel R. Novillo en el yacimiento Sur. Años después, en 1948, el señor Lorenzo Rosales localizó las manifestaciones del yacimiento Rosales.

Dada la importancia que para la industria siderúrgica nacional implicaban estos hallazgos, entre 1949 y 1960 el área con afloramientos ferríferos fue motivo de varios estudios geológicos de carácter general y detallado por parte de la Dirección Nacional de Geología y Minería (hoy SEGEMAR), la Dirección General de Fabricaciones Militares y el Banco de Crédito Industrial Argentino, efectuándose localmente prospección geofísica magnetométrica y exploración mediante excavaciones en superficie y perforaciones para conocimiento del subsuelo.

Conformada la empresa estatal Minera Siderúrgica Patagónica Sierra Grande S.A. (MISIPA S.G.S.A.), desde 1961 hasta 1963 tuvo a su cargo la exploración de los yacimientos, contratando a la empresa alemana DEMAG A.G. para efectuar el estudio geológico y estructural detallado y la evaluación económica de los yacimientos Norte, Sur y Este.

En 1969 se constituyó la empresa estatal Hierro Patagónico S.A.M. (HIPASAM), la cual desde ese año y hasta 1991 realizó la explotación del complejo ferrominero y los trabajos de exploración detallada necesarios.

Al decidirse el cierre de esta empresa en 1992, el complejo fue transferido a la provincia de Río Negro y administrado y mantenido por la empresa provincial Hierro Patagónico Rionegrino S.A. (HIPARSA) hasta su adjudicación a la Compañía Minera Sierra Grande S.A. (A Grade Trading Argentina) a fines de 2004.

LAS ROCAS DE LA REGIÓN

En la figura 2 se puede observar la distribución de las principales unidades geológicas en la comarca de Sierra Grande.

Las rocas más antiguas se conocen como Ectinitas El Jagüelito y contienen restos fósiles que permiten asignarle edad paleozoica inferior, mayor que 495 Ma (millones de años).

En el Silúrico medio (428 - 423 Ma) y hasta el Devónico inferior (423 - 391 Ma), la comarca

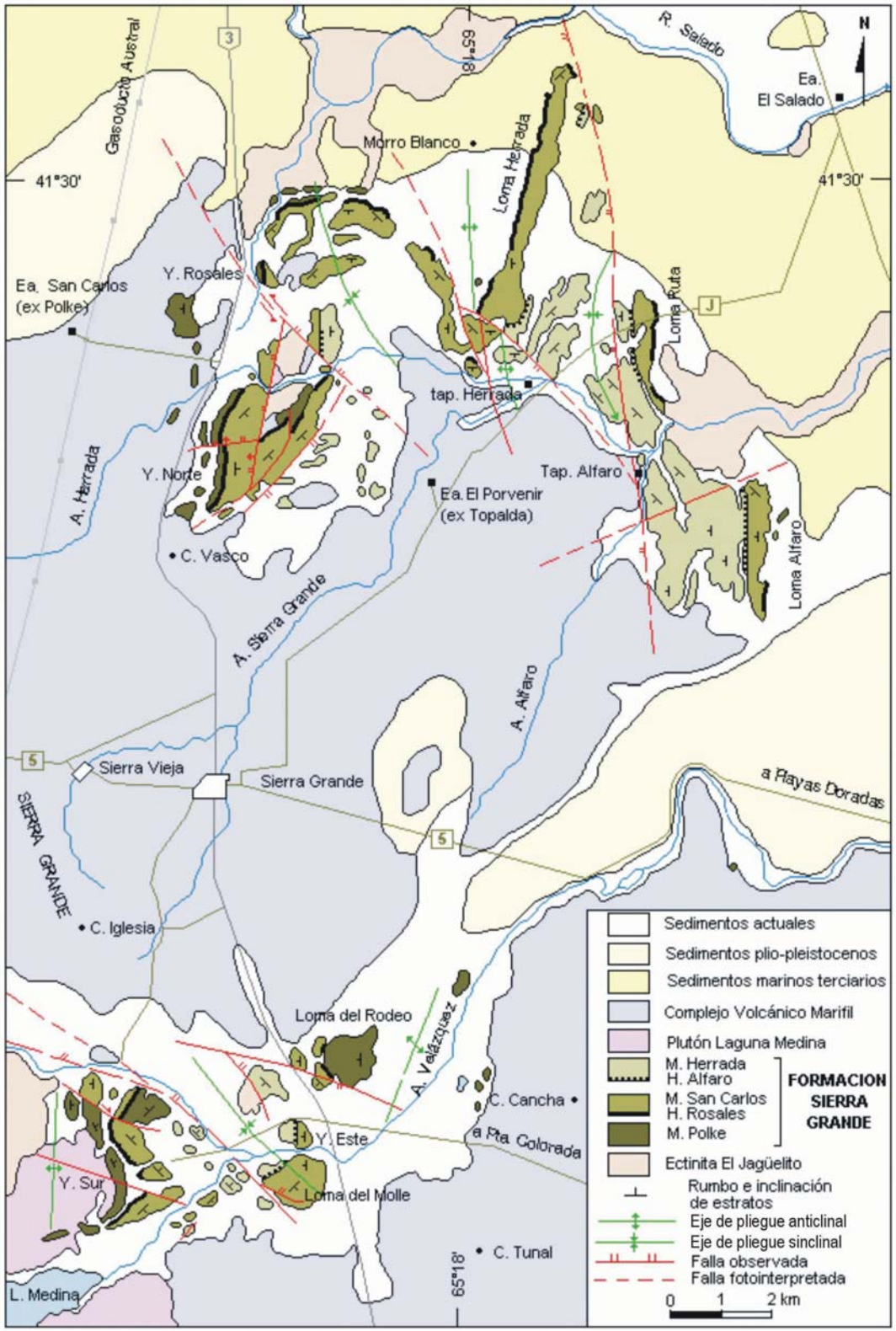


Figura 2. Geología del área de Sierra Grande (tomado de Busteros y otros autores, 1998 y Zanettini, 1999).

estuvo ocupada por un mar en el que se depositaron los sedimentos y las capas ferríferas de la Formación Sierra Grande.

También afloran rocas graníticas de distintas edades, algunas más antiguas (del Ordovícico) que la Formación Sierra Grande y otras más jóvenes (del Pérmico). Estas últimas forman un

cuerpo que se conoce como Plutón Laguna Medina. El calor emitido por este cuerpo mientras se enfriaba provocó cambios en los minerales y rocas de la Formación Sierra Grande.

En el Jurásico inferior a medio (205 - 159 Ma), la región fue escenario de una intensa actividad volcánica, cuyas lavas y rocas asociadas

cubrieron a las rocas más antiguas. Este conjunto de rocas volcánicas se denomina Complejo Volcánico Marifil.

Sobrevino luego un período de estabilidad que fue interrumpido a fines del Cretácico (71 - 65 Ma). A partir de ese momento y hasta el Plioceno inferior (7 - 3 Ma) el continente sufrió ascensos y descensos, que determinaron que el área estuviera emergida y ocupada por el mar en forma alternada. Durante todo ese tiempo se depositaron capas de sedimentos principalmente marinos, que configuraron distintas unidades geológicas de edad terciaria.

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

El complejo minero

La mineralización de hierro que hizo conocer a Sierra Grande en todo el país constituye parte de una sucesión sedimentaria denominada Formación Sierra Grande, individualizándose cuatro áreas de interés económico conocidas como los yacimientos Rosales, Norte, Este y Sur. Los dos primeros se hallan situados entre 5 y 11,5 kilómetros al norte y los dos últimos a 8 kilómetros hacia el sur de la localidad de Sierra Grande, desde donde se accede por la ruta nacional 3 y caminos secundarios (Figura 2).

A través de los estudios de superficie y de muestras de rocas obtenidas mediante perforaciones de exploración, se han determinado un total de 265.823.000 toneladas de reservas minerales, de las cuales 214.000.000 toneladas corresponden al yacimiento Sur. En este yacimiento el contenido medio de hierro recuperable de la roca (ley mineral) varía entre 54,36 % y 59,40 %.



Fotografía 2. Entrada al yacimiento Sur, con la imagen de Santa Bárbara sobre ella (tomada de Guillermo Benítez, www.sierragrande.tripod.com.ar).

El yacimiento Sur, la mina de hierro subterránea más grande de Latinoamérica, fue el único que entró en explotación. Se construyeron más de 65.000 metros de galerías distribuidas en niveles principales cada 70 metros y subniveles cada 23 metros, medidos en sentido vertical, y un pozo principal (pique central) para evacuar el mineral por medio de un elevador. Los niveles principales se conectan a un plano inclinado, desarrollado en espiral hasta una profundidad de 432 metros, el cual permite el ingreso y egreso de vehículos de transporte y de carga desde y hacia la superficie (Fotografía 2).

El complejo minero incluye una planta de molienda gruesa en el interior de la mina, a 290 metros de profundidad, donde se trituraban los bloques de mineral, extraídos mediante voladuras, para disminuir su tamaño y facilitar su transporte a la superficie. Ya en ésta, el material formado por mineral de hierro y roca estéril (sin mineral), ingresaba a la planta de preconcentración magnética en la que se realizaba una primera separación de ambos componentes, desechándose el estéril y pasando el mineral de hierro a la planta de concentración. En dicha planta, la mena (material de un depósito mineral que puede ser recuperado con un provecho económico) era sometida a una molienda fina, luego a una nueva concentración magnética para eliminar los pequeños restos de roca estéril y, finalmente, a un proceso de flotación en el que se separaba el contenido de fósforo y otras impurezas. Se obtenía así un concentrado con ley de 64% a 68% de hierro que, mezclado con agua, pasaba por una planta de bombeo que permitía su transporte, por un ferroaducto de 32 kilómetros de longitud, hasta la planta de pelletización situada en punta Colorada, sobre la costa atlántica, donde además se encuentra el puerto mineralero (Fotografías 3, 4 y 5). En este puerto se embarcaban los pellets con destino a los hornos de la desaparecida Sociedad Mixta Siderúrgica Argentina (SOMISA), situada en San Nicolás de los Arroyos (provincia de Buenos Aires).

Las instalaciones fueron previstas para obtener anualmente 3.000.000 toneladas de mineral y 2.000.000 toneladas de pellets -el pellet es una pequeña bola de mineral de hierro ligado con arcilla, la cual es fundida para endurecerla-.

Entre 1972 y 1991 el depósito produjo alrededor de 13.000.000 toneladas de mineral y se lograron 6.407.981 toneladas de pellets.

En sus últimos años de operaciones HIPASAM buscó diversificar su producción mi-

nera. El elevado contenido de fósforo (1,43 %) de la mena de hierro llevó a considerar la obtención de ese elemento como subproducto, concretándose por tal motivo, la instalación de una planta experimental que funcionó desde 1988 para ensayar su producción. Así se logró un concentrado con 16% de fósforo a partir de los residuos de la concentración de hierro. Desde el concentrado de fósforo se obtuvo fósforo elemental, o blanco, y fosfato tricálcico, utilizable el primero en las industrias química y bélica y el segundo como fertilizante (Zanettini, 1993).

La existencia de esa planta experimental dio pie a que, con la misma finalidad, la Dirección General de Fabricaciones Militares financiara el estudio de tierras raras (lantánidos) e itrio en los horizontes ferríferos, teniendo en cuenta que suelen estar presentes en los minerales de fósforo. La investigación confirmó la presencia de esos elementos en los horizontes e indicó su contenido en el concentrado de fósforo a razón de 2,182 kilogramos por tonelada de óxidos de lantánidos + itrio. Estos elementos son también importantes por sus diversos usos industriales (Zanettini, 1993).

La Formación Sierra Grande

La unidad rocosa denominada Formación Sierra Grande, con presencia de mantos de mineral de hierro, se manifiesta en dos áreas localizadas al norte y al sur de la población de la cual deriva



Fotografía 3. Vista aérea de la planta de pelletización y del embarcadero en punta Colorada (tomada de Guillermo Benitez, www.sierragrande.tripod.com.ar).



Fotografía 4. Embarcadero en punta Colorada (tomada de Guillermo Benitez, www.sierragrande.tripod.com.ar).



Fotografía 5. Tareas de carga en el embarcadero (tomada de Guillermo Benitez, www.sierragrande.tripod.com.ar).

su nombre (Figura 2). Otros afloramientos están ubicados al este de Sierra Grande, cerca de la costa atlántica, y más al norte, en Nahuel Niyeu, a unos 40 kilómetros al oeste de Valcheta (Figura 1), aunque aquí no contienen mineralización ferrífera.

Las particularidades y las relaciones mutuas de las rocas que componen la Formación han permitido diferenciar en ella tres subunidades o Miembros, denominados Polke (el inferior o más antiguo), San Carlos (medio) y Herrada (superior).

La Formación se caracteriza por la abundancia de areniscas y otras rocas sedimentarias de grano más fino, y por contener los mantos de mineral de hierro.

Las capas de mineral de hierro, llamadas ferrilitas por su elevado contenido de ese elemento (mayor al 15%), son de color pardo oscuro. Se desarrollan exclusivamente en la parte inferior de los Miembros San Carlos y Herrada y se asocian con otras rocas sedimentarias ferruginosas (tienen entre 4% y 15% de hierro), constituyendo en conjunto los horizontes ferríferos.

Las características de los sedimentos y su fauna fósil de invertebrados marinos permiten deducir que se depositaron en un ambiente marino abierto y de profundidad menor que 200 metros.

Los restos fósiles, por otro lado, determinan también la edad de esos sedimentos, que se acumularon entre el Silúrico medio y el Devónico inferior (428 a 412 millones de años).

En la figura 2 puede verse que la Formación se halla plegada. Los pliegues tienen rumbo general noroeste, afectados por fallas de rum-

bo noroeste y otras transversales de orientación este-oeste.

LOS HORIZONTES FERRÍFEROS

El área donde se encuentra mineral de hierro se extiende de norte a sur entre el arroyo Salado y la laguna Medina, y de este a oeste entre la loma Alfaro y el gasoducto Austral. Existen dos grupos de afloramientos, uno al norte de la localidad de Sierra Grande y otro al sur (Figura 2). Entre ambos agrupamientos se encuentran las rocas volcánicas del Complejo Volcánico Marifil y es probable que por debajo se encuentre la Formación Sierra Grande con capas ferríferas, pero las vulcanitas interfieren en los estudios geofísicos que permiten reconocer las características del subsuelo.

El estudio de detalle realizado por DEMAG (1963) determinó que existen dos cuerpos u horizontes con capas de ferrilitas, los cuales fueron denominados Rosales y Alfaro por Zanettini en 1981.

De acuerdo a éste y otros estudios realizados por Valvano (1949 y 1954), Spalletti y otros autores (1991) y Zanettini (1993 y 1999), las características de ambos horizontes son las siguientes.

Horizonte Rosales

El Horizonte Rosales se ubica en la base del Miembro San Carlos y está presente tanto en los afloramientos septentrionales como en los meridionales. Sus sectores más ricos en hierro constituyen los yacimientos Rosales, Norte y Sur, habiendo sido económicamente explotado en este último (Figuras 2 y 3).

Está compuesto por capas ferríferas, o ferrilitas, asociadas con intercalaciones de areniscas, otras rocas ferruginosas de grano fino (pelitas) y en menor proporción cuarcitas (areniscas ricas en cuarzo).

En los afloramientos septentrionales posee espesores variables entre 16 y 37 metros y contiene de una a cinco capas de ferrilitas, cuyas potencias varían entre 0,10 y 12 metros. En el yacimiento Norte, en una extensión de 2.550 metros, los espesores promedio explotables varían de 4,80 a 7,10 metros.

En los afloramientos meridionales el Horizonte varía de 1 a 15 metros de espesor y contiene de uno a cinco capas mineralizadas, con potencias variables entre 0,20 y 7,50 metros. En

el yacimiento Sur, en una extensión de unos 4.000 metros, los espesores explotados fueron de 5 metros en el extremo norte, 11 metros en la parte central y 2,50 metros en el sector austral. Al este del yacimiento citado, el Horizonte fue localizado en el subsuelo, a 760 metros de profundidad, con 12 metros de potencia.

Las características originales de estos sedimentos ferríferos se han preservado en los yacimientos Rosales y Norte y en las demás manifestaciones de los afloramientos septentrionales. Allí las ferrillitas son de grano fino y color gris oscuro a pardo oscuro y rojizo. Están constituidas por peloides sostenidos o cementados por otros minerales y en algunos sitios contienen pequeñas esferas o nódulos de mineral de fósforo.

Los peloides son pequeños cuerpos esféricos o elipsoidales que pueden tener hasta un milímetro de diámetro. En nuestro caso su tamaño varía entre 0,1 y 0,9 milímetros y mantienen la forma esférica a elipsoidal original. Están compuestos por un núcleo de clorita ferrífera (silicato de aluminio rico en hierro) rodeado por una delgada capa de hematita (óxido de hierro).

De manera muy reducida se observan ooides en los que alternan concéntricamente tres o cuatro láminas de clorita ferrífera-hematita (un ooide es un cuerpo esférico o elipsoidal, de hasta dos milímetros de diámetro, que se ha formado por la depositación concéntrica o radial de los minerales que lo componen).

En los afloramientos meridionales los sedimentos de la Formación Sierra Grande fueron afectados por el calor proveniente del cuerpo granítico que formó el Plutón Laguna Medina y por eso algunas de sus características difieren de las anteriores.

En el yacimiento Sur el mineral de hierro es de color gris metálico, de grano fino a grueso. Los peloides se han conservado solamente de manera parcial en los sectores norte y central del yacimiento. Las capas ferríferas están compuestas por magnetita, martita y especularita (óxidos de hierro), acompañados por clorita ferrífera y los minerales de fósforo apatita y lazulita.

Horizonte Alfaro

El Horizonte Alfaro se localiza en la base del Miembro Herrada, en la parte norte y oriental de los afloramientos septentrionales. Tiene su mejor expresión en el yacimiento Este, ubicado en el afloramiento meridional (Figuras 2 y 3).

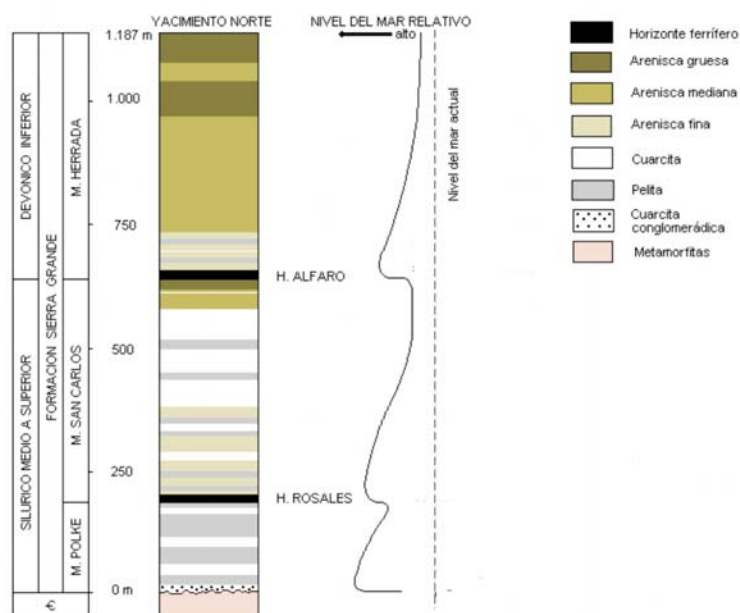


Figura 3. Columna estratigráfica del yacimiento Norte y curva relativa del nivel del mar (tomado de Zanettini, 1999).

Está constituido por ferrillitas asociadas con areniscas y otras rocas ferruginosas de grano más fino.

En los afloramientos septentrionales tiene espesores variables entre 24 y 42 metros y contiene de dos a cinco capas de ferrillitas, cuyas potencias varían entre 0,10 y 1,95 metros.

En el área meridional constituye el yacimiento Este, donde aflora a lo largo de 1.350 metros. Está formado por dos a siete capas ferríferas de 0,15 a 7,30 metros de espesor separadas por rocas ferruginosas.

El Horizonte tiene 3,40 metros en el subsuelo de loma de los Guanacos, 10,65 metros en el extremo norte del yacimiento propiamente dicho y 12,40 metros de potencia en el extremo sur del mismo, siendo el espesor explotable variable entre 2,50 y 6,60 metros.

Ha sido ubicado además en el subsuelo, al este del yacimiento Sur, con una a dos capas ferríferas separadas por rocas ferruginosas, totalizando 62 metros de espesor.

Del mismo modo que en el Horizonte Rosales, las características originales adquiridas durante la etapa de sedimentación en que se formaron están preservadas solamente en los afloramientos septentrionales, mientras que en el yacimiento Este están modificadas por su proximidad al Plutón Laguna Medina.

En la tabla 1 se indican los valores químicos promedio de los principales elementos de las ferrillitas que integran ambos horizontes, en la cuenca en general y en los yacimientos. En la tabla 2 figuran los minerales y sus porcentajes.

OXIDOS Y ELEMENTOS	HORIZONTE ROSALES				HORIZONTE ALFARO		
	CUENCA	YACIMIENTOS			CUENCA	YACIMIENTOS	
		ROSALES	NORTE	SUR		ESTE	SUR
Mayoritarios							
% Fe soluble	52.840	59.400	55.050	54.800	47.150	57.820	43.220
SiO ₂	8.360	4.050	5.990	5.950	16.720	5.660	19.840
Al ₂ O ₃	4.210	1.890	3.880	4.850	3.930	3.970	6.050
CaO	2.730	2.020	2.450	3.270	1.970	1.480	4.340
MgO	0.700	0.330	0.280	0.280	0.580	0.310	1.290
Minoritarios							
% P ₂ O ₅	2.470	2.290	2.500	3.280	1.680	2.610	2.590
MnO	0.210	0.100	0.120	0.270	0.160	0.100	0.440
S	0.240	0.320	0.330	0.440	0.240	0.380	0.850
TiO ₂	0.330	0.230	0.190	0.250	0.590	0.310	1.140

Tabla 1. Composición química promedio de las capas ferríferas de la Formación Sierra Grande (tomado de Zanettini, 1999)

MINERALES	HORIZONTE ROSALES		HOR. ALFARO
	YACIMIENTOS		YACIMIENTOS
	Rosales-Norte	Sur	
Hematita	50%		39%
Clorita ferrífera	30%	17%	23%
Magnetita	5%	21%	23%
Limonitas	10%	6%	5%
Cuarzo	5%	12%	5%
Apatita		7%	5%
Martita + Especularita		37%	

Tabla 2. Composición mineralógica promedio.

EL HIERRO, SU ORIGEN Y TRANSFORMACIONES POSTERIORES

Para comprender cómo se originaron los sedimentos ferríferos debemos considerar los siguientes aspectos: a) de dónde proviene el hierro; b) cómo llegó al lugar de sedimentación; c) qué provocó la formación de minerales ricos en hierro; d) qué cambios posteriores afectaron a estos minerales.

a) Se considera que el hierro procede de regiones continentales de escaso relieve sometidas a las condiciones de un clima cálido a templado y húmedo, que favoreció la destrucción principalmente química de materiales ricos en hierro.

Los estudios geológicos (paleomagnéticos) realizados indican que hace unos 425 millones

de años, cuando se formaron estos depósitos de hierro, el mar que cubría la comarca de Sierra Grande estaba situado en una latitud baja a intermedia e imperaba un clima subtropical a templado.

b) En esas condiciones climáticas, el agua de los ríos debió llevar elevadas cantidades de hierro en solución, lo cual explica la sedimentación de estratos ferríferos en el mar próximo a la costa.

c) Pero no basta con que se cumpla lo antes dicho. La formación de los minerales de hierro en una cuenca marina es un proceso químico que requiere también una mínima cantidad de oxígeno en el agua de mar.

El Silúrico, período geológico en que se formaron los depósitos de hierro de Sierra Grande, los de Zapla en Jujuy y otros en el mundo, habría sido un período de lenta circulación de corrientes oceánicas y de propagación de aguas marinas anaeróbicas (sin oxígeno) a disaeróbicas (escaso oxígeno), por lo cual las condiciones fueron propicias y el hierro proveniente del continente pudo ser acumulado en un mar verticalmente zonificado, cerca de la costa (Figura 4).

d) En los horizontes ferríferos se observan modificaciones de los compuestos de hierro. Los peloides de las ferrillitas, formados en un medio poco oxigenado (disaeróbico), están en el sitio de origen, pero la presencia de hematita (óxido de hierro) nos indica que han ocurrido cambios posteriores a la depositación (diagenéticos), porque este mineral es propio de un ambiente oxigenado (aeróbico).

Otra modificación fue la transformación en magnetita (óxido de hierro) del mineral original, en los yacimientos Sur y Este, debido al calor emitido por el cuerpo granítico que estaba formándose en profundidad (Plutón Laguna Medina).

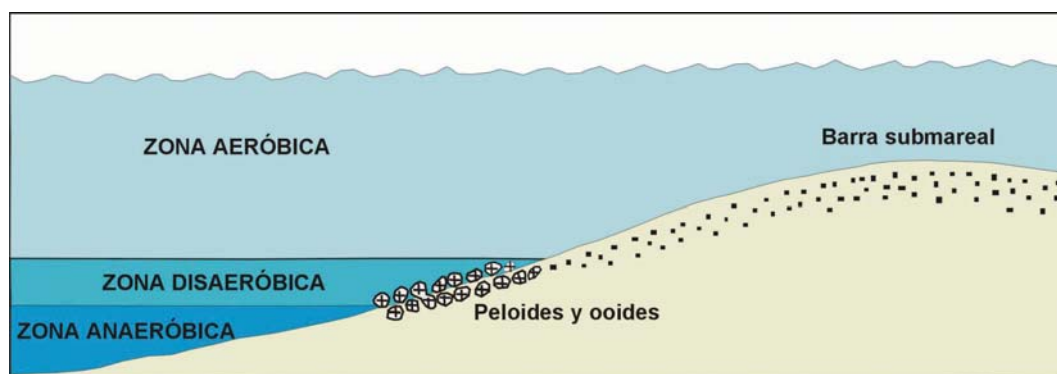


Figura 4. Esquema interpretativo de la depositación de capas ferríferas, adaptado de Cotter y Link (1993). Los peloides y ooides se formaron en la zona de transición disaeróbica, medianamente oxigenada, de un mar zonificado. Los granos de cuarzo que en pocos casos son núcleo de peloides, provendrían de la parte alta de barras submareales.

LUGARES DE INTERÉS TURÍSTICO

La clausura del complejo minero de HIPASAM, en 1991, provocó el paulatino éxodo de los habitantes de Sierra Grande en busca de fuentes de trabajo en otros sitios del país, pero algunos pobladores que trabajaron en la mina del yacimiento Sur encontraron su medio de subsistencia en la explotación turística de la misma, con la anuencia de las autoridades rionegrinas.

De este modo, hasta fines de 2003, cuando la mina se cerró por razones de seguridad y luego por su privatización, se realizaron excursiones turísticas al interior de la misma, pudiendo los visitantes recorrer parte de ella y observar cómo era el trabajo de los mineros.

Al mismo tiempo se desarrollaron otros emprendimientos turísticos que hoy persisten, y actualmente se pueden visitar, entre otros, los siguientes lugares:

Sierra Vieja

Así se denomina el antiguo y primitivo asentamiento urbano, ubicado tres kilómetros al noroeste de la actual Sierra Grande (Figura 2). Conservado como reliquia histórica, en él pueden visitarse algunas ruinas de viviendas de adobe levantadas por los primeros pobladores, la antigua oficina de correos construida totalmente con piedras del lugar y el cementerio.

En el viejo edificio de correos funciona el museo Duamn Ruca ('Casa del Recuerdo' en lengua mapuche), inaugurado en 1992. Allí se exponen boleadoras, morteros y puntas de flechas de los aborígenes, herramientas de minería, objetos y fotografías de los primeros habitantes de la región y otras que registran el desarrollo de HIPASAM, fósiles de plantas y animales y una colección de rocas y minerales del lugar (Fotografía 6).

Reserva Faunística Isla de los Pájaros e Islote Lobos

Hacia el norte de la desembocadura del arroyo Salado en el golfo San Matías, a unos 45 kilómetros de Sierra Grande, se halla esta Reserva creada por la provincia de Río Negro en 1977 (Figura 1).

Una parte de ella, conocida como Isla de los Pájaros, está integrada por islas e islotes con vegetación arbustiva que durante la bajamar quedan unidas a la costa. Pueden recorrerse en su totalidad en compañía de guardafaunas y con

la precaución de no alterar el hábitat ni destruir los nidos de las 32 especies de aves de la región que allí conviven y anidan.

Hacia el norte se encuentra el Islote Lobos, exento de vegetación, donde durante parte del año vive una colonia de lobos marinos de un pelo, siendo posible observar las costumbres y hábitos de estos animales que hasta hace poco tiempo estuvieron en peligro de extinción.

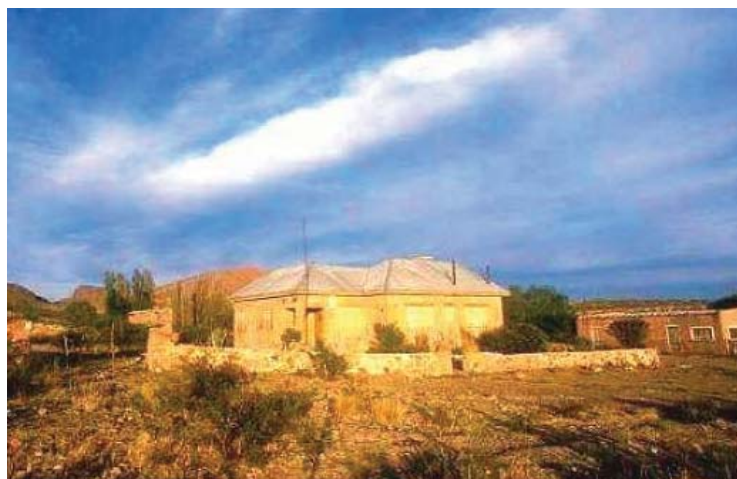
Playas Doradas

Inmediatamente hacia el sur de la desembocadura del arroyo Salado en el golfo San Matías, 32 kilómetros al este de Sierra Grande, se encuentra el balneario Playas Doradas, extensa playa de 3.000 metros de longitud y 500 metros de ancho, con suave pendiente hacia el mar, conformada por arenas blancas muy finas de cuarzo y conchillas molidas que, por sus reflejos dorados, dan nombre al lugar. En este sitio se puede practicar buceo y pesca superficial y submarina de numerosas especies de mar (Figura 1).

Hacia el sur, a lo largo de unos cinco kilómetros, se localizan otras playas más pequeñas, tales como Los Suecos, Las Casitas, Pingüinos, Punta Horno y La Gran Duna.

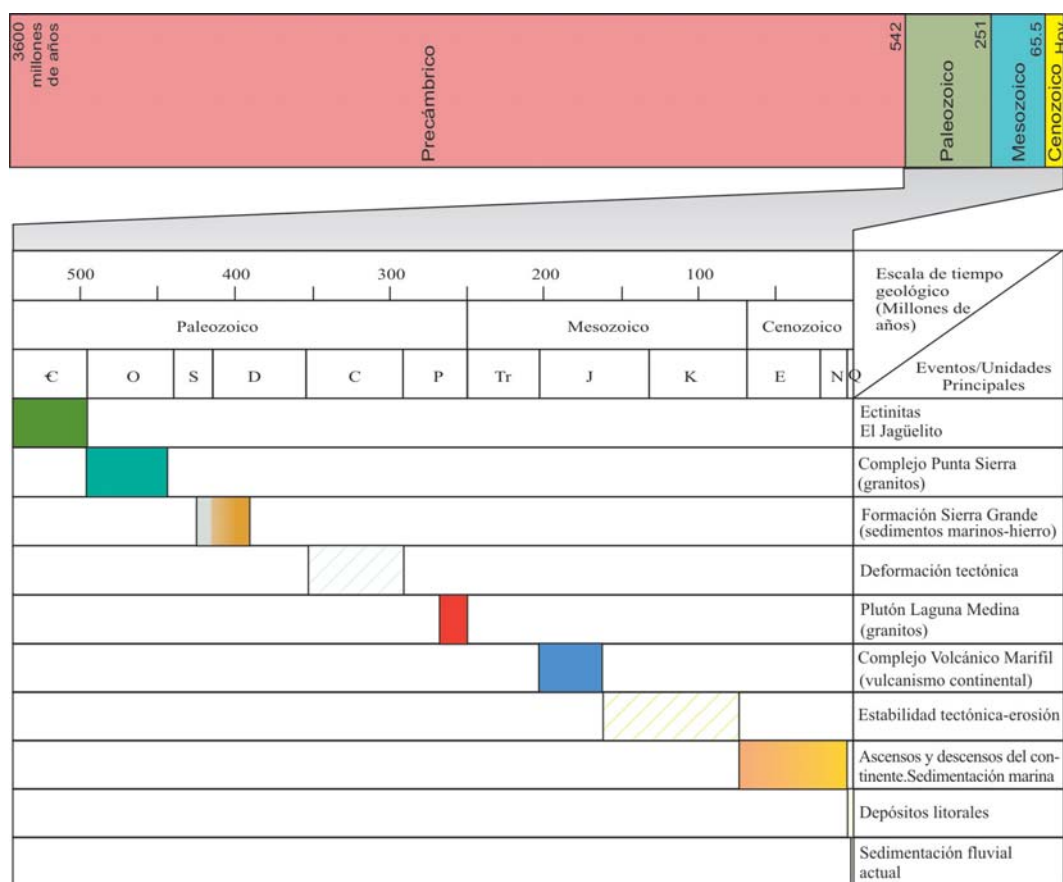
Puerto Lobos

Este sitio, declarado Área Natural Protegida por la Legislatura de la provincia de Río Negro y compartido con la provincia del Chubut, está ubicado 70 kilómetros al sur de Sierra Grande, sobre la costa atlántica. Era un antiguo embarcadero de lanas, hoy abandonado, desde el cual se pueden visualizar ballenas y lobos marinos en el mar (Figura 1).



Fotografía 6. Sierra Vieja. Edificio del antiguo correo, hoy museo histórico (tomada de César Soderó, www.grandesierra.com.ar)

UBICÁNDOSE EN EL TIEMPO



C: Cámbrico, O: Ordovícico, S: Silúrico, D: Devónico, C: Carbonífero, P: Pérmico, Tr: Triásico, J: Jurásico, K: Cretácico, E: Paleógeno, N: Neógeno y Q: Cuaternario

TRABAJOS CITADOS

Busteros, A., Giacosa, R., Lema, H. y Zubia, M., 1998. Hoja Geológica 4166-IV Sierra Grande, provincia de Río Negro. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Boletín 241, 75 págs., Buenos Aires.

Cotter, E. y Link, J.E., 1993. Deposition and diagenesis of Clinton ironstones (Silurian) in the Appalachian Foreland Basin of Pennsylvania. Geological Society of America Bulletin, 105: 911-922.

DEMAG A.G., 1963. Estudio geológico de los yacimientos Sur, Este y Norte de Sierra Grande, Río Negro, Argentina. MISIPA S.G.S.A. (traducción al español), 342 págs., inédito, Sierra Grande.

Spalletti, L.A., Cingolani, C.A. y Varela, R., 1991. Ambientes y procesos generadores de las sedimentitas portadoras de hierro en la plataforma silúrico-eodevónica de la Patagonia, República Argentina. Revista del Museo de La Plata (Nueva Serie), Sección Geología, 10: 305-318, La Plata.

Valvano, J.A., 1949. Depósitos ferríferos de Sierra Grande. Dirección General de Industria Minera, 26 págs., inédito, Buenos Aires.

Valvano, J.A., 1954. Génesis de los yacimientos de hierro de Sierra Grande. Asociación Geológica Argentina, Revista 9(4): 193-209, Buenos Aires.

Zanettini, J.C.M., 1981. La Formación Sierra Grande (provincia de Río Negro). Asociación Geológica Argentina, Revista 36(2): 160-179, Buenos Aires.

Zanettini, J.C.M., 1993. Lantánidos y otros oligoelementos en los horizontes ferríferos de la Formación Sierra Grande, provincia de Río Negro, República Argentina. Asociación Geológica Argentina, Revista 48(1): 59-70, Buenos Aires.

Zanettini, J.C.M., 1999. Los depósitos ferríferos de Sierra Grande, Río Negro. En: Zappettini E.O. (Ed.): Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 745-762, Buenos Aires.