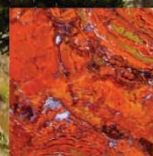
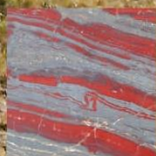
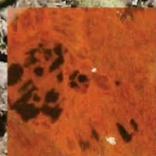
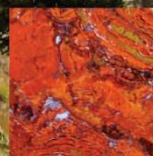




Recursos gemológicos, de lapidación y colección de la Provincia del Neuquén

Primera Parte



Cocca, Sergio; Pascua, Dania y Lucesoli, Horacio

Asesor externo: Dalponte Marcelo¹ (SEGEMAR, Delegación Viedma)

Serie de contribuciones técnicas
Recursos minerales - Boletín N° 05

Recursos gemológicos, de lapidación y colección de la Provincia del Neuquén

Primera parte

Dirección General Técnica - Lic. Horacio Lucesoli

Dirección Servicio Geológico - Lic. Dania Pascua y Sergio Cocca

Asesor externo - Lic. Marcelo Dalponte[†] (SEGEMAR, delegación Viedma)

Zapala - 2022

Gobernador

Gobernador de la provincia del Neuquén: Cr. Omar Gutiérrez

Vicegobernador

Vicegobernador de la provincia del Neuquén: Cr. Marcos Koopmann Irizar

Ministerio de Energía y Recursos Naturales

Ministro de Energía y Recursos naturales: Lic. Alejandro Monteiro

Subsecretaría de Energía, Minería e Hidrocarburos

Subsecretario de Energía, Minería e Hidrocarburos: Cr. José Gabriel López

Dirección Provincial de Minería

Director Provincial de Minería: Lic. Carlos Portilla

Sugerencia de referencia bibliográfica

Cocca (S.); Pascua (D.) y Lucesoli (H.). 2022. Recursos gemológicos, de lapidación y colección de la Provincia del Neuquén, Primera parte. Dirección Provincial de Minería, Serie de Contribuciones Técnicas: Recursos Minerales - Boletín N° 05. 161 pág. Zapala, Neuquén.

ISSN 2618-5369

Dirección Provincial de Minería

Elena de la Vega 472
(8340) Zapala | Neuquén | Argentina
Tel/Fax: 02942 – 431438
halucesoli@neuquen.gov.ar

Zapala – 2022

Contenido

Resumen.....	9
Introducción.....	9
Objetivos.....	10
Metodologías de estudio.....	10
Definiciones.....	13
Propiedades de las gemas.....	15
Tipos de talla.....	20
Corte.....	20
Desbastado.....	20
Facetado y pulido.....	20
Breve descripción de los principales depósitos neuquinos.....	25
Obsidiana. Laguna Fea y Laguna Negra (Departamentos Minas y Chos Malal).....	25
Pirofilita. Arroyo Auque (Departamento Minas).....	25
Jaspilita. Arroyo Chacay (Departamento Minas).....	26
Cuarzo Hialino. Yesera del Tromen (Departamento Pehuenches).....	27
Geodas. La Ollada y alrededores (Departamento Pehuenches).....	27
Halita. Este del cerro de la Balsa (Depto. Ñorquín).....	28
Geodas de Cuarzo amatista rosa. Loma del Medio (Depto. Pehuenches).....	28
Baritina - Celestina. Balsa Huitrín (Departamento Pehuenches).....	29
Baritina. Agua de Castro (Departamento Loncopué).....	30
Cuarzo Hialino. Cajón de Almanza (Departamento Loncopué).....	30
Cuarzo Hialino. Cerro Tres Puntas (Departamento Loncopué).....	31
Calcita. E de la Sa. de la Vaca Muerta (Departamento Picunches).....	31
Obsidiana. Portada Covunco (Departamento Picunches).....	32
Jaspe. Cerro Bandera (Departamento Zapala).....	33
Ágatas, Calcedonias y Jaspes. R.P. N° 17 (Deptos. Confluencia y Picún Leufú).....	33
Obsidiana. Cerro Cochicó - Arroyo Cochicó Grande (Departamento Aluminé).....	34
Cuarzo con turmalina. Paraje Llao Llao (Departamento Catán Lil).....	34
Geodas de Cuarzo, Calcita y Celestina. Pje. El Chenque (Departamento Zapala).....	35
Geodas de Cuarzo rosado. Villa Puente Picún Leufú (Departamento Catán Lil).....	36
Sulfuros de cobre, Baritina, Cuarzo. SE del Co. Carrizo (Depto. Picún Leufú).....	36
Jaspe. Cerro y Arroyo Quinsicunoco (Departamento Catán Lil).....	37
Cuarzo, Calcedonia, Jaspe. Pampa Curaco (Departamento Catán Lil).....	38
Jaspes, Calcedonias y Ópalos. Ea. El Yunkón (Departamento Collón Cura).....	38
Variedades de la sílice de interés gemológico.....	42
Variedades macrocristalinas.....	42
Cuarzos.....	42
Cuarzo hialino. Paraje Vega de la Veranada - Yesera del Tromen.....	44
Variedades microcristalinas.....	49
Calcedonias y Jaspes.....	50
Jaspes y Calcedonias, Ruta 17, tramo norte.....	51
Jaspes. Cerro Bandera.....	55
Jaspes y Rodados silíceos. Ruta 17, tramo Sur.....	59
Jaspes, Calcedonias y Ágatas. Paso Aguerre.....	63
Jaspes, Calcedonias y Ágatas. Paraje La Pileta.....	67
Jaspes, Calcedonias y Cuarzo. Pampa Curaco.....	72
Ágatas.....	75
Ágatas. Paraje La Ollada.....	77

Jaspes, Calcedonias, Cuarzos y Ópalos. Estancia El Yunkón	84
Geodas	90
Geodas. Paraje Loma del Medio	90
Geodas de Cuarzo y Celestina. Paraje El Chenque.....	95
Jaspilita	98
Jaspilita. Paraje Arroyo Chacay	98
Variedades amorfas	103
Obsidianas	103
Obsidiana. Parajes Laguna Fea y Laguna Negra	105
Obsidiana, paraje Costa Tilhué. Departamento Pehuénches	110
Obsidiana. Paraje Cerro Cochicó - Arroyo Cochicó Grande.....	114
Obsidiana. Paraje Portada Covunco.....	118
Ópalos.....	121
Ópalo. Co. La Bandera (Departamento Picunches)	124
Pruebas y Ensayos realizados al material colectado	130
Corte.....	130
Pulido	131
Rolado o Tamboreado	131
Usos.....	133
Comercialización (histórica o actual)	133
Aspectos Legales	143
Conclusiones	143
Agradecimientos	144
Bibliografía	145

A la memoria del Lic. Marcelo Dalponte

Que la tierra vaya haciendo camino ante tus pasos.

Que el viento siempre sople a tú espalda.

Que el sol brille cálido sobre tú cara.

Que la lluvia caiga suave sobre tus campos.

Y hasta tanto volvamos a encontrarnos,
que Dios te lleve en la palma de su mano.

(Antigua bendición celta)



INTRODUCCIÓN



Resumen

Existe un desconocimiento de la riqueza de minerales de interés gemológico que ofrece la Provincia del Neuquén. En este sentido, son casi nulas las publicaciones específicas dedicadas a la valoración de la capacidad gemológica de los yacimientos de nuestra provincia y, además, son incompletas aquellas en las que se emite algún juicio de carácter gemológico sobre los minerales que se estudian desde otros puntos de vista, como químico, morfológico, genético, etc.

En esta primera parte, de los Boletines de Recursos gemológicos de la Provincia del Neuquén, se describirán las ocurrencias de yacimientos de minerales de interés gemológico que ofrece la provincia del Neuquén, haciendo hincapié en las variedades del Grupo de la Sílice. Desde el punto de vista gemológico, en el ámbito de la provincia del Neuquén, se encuentra cuarzo en sus variedades macrocristalinas y microcristalinas o criptocristalinas.

Los litotectos más importantes, desde el punto de vista económico, lo constituyen las unidades litoestratigráficas formaciones Auquilco, La Manga, Vaca Muerta, Quintuco, Picún Leufú, Anacleto, Bajo de la Carpa y Pampa Curaco, entre otras.

De todas las manifestaciones minerales descritas, únicamente se explotaron en el pasado, de forma artesanal, los cristales de cuarzo hialino y algunas ágatas y geodas. Actualmente existen algunas extracciones esporádicas de los materiales descritos y se están realizando exploraciones y explotaciones sobre las areniscas de las formaciones Anacleto y Bajo de la Carpa, atendiendo la perspectiva comercial que están suscitando las ágatas y geodas.

Palabras claves: gemas, piedras preciosas, cuarzo, calcedonia, jaspe, ágatas, Neuquén.

Introducción

Para la ejecución del presente trabajo se utilizaron como base los informes de las Hojas geológicas del Servicio Geológico Neuquino (SGN), del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), Minerales para lapidación y colección de la República Argentina (el relevamiento de la Provincia del Neuquén fue iniciado en conjunto con el SEGEMAR, delegación Viedma), y numerosos informes de distintos autores, tanto internos como externos, que aportaron datos de aquellos indicios o manifestaciones de minerales de interés gemológico que en ellos se describen y definiendo otros nuevos que se consideraron de interés potencial. En los casos en que a criterio de los autores se

justificó, se realizó una revisión de campo más exhaustiva, también análisis y ensayos específicos de los materiales para determinar sus características técnicas, ejecutado por el Instituto de Tecnología Minera (INTEMIN) del SEGEMAR en el trabajo en conjunto que se llevó a cabo entre los años 2015-2017 y personal de la DPM en una etapa más reciente.

El boletín fue elaborado de acuerdo con la normativa para Cartas de minerales industriales, rocas y gemas (Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas de la República Argentina, 1999). Los modelos de depósitos citados para cada uno de los yacimientos corresponden a la clasificación que obra en la mencionada normativa.

Objetivos

Como la finalidad del presente informe es el estudio de los recursos neuquinos de minerales y rocas de interés gemológico, se pueden considerar los siguientes objetivos:

- Obtención de un fichero completo de indicios, basado en toda fuente de información posible.
- Estudio detallado de aquellos yacimientos que muestren interés gemológico, con especial atención en aquellos que muestren minerales de calidad gema comprobada.
- Confección de uno o varios mapas gemológicos de la provincia del Neuquén.

Estos objetivos se han conseguido parcialmente, puesto que aún no han sido publicados o completados en muchos aspectos; un tema tan amplio necesita de un gran esfuerzo durante bastante tiempo, por lo que difícilmente se concluirá, ya que constantemente será objeto de nuevas actualizaciones.

Metodologías de estudio

Al tratarse de un trabajo especial que no sigue las líneas clásicas de investigación geológica o gemológica, y porque abarca una gran extensión de kilómetros cuadrados a prospectar, fue necesario hacer una planificación general y establecer una rigurosa metodología de estudio. En definitiva, se plantearon los siguientes ítems:

- Recopilación bibliográfica, revistas científicas, informes, libros, tesis de licenciatura o doctorales, monografías, museos, comunicaciones orales, colecciones, etc.
- Los minerales a estudiar.
- Selección y ordenación sistemática de los indicios; una vez efectuada ésta instancia previa, se realiza una etapa de archivo, a base de fichas, tablas y mapas.

- Comprobación de los indicios seleccionados, con estos datos, se procede a determinar itinerarios; se concreta con exactitud el trabajo de campo a realizar, así como la toma de muestras.

- Estudio de los minerales y rocas de interés, para beneficiar materiales basta con la simple caracterización mineralógica y con ensayos de lapidación. Se analizan y estudian las muestras recogidas para poder extraer conclusiones o discusión de resultados, de las que en último término se derivan las acciones económicas o mineras a llevar a cabo.

- Mapas de mineralizaciones de calidad gema y Mapa gemológico de Neuquén, con todos los datos, se está en posición de representarlos y resumirlos en un mapa general o en varios mapas individuales. Se incluye aquí el estudio geológico del yacimiento según los métodos habituales, para su cubicación, valoración y explotación minera futura.



DEFINICIONES



Definiciones

Agregados cristalinos: las rocas están compuestas por agregados irregulares de minerales que no presentan orientación alguna entre sus distintos granos, pero a veces adoptan formas características. Para su descripción se usan los términos: Coloforme, Concreción, Criptocristalino, Dendrítico, Drusa, Estalactítico, Fibroso, Geoda, Terroso, entre otros.

Cristal: cuerpo tridimensional o forma poliédrica regular, limitada por caras lisas, que adquiere un compuesto químico bajo la influencia de fuerzas interatómicas. Puede presentarse en diferentes estados: a) cristal euédrico: si se desarrolla con todas sus superficies planas correctas; b) cristal subédrico: si las circunstancias sólo han permitido la formación de una parte del cristal y c) cristal anédrico: si no presenta caras.

Cristalografía: es la ciencia que se ocupa del estudio de la forma y propiedades de las sustancias cristalinas. Estudia las propiedades de los sólidos cristalinos para poder describir su estructura interna o atómica, sus diversas formas y su división en clases y sistemas.

Drusa: agregado formado por cristales que recubren superficies planas o ligeramente convexas.

Gema: toda sustancia mineral, orgánica, sintética o artificial, que se utiliza para el adorno y ornamentación personal. Para ser consideradas así deben tener las siguientes características: a) belleza, que suele estar ligada a sus propiedades ópticas (color, transparencia, brillo, dispersión, etc.); es subjetiva y depende de la moda; b) dureza, es la resistencia mecánica que opone un material a ser rayado, en las gemas es una garantía de durabilidad, está ligada a su inalterabilidad frente a diversos agentes; la misma debe ser alta, esto le confiere buen pulido, ausencia de fracturas y exfoliación, y c) escasez y rareza, hace referencia a su escasez natural y también a su demanda en el mercado en un determinado momento.

Gemología: es la ciencia que se ocupa del estudio y conocimiento de las gemas y otros materiales gemológicos; utilizados en joyería y coleccionismo gemológico, (excepto los metales). Es una ciencia aplicada que se basa en gran medida en algunas ramas de las ciencias geológicas, como la mineralogía y la cristalografía, también abarca un amplio abanico de temas que quedan fuera del ámbito de la geología, como son los procesos de talla, comercialización, etc.

Litotectos: son unidades litoestratigráficas que contienen o son favorables para contener un grupo de yacimientos coetáneos y genéticamente relacionados y correspondientes a un modelo determinado; se clasifican como de baja, medianas y alta potencialidad.

Maclas: es un crecimiento conjunto simétrico de dos o más cristales de la misma sustancia, los cuales están relacionados por un elemento de simetría determinada (eje o un plano de macla). Puede haber: a) maclas de contacto en que los cristales se asocian según un plano de macla como la Macla en punta de flecha del yeso; b) maclas de compenetración formadas por cristales encajados el uno en el otro, como la Macla de la pirita, c) maclas en cruz como la Macla cruz de San Andrés de la estauroлита y, d) maclas múltiples que están constituidas por tres o más cristales como la Macla del aragonito, que parece un prisma hexagonal, pero en realidad es una macla formada por tres prismas rómbicos unidos.

Mineral: es un sólido natural, inorgánico, con composición química definida y una estructura interna ordenada, la cual se expresa en formas geométricas. Se identifica por:

- *Especie mineral*, tiene composición química, estructura y propiedades definidas.
- *Grupo mineral*, conjunto de minerales de similar estructura y propiedades, pero cuya composición química varía de unos a otros dentro de ciertos límites; incluyen varias especies.
- *Variedad mineralógica*, misma especie pero con variaciones de aspecto, color y transparencia. Ej.: Dravita (variedad parda de la Turmalina), Acroíta (variedad incolora de la Turmalina), Chorlo (variedad negra de la Turmalina).
- *Variedad gemológica*, variedades mineralógicas usadas en gemología.

Mineralogía: estudio de los cristales, abarca el estudio de la estructura, la morfología, la química, el crecimiento, la disolución y la física del cristal. Estudia el origen, ocurrencia y propiedades de minerales específicos y sus relaciones mutuas.

Mineralotectos: son aquellas áreas mineralizadas o con indicios de uno o más minerales asociados y relacionados en el tiempo y en su génesis, definen la extensión de posibles áreas de acumulación y se refieren a mineralizaciones epigenéticas en las que la mineralización puede no estar vinculada con la roca que la contiene.

Piedras preciosas: materiales naturales e inorgánicos que pueden ser minerales o rocas, con excepción de los metales, usados en joyería u objetos de arte.

Piedras semipreciosas: término utilizado antiguamente para referirse a gemas más corrientes. En la actualidad no se usa, para evitar confusiones.

Polimorfismo: habilidad de una sustancia química específica para cristalizar en más de un tipo de estructura, en función de los cambios de temperatura, presión o ambos.

Quilates métricos (ct): unidad de peso de las gemas usada internacionalmente, un quilate es equivalente a 200 mg (1/5 g). El peso debe ser expresado en quilates con dos decimales.

Roca: agregados naturales de minerales. Por su origen se clasifican en ígneas, sedimentarias y metamórficas.

Yacimiento gemológico: sitio de acumulación de un mineral valioso en sí mismo o portador de algún elemento nativo que es requerido por el mercado por su exclusividad y estética ornamental, cuya explotación es económicamente rentable.

Propiedades de las gemas

Las piedras preciosas poseen, cualidades que las hacen valiosas, las más importantes son la belleza, la durabilidad y la rareza. La belleza se rige únicamente por parámetros estéticos y subjetivos, esto es consecuencia de las propiedades ópticas de la gema, como transparencia, color, lustre, brillo, inclusiones o impurezas, etc. Las gemas en bruto son objetos bellos, pero su mayor estética sólo se alcanza después de que se las tallan y pulen para poner en evidencia sus efectos ópticos y color. La durabilidad es una propiedad fundamental ya que una gema debe resistir al paso del tiempo, debe resistir golpes o roces contra otros objetos y daños químicos. La rareza puede tener una influencia mayor que la durabilidad o la belleza, viene dada por la oferta y la demanda en función de las modas del momento.

De acuerdo a la normativa elaborada por la Comisión de Piedras de Color de CIBJO (Confederación Internacional de Bisutería, Joyería, Orfebrería, Diamantes, Perlas y Piedras), los materiales utilizados en joyería se pueden dividir, de acuerdo al origen, en los siguientes grupos:

1. Materiales naturales, son aquellas de origen geológico o biológico en cuyo origen no ha intervenido la tecnología humana y, posteriormente modificados mediante corte, pulido y otros procesos. Ej.: diamantes, coral, perlas, etc.

a. Gemas, Piedras preciosas y Piedras ornamentales: materiales naturales inorgánicos utilizados en joyería y objetos de arte, con excepción de los metales.

b. Sustancias orgánicas: materiales naturales de origen vegetal o animal. Ej.: perla, ámbar, azabache, marfil, etc.

c. Gemas tratadas: se denomina así a materiales gemológicos que han sufrido tratamientos (térmicos, por radiación, por impregnación, teñidos, etc.) para modificar su aspecto. Ej.: el calentamiento de esmeraldas en aceite de cedro para mejorar su aspecto y hacer desaparecer las fracturas.

2. Productos artificiales, productos completamente o parcialmente fabricados por el hombre:

a. Gemas reconstituidas: también llamadas sinterizadas, son productos artificiales fabricados mediante fundición (sin la subsiguiente cristalización) o por fusión de materiales naturales para formar una pieza sólida.

b. Piedras artificiales: gemas fabricadas por el hombre, pero no tienen equivalente natural. Ej.: granate de gadolinio y galio (GGG), titanato de estroncio (fabulita).

c. Imitaciones: productos artificiales que se asemejan en el aspecto, pero no en la composición, a gemas de más valor. Ej.: plástico, vidrio verde, cuarzo teñido, espinela sintética o turmalina como imitación de esmeralda.

d. Piedras sintéticas: poseen igual composición que las naturales, pero han sido fabricadas por el hombre. Ej.: rubíes, esmeraldas y zafiros sintéticos, entre otros.

e. Piedras compuestas, obtenidos soldando o pegando dos o más piezas de variada composición y propiedades, para utilizarlos generalmente como imitación de gemas naturales o para, con pequeñas capas de material natural, dar apariencia de gemas de mayor tamaño.

En cuanto a la clasificación económica de las gemas, se discute si introducir a las piedras preciosas dentro del grupo de los minerales industriales, o si son un grupo aparte. Comparten con éstos su carácter no metálico y que se emplean en estado natural, sin apenas transformaciones; se distinguen de ellos por las producciones y los precios por unidad de volumen. Aquellas rocas ornamentales que presentan una buena estética, son raras o escasas y propicien un buen pulido, están siendo ascendidas en la apreciación humana desde la categoría de roca ornamental hasta la de roca-gema. Su manipulación se va a limitar a un aserrado, pulido, burilado y, en el mejor de los casos, un cabujonado.

Las piedras preciosas, como minerales que son, se encuentran en la naturaleza como sustancias cristalinas, cuyas principales características son las siguientes:

- **Estructura atómica ordenada,** representada por la celda unidad, que consta de un número de átomos elementales definido que constituye el cristal. Estas unidades se repiten en todas direcciones para formar la disposición reticular regular de los átomos, la cual es invariable para cualquier especie cristalina, pero es diferente para las otras

especies cristalinas. En algunos casos los mismos átomos pueden adoptar diferentes estructuras, dando lugar a minerales completamente diferentes.

- *Forma geométrica externa definida*, muchos minerales se encuentran como bellos cristales de formas regulares y simétricas, con caras planas y brillo natural; la regularidad de su estructura interna se manifiesta en su forma externa cuando los cristales tienen libertad para crecer sin complicaciones. Esta disposición ordenada de la estructura implica la existencia de simetría, interna y externa, lo que permite clasificar a los cristales en 32 clases de simetría diferentes y 230 grupos espaciales, agrupados en 7 sistemas cristalinos, que son la base de todos los estudios cristalográficos, sobre todo en los aspectos relacionados con su morfología y sus propiedades físicas y ópticas.

- *Propiedades físicas y ópticas*, la estructura ordenada de los cristales da lugar a que ciertas propiedades físicas varíen con la dirección del cristal. De esta forma, los enlaces entre los átomos, pueden ser más débiles en unas direcciones que en otras, de forma que el cristal sólo puede exfoliarse paralelamente a determinados planos fijos, o bien el color puede variar en función de la dirección de la luz que lo atraviesa.

De las propiedades físicas merecen destacarse las siguientes:

- *Peso específico*, cociente entre el peso de un mineral y el peso de un volumen equivalente de agua a 4°C, siendo un valor adimensional.

- *Densidad*, masa de un cuerpo contenida en la unidad de volumen, expresada en g/cm³.

- *Dureza*, desde el punto de vista de un mineralogista la dureza es la resistencia que ofrece el mineral a ser rayado o sufrir abrasión. La comprobación de la dureza de rayado se realiza mediante la Escala de orden de dureza de Mohs: 1: Talco; 2: Yeso; 3: Calcita; 4: Fluorita; 5: Apatito; 6: Ortoclasa; 7: Cuarzo; 8: Topacio; 9: Corindón; y 10: Diamante. Los minerales más duros rayan a los más blandos, las gemas con dureza inferior a 7 se vuelven mates con el tiempo debido a su posible exposición al polvo, ya que contiene pequeñas partículas de cuarzo.

- *Exfoliación*, se define como la tendencia que poseen las sustancias cristalinas a dividirse paralelamente en determinadas direcciones cristalográficas cuando se les aplica una fuerza, dando lugar a superficies más o menos lisas. Es una de las propiedades más importantes en el proceso de talla y montaje de las gemas, en los cristales puede haber direcciones con fuerzas de cohesión más débiles que en otras no paralelas a ellas; si en un

cristal existen planos de debilidad, y se les aplica una fuerza a lo largo o paralelamente a dichos planos, la piedra se separa o divide fácilmente.

En lo que se refiere a las propiedades ópticas, las características más importantes de las gemas son:

- *Color*, depende de la longitud de onda de la luz que incide sobre ella. si se trata de luz blanca, compuesta por una mezcla de diversos colores de distinta longitud de onda que, a grandes rasgos y dentro del espectro visible, se dividen en rojo, naranja, amarillo, verde, azul, índigo y violeta, al incidir sobre una gema puede ocurrir lo siguiente:

- Si la gema permite el paso de todas las longitudes de onda, será incolora.
- Si la gema absorbe toda la luz, la piedra será negra.
- Si absorbe la misma cantidad de todas las longitudes de onda, la piedra es de tonalidad blanca, gris o lechosa.

- Si absorbe longitudes de onda determinadas, la gema adquiere el color resultante de la mezcla del resto del espectro de la luz blanca y, por tanto, no será blanca.

En la mayoría de los casos, la razón de ello estriba en la presencia en su composición de determinados elementos cromóforos, tales como el cromo, hierro, cobalto, cobre, manganeso, níquel y vanadio, que son los responsables de la absorción de determinadas longitudes de onda de la luz blanca, y a ellos se debe fundamentalmente el color de las gemas. El porcentaje de estos elementos es con frecuencia tan pequeño que ni siquiera se menciona en la fórmula química.

- *Transparencia*, término que se usa para describir cómo la luz se transmite a través de una sustancia. Las gemas deben pulirse para poder observar su transparencia, ya en bruto tienen las superficies rozadas o rayadas. Depende parcialmente del color, un color oscuro disminuye el efecto de la misma; tampoco puede observarse si hay defectos, estructuras fibrosas o inclusiones.

- *Refracción*, cuando la luz incide sobre una faceta de una gema tallada, aunque algo de luz se refleje, una gran proporción de la misma penetra, pero en vez de continuar su camino según una línea recta, se desvía en el punto de incidencia, y sigue una nueva dirección formando un ángulo determinado. Este comportamiento del rayo de luz al entrar en un medio ópticamente más denso se conoce como refracción y cuanto mayor es la desviación del rayo de incidencia, mayor es el poder de refracción de la piedra. Los valores de los índices de refracción de las gemas se obtienen utilizando el refractómetro, y son fundamentales para el análisis gemológico.

- *Efectos ópticos especiales*, son fenómenos producidos por inclusiones, defectos o características estructurales. Se nombran según el efecto que producen:

- *Adularescencia*, estructura laminar o partículas dispersas, que causan un resplandor azulado o blanquecino que parece flotar en el interior de la gema. Ej.: feldespatos (adularia o piedra luna).

- *Asterismo*, inclusiones en forma de agujas orientadas en dos o tres direcciones, al reflejarse la luz en ellas se produce una luminosidad en forma de estrella de 4, 6 ó 12 puntas. Los minerales-gemas con este efecto se tallan en cabujón. Ej.: rubí, zafiro, cuarzo, granate, diópsido, enstatita, etc.

- *Aventurescencia*, inclusiones de plaquitas de mica u hematites (oligisto), que producen pequeños resplandores al mover la gema. Ej.: feldespatos (piedra sol), cuarzo aventurina, obsidiana dorada o plateada.

- *Catonancia (ojo de gato)*, efecto que se produce debido a inclusiones en forma de agujas o tubos finos (capilares) orientados en una sola dirección; al reflejarse la luz de ellos se produce una línea brillante o zona estrecha luminosa móvil, similar a la pupila del ojo de un gato. Los minerales-gemas con este efecto se tallan en cabujón. Ej.: berilo, crisoberilo, cuarzo, turmalina, apatito, escapolita, diópsido, etc.

- *Iridiscencia*, brillo difuso o en parches producido por la interferencia de la luz al reflejarse en grupos de inclusiones paralelas producidos en fisuras, fracturas o exfoliaciones. Puede presentarse en cualquier mineral-gema.

- *Labradorescencia*, estructura laminar por maclado polisintético. Causa un reflejo de varios colores de aspecto metálico, que en ocasiones presenta la totalidad de



Fig. 1: a) Opalescencia, b) Labradorescencia, c) Catonancia; d) Asterismo.



Fig. 1: e) Adularescencia, f) Iridiscencia, g) Aventurescencia.

colores del espectro. Ej.: feldespatos (labradorita), etc.

- *Opalescencia*, brillo nacarado o lechoso producido por la dispersión de la luz en planos interiores de la piedra tales como pequeñas fracturas, irregularidades estructurales o partículas dispersas que causan turbidez o aspecto lechoso. Ej.: ópalo, cuarzo, etc.

Los comerciantes de gemas o piedras preciosas necesitan conocer sus propiedades y características para reconocer las variedades que existen en el mercado y aprender a distinguir unas de otras, a la vez que poder diferenciarlas de las posibles gemas sintéticas y de las imitaciones que, gracias a los avances de la ciencia y las nuevas tecnologías, han posibilitado su fabricación cada vez con más frecuencia y calidad tal que, a veces, resulta difícil distinguirlas de las gemas naturales.

Tipos de talla

La talla y pulido son operaciones que se realizan para resaltar las propiedades de transparencia, color, brillo, lustre, dispersión, etc., destacando la belleza de una gema. El arte de dar forma a una gema se denomina lapidación, este proceso está ligado con el conocimiento y determinación de las propiedades físicas y ópticas de los minerales. Podemos considerar de forma general tres operaciones para lapidación:

Corte

El primer proceso es el corte del mineral usando la máquina de cortar o sierra. La cortadora consta de un disco de diamante y un depósito de agua, para la refrigeración, con esta máquina se puede realizar cortes en línea recta solamente.

Desbastado

En el segundo proceso se consigue una pérdida de materia, dejando al mineral próximo al tamaño deseado. Se utiliza una máquina combinada que consta de cuatro discos, y se utiliza para desbastar, refinar y pulir; los discos tienen diferente tamaño de grano y dureza para ir refinando la superficie. El primer desbastado se realiza con abrasivo de carborundo de grano grueso, a medida que avanza el proceso se utilizan abrasivos cada vez más finos para trabajar con mayor precisión.

Facetado y pulido

En el tercer proceso, se tallan las facetas definitivas que va a tener la piedra y se pulen hasta obtener superficies totalmente lisas y brillantes. Estas dos operaciones y la

anterior se efectúan con un plato horizontal, impregnado en aceite y abrasivo de polvo de diamante.

Se pueden diferenciar dos grupos diferentes de talla:

- *Tallas facetadas*, con facetas planas en la mayoría de los casos, generalmente utilizadas para minerales-gemas transparentes. Tenemos:

- *Tallas sencillas*: antiguamente utilizadas para los diamantes pequeños. En la actualidad incluso los diamantes muy pequeños se suelen tallar con el facetado completo de la talla brillante. Ej.: talla rosa, talla 8/8, talla suiza (16/16).

- *Talla brillante*: utilizada para diamantes, aunque también puede usarse en otras gemas. Consta de 57 o 58 facetas, según se trunque o no el vértice inferior, creando una faceta adicional que se denomina culet. Las facetas están distribuidas en dos partes fundamentales denominadas corona y culata (o pabellón), unidas entre sí por el filetín.

- *Tallas derivadas del brillante*: igual o similar distribución de facetas que la talla brillante, pero su forma no es redonda (oval, marquís, corazón, pera o perilla, cojín).

Tallas en galerías: son tallas en la que las facetas tienen forma de trapecios alargados, con las aristas paralelas al filetín denominadas habitualmente galerías.

- *Tallas en sello*: presentan una tabla muy grande, con una estrecha faceta trapezoidal alrededor y generalmente sin culata. Se usa para tallar minerales-gemas translúcidos u opacos.

- *Tallas en tijera o cruzada*: de forma rectangular con los vértices cortados; las facetas que rodean a la tabla tienen forma de triángulos cruzados. Se utilizan sobre todo en minerales-gemas de imitación o gemas coloreadas.

- *Tallas mixtas*: en estas tallas la parte superior es de tipo brillante y la culata se talla en galerías paralelas ya que, las culatas talladas en galerías permiten mayor aprovechamiento del bruto. Ej.: zafiros y rubíes.

- *Talla Briolette*: es una talla periforme facetada en toda su superficie. Suele utilizarse en colgantes.

- *Tallas Barión y Radiant*: el contorno es octogonal, con las facetas de la corona de la talla esmeralda en el tipo barión, y con facetas cruzadas en el tipo radiant. Utilizadas en diamantes.

- *Talla princesa*: puede ser cuadrada o rectangular. La base puede tener distinto número de facetas. Se utiliza sobre todo en diamantes y permite mayor aprovechamiento del bruto.

- *Tallas con facetas cóncavas*: la disposición de las facetas puede ser idéntica a las tallas tradicionales, pero las facetas no son planas, sino cóncavas. Esto permite un brillo diferente de las facetas.

- *Cabujón*, son tallas no facetadas con superficies curvas, de forma redondeada u ovalada; usualmente es aplicado a gemas opacas. Podemos destacar tres tipos diferentes:

- *Cabujón sencillo*, con una cara es convexa y la otra plana.
- *Cabujón doble*, con ambas caras curvadas, convexas.
- *Cabujón hueco o hundido*, con una cara cóncava y la otra convexa.

Se llama *Glíptica* al arte de realizar grabados en gemas, esto abarca el grabado en gemas que se empleaban como sellos, el grabado en artículos ornamentales, etc. Bajo esta denominación se engloban dos técnicas:

- *Intaglio o entalladura*, es tallar el motivo profundizando en la piedra, en el que el dibujo se realiza mediante un vaciado desde la superficie de referencia hacia el interior de la piedra simulando un negativo con el objeto de generar una imagen en positivo al apretar sobre una masa blanca.

- *Camafeo*, la figura se talla en relieve de la piedra preciosa, sobresale del plano de referencia hacia el exterior de la piedra. Se puede definir camafeo como una figura grabada de relieve cuyo fondo es regularmente más oscuro que el motivo grabado.



Fig. 2: a) Intaglio, b) Camafeo.

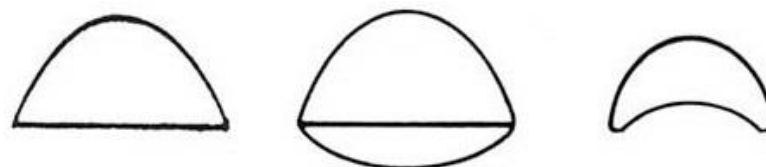
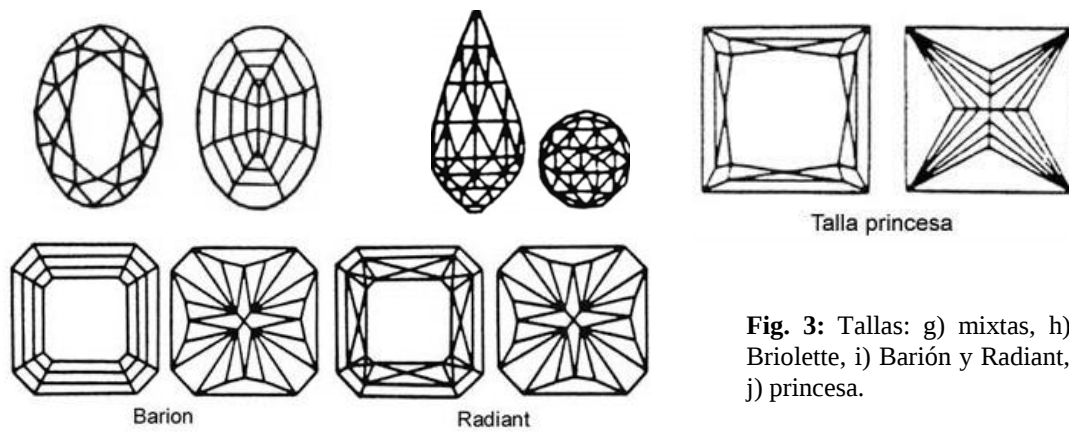
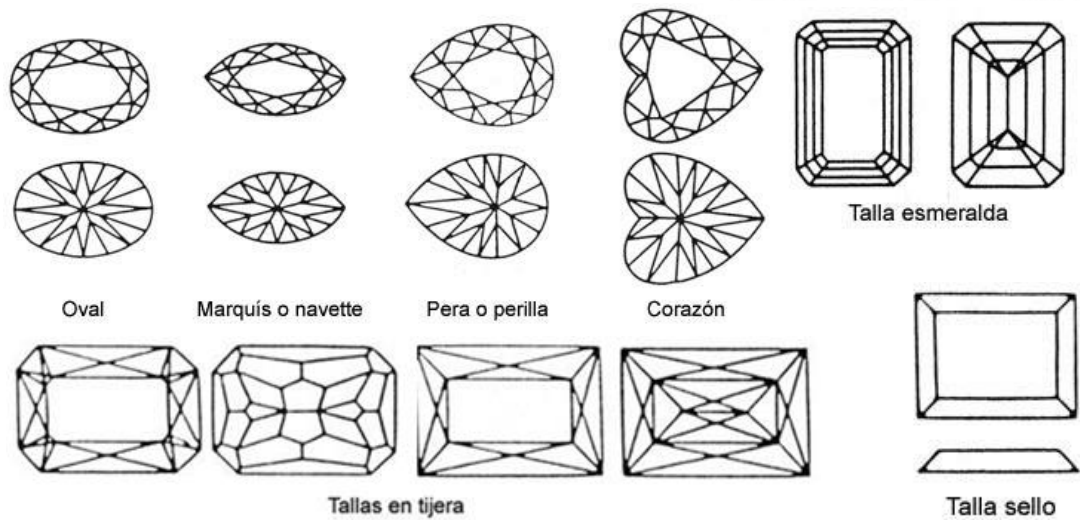
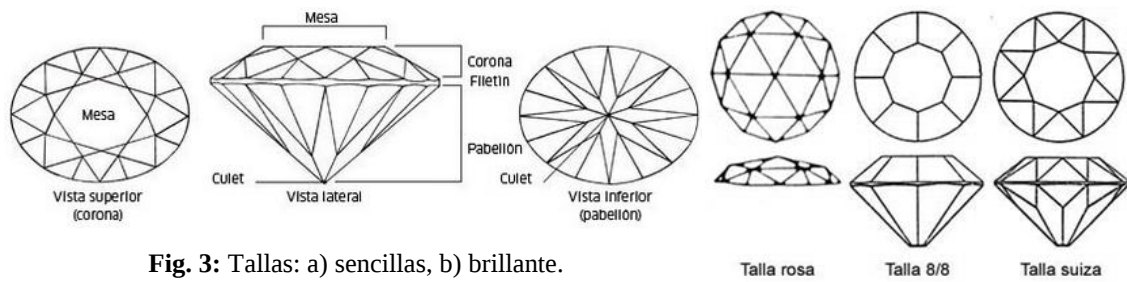


Fig. 4: Tallas de cabujón: a) sencillo, b) doble, c) hueco.



BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES DEPÓSITOS NEUQUINOS



Breve descripción de los principales depósitos neuquinos

A continuación se describirán, de norte a sur, los principales depósitos de interés gemológico, de ornamentación y coleccionismo de la Provincia del Neuquén:

Obsidiana. Laguna Fea y Laguna Negra (Departamentos Minas y Chos Malal)

Estas lagunas se hallan ubicadas a 85 km al NO de la localidad de Barrancas, en el extremo norte de la provincia de Neuquén (departamentos Minas y Chos Malal). En este sector, Holmberg (1957), Hildreth *et al.* (2010) y Sruoga (2015), entre otros, han descrito ocho niveles de Obsidiana negra de composición riolítica. Las obsidianas son de variadas tonalidades, en la gama de negros a grises y traslúcidas; se han observado esférulas de cristobalita o cuarzo CT e iridiscencia en pequeños fragmentos al observar la fractura concoidea. Aquí se hallaron, Obsidiana variedad Nevada, Obsidiana variedad Brechada y Obsidiana variedad Plumosa.



Pirofilita. Arroyo Auque (Departamento Minas)

Unos 10 km al NE de la localidad de Varvarco (Departamento Minas), se localizan niveles de esquistos pirofilíticos constituidos por Pirofilita a la que se asocian localmente cianita, escasa diáspora y muy escaso cuarzo, asignados a la Fm. Arroyo Auque (Zappettini y Dalponte, 2009). Los esquistos pirofilíticos contienen, en sectores, corindón azul y minerales opacos, estos últimos concentrados en los planos de esquistosidad; presentan esquistosidad con rumbo N10°E y plegamiento de tipo isoclinal. Danieli, en la Hoja Geológica del Departamento Minas (inédita), describe la presencia de pirofilita en la que se pueden diferenciar tres sectores con características mineralógicas distintas: a) un halo exterior con predominio de alteración arcillosa y presencia de pirofilita color verde manzana, en porfiritas andesíticas gris verdosas a moradas; b) un sector intermedio en el que se acentúa la silicificación y la alteración de la roca, presentando coloraciones grisáceas a blanquecinas y, c) un sector interno en donde predominan los colores rosados

con variaciones al azul, en los que se presentan motas y manchas oscuras debidas a la presencia de pequeños cristales de corindón.



Jaspilita. Arroyo Chacay (Departamento Minas)

Al este y sudeste de la localidad de Varvarco, en el flanco occidental de la Cordillera del Viento, se encuentran depósitos de hierro bandeado (BIF: Banded Iron Formation). En las terrazas y cursos fluviales actuales, que drenan hacia el oeste en ese sector, se hallan rodados de exhalitas (Jaspilitas). Según Zappettini *et al.* (2011), en el perfil del conjunto formacional se distinguen dos secciones, comprende un nivel de exhalitas integrado por una sucesión de 3 bancos con los que se asocian niveles de Jaspes manganesíferos. La sección superior se corresponde con un nivel de Chert de unos 50 m de potencia, 3 bancos con espesores de 10 m de Jaspilitas que consisten en láminas alternantes de Jaspe y Hematita-Magnetita, de 1 mm a 1 cm de espesor, hallándose también láminas de Chert blanco y niveles de Jaspe masivo.

La mineralización forma parte de una secuencia volcano-sedimentaria designada Formación Colomichicó de edad jurásica inferior (Pliensbachiano - Toarciano inferior).



Cuarzo Hialino. Yesera del Tromen (Departamento Pehuénches)

A unos 20 km al SE del volcán Tromen, en el paraje Vega de la Veranada, se ha identificado una sucesión evaporítica constituida por niveles de yeso y anhidrita de la Formación Auquilco, con intercalaciones de bancos calcáreos de calcita esparítica castaño grisáceo claros, fétidos, que presentan cavidades de disolución de hasta pocos centímetros, rellenas con cristales de Cuarzo hialino biterminados, también se hallaron pseudomorfos de Cuarzo según fluorita. Los cristales de Cuarzo hialino, de 0,5 a 2,5 cm, se encuentran localizados en oquedades y cavidades de las rocas calcáreas constituyendo geodas o dispersos en la superficie del terreno en facies exclusivamente yesosas, por lo que no debería descartarse su yacencia en estos sedimentos. El color de los cristales varía en función de la cantidad y calidad de las inclusiones fluidas presentes, se hallan transparentes e incoloros, aunque en aquellos en que hallan inclusiones, el color puede variar desde un amarillo ambarino hasta casi negro (de Barrio *et al.*, 1994; Cesaretti *et al.*, 2000).



Geodas. La Ollada y alrededores (Departamento Pehuénches)

En el Paraje La Ollada, unos kilómetros al este de Rincón de Los Sauces, se han colectado algunas muestras de Geodas de colores variados, castaño, amarillo, morado, rojo con tintes morados y, predominando en la parte central Cuarzo amatista. Presentan hábito mamelonar. En la zona se observan sedimentos de la Formación Bajo de la Carpa con su característica coloración rosada, por encima un nivel ignimbrítico, continuando sobre este último, un nivel espeso de flujo piroclástico, conglomerádico, terminando con niveles de basalto masivo. La colada basáltica hacia el techo se torna más vesicular, permitiendo diferenciar ambas coladas; entre estos niveles basálticos, los cuales se presentan fracturados, se encuentran niveles ignimbríticos, de coloración rosada y de aspecto pulverulento; se presume que aquí ocurren los nódulos silicios de las geodas.



Halita. Este del cerro de la Balsa (Depto. Ñorquín)

La Mina de Sal de roca Carmelo (Expte. N° 125687/1936), se localiza a unos 5 km, en línea recta, al SO de la localidad de Chos Malal; al Este del cerro de la Balsa. En la mina y en sus inmediaciones se observan afloramientos pertenecientes al Miembro Troncoso Superior de la Fm. Huitrín, presentándose varios bancos de Sal de roca intercalados con arcillas y limos varicolores, anhidrita y arcillas saliníferas; su espesor oscila entre 0,50 a 6 metros, el hábito en general es lenticular. Los minerales presentes son: Halita, thenardita, polihalita, yeso y escasos minerales de cobre y manganeso. La Halita se presenta en especímenes de interés para mineralogistas o coleccionistas de minerales, es incolora o de color blanca, salmón, roja, azul, violeta y verdosa.



Geodas de Cuarzo amatista rosa. Loma del Medio (Depto. Pehuénches)

Al SO de Rincón de los Sauces, entre Lomas Negras al oeste y Loma del Medio al este, se encuentran las pertenencias mineras Exptes. N° 5912-000612/2014 (Choique) y N° 7712-000373/2017 (Collicura), de las cuales se extraen Geodas de cristales de cuarzo amatista rosa, Cuarzo hematoide y Calcita, cristalizando en drusas, y geodas masivas, cristalinas que al corte dan excelente brillo. También se han hallado pequeños cristales de Cuarzo citrino. Este material, de interés gemológico, se presenta en las areniscas rojizas,

en los niveles pelíticos y en los derrubios de la Fm. Bajo de la Carpa, la cual aloja geodas pequeñas (no más de 10 cm o excepcionalmente algo más grande). En algunas geodas, se aprecia un crecimiento desmesurado de los cristales de calcita; los cristales de cuarzo son de color rosado a rojizo, y los de calcita blanco, incoloras a translúcida y bien formados.



Baritina - Celestina. Balsa Huitrín (Departamento Pehuenches)

La mina Bardaklain (Expte. N° 139847/1949) se encuentra al SO del Departamento Pehuenches, en el límite con los Departamentos Ñorquín y Loncopué, en la margen norte del río Neuquén. En este sector se reconocen afloramientos de la Fm. Agrio del Grupo Mendoza y de la Fm. Huitrín del Grupo Bajada del Agrio. Las manifestaciones de Baritina-Celestina se identificaron en la Fm Huitrín en el contacto entre los Miembros Troncoso inferior (depósitos de areniscas fluviales y eólicas color castaño y verdosas) y Troncoso superior (depósitos yesíferos). Se reconocieron estructuras mineralizadas con Baritina-Celestina de color blanquecino, gris claro a castaño-amarillento, de grano fino a grueso y de buena calidad. Las estructuras se encuentran oxidadas, los fragmentos de arenisca, limonitas y los nódulos de Baritina han sido cementados por óxidos de hierro y venillas de Baritina-Celestina. La mina, presenta en sus paredes externas y en las antiguas



labores, algunas formaciones de estalactitas de diámetro menor a los 10 cm, vistosas, siendo al corte bastante llamativas.

Cortadas y pulidas se han descrito en la literatura como “Escarapelas”.

Baritina. Agua de Castro (Departamento Loncopué)

El punto de referencia se encuentra ubicado dentro del distrito minero denominado Grupo Continental, al sur de Paso Huitrín, un área históricamente vinculada a la explotación de depósitos barito-celestínicos. Está comprendida en la sección norte de la Faja Plegada y Corrida del Agrio.

En los distritos del Grupo Continental y Barda Klein, donde se ha explotado en forma esporádica y artesanal, horizontes con cavidades kársticas, donde el sulfato, esencialmente barítico, es removilizado a partir de celestina y redepositado, exhiben una elevada pureza y por lo tanto mayor peso específico. El sulfato de bario es de carácter epigenético, está alojado en la secuencia carbonático - evaporítica de edad jurásico-cretácica donde los procesos de reemplazo y relleno han tenido dispar relevancia mostrando un fuerte carácter estratoligado. Se presenta en yacencias estratiformes y vetiformes, en muchos casos denotando considerables procesos de removilización, que han generado el relleno de oquedades y cavidades kársticas.



Cuarzo Hialino. Cajón de Almanza (Departamento Loncopué)

En el sector sureste de la localidad de Loncopué, en el Paraje Cajón de Almanza y en la zona del Arroyo Mulichinco, al noreste del anterior y próximo al Cerro Moncol, se muestrearon las concreciones calcáreas de la base de la Formación Vaca Muerta, en busca de cristales de Cuarzo hialino. Los cristales de Cuarzo se hallan en el interior de las bochas, bochones o concreciones y relleno de fracturas. El tamaño de las piezas varía

entre 1 y 6 cm de longitud, son incoloros y transparentes, en algunos casos presentan “fantasmas” que corresponden a marcas de crecimiento.



Cuarzo Hialino. Cerro Tres Puntas (Departamento Loncopué)

Las manifestaciones se encuentran ubicadas a 16 km al sur de Loncopué, sobre el faldeo sur del Cerro Tres Puntas. Están asociadas a vetas de Plomo, Zinc, Baritina y depósitos de Hierro descritos por Angelelli (1938), Groeber (1946 y 1963) y Serrano (1948), entre otros. Dichas vetas se encuentran alojadas en rocas de caja de las formaciones La Manga, Lotena y Tordillo. Los ejemplares de Cuarzo van desde los 5 a los 70 mm de longitud y suelen alojarse en los laterales de las vetas con matriz de óxidos de hierro. Dichos materiales silíceos (Cuarzo hialino y Cuarzo lechoso) también se encuentran tapizando fracturas con estructura tipo “diente de perro”. Se han hallado cristales biterminados como también en cetro.



Calcita. E de la Sa. de la Vaca Muerta (Departamento Picunches)

Al este de la sierra de la Vaca Muerta, ubicada en el Departamento Picunches, en los bancos de las calizas micríticas dolomitizadas del Miembro La Tosca (Fm Huitrín del Grupo Rayoso), se hallan cristales de Calcita de hábito escalenoédrico relleno de fracturas y oquedades. Los cristales son de color blanco amarillento a pardo grisáceos, de

unos 8 cm de largo x 3 cm de ancho, aproximadamente. También se presenta como cristales prismáticos más o menos largos o como masas microcristalinas compactas.



Obsidiana. Portada Covunco (Departamento Picunches)

En una antigua cantera de áridos que se encuentra al norte del Arroyo Covunco, próxima al puente, el sedimento explotado corresponde a los Depósitos de terrazas del Arroyo Covunco, constituidos por conglomerados, gravas, arenas y limos, con diferente grado de cementación; posee un encape que no supera los 0,30 a 0,50 m. En este sector se recolectaron rodados de Obsidiana de distinto tamaño, promediando los 10 cm de diámetro, con fractura concoidea; de color negro, en algunos pocos ejemplares pequeños de color castaño rojizo, otros gris, translúcidos con pintas de cuarzo (cristobalita?). Aquí se halló un ejemplar de Obsidiana variedad arco iris (segunda mención de esta variedad para la provincia del Neuquén) con bandas de 2 mm, de colores muy vistosos. Al sur del arroyo Covunco, aquí también se recolectaron ejemplares de Obsidiana de color gris, negro, castaño rojizo y arco iris.



Jaspe. Cerro Bandera (Departamento Zapala)

Al norte de la ruta nacional N° 22, en el área del cerro Bandera, próximo a unas minas de bentonita, se hallan rodados de Jaspe de diversos tamaños y colores; algunos de 15 a 20 cm de largo, aproximadamente; y de Calcedonia de coloración blanca grisácea. En el sector se observan afloramientos de la Fm. Cerro Bandera, sobre los que se encuentran los depósitos de Jaspes, es habitual encontrar Jaspe variedad Bandera española. Las piezas pueden resultar interesantes para su corte y pulido, ideales para hacer cabujones.



Ágatas, Calcedonias y Jaspes. R.P. N° 17 (Deptos. Confluencia y Picún Leufú)

Las ocurrencias de los rodados silíceos en los sitios muestreados se hallan ubicadas en la región norte y sur del trazado de la Ruta Provincial N° 17, a 12 y 25,7 km al norte de Plaza Huincul, y a 34 km al sur de dicha localidad.

La ocurrencia de Ágatas, Calcedonias y Jaspes se encuentra en los Depósitos que cubren el II nivel de pedimentos, constituido por conglomerados, gravas y arenas. El depósito de rodados silíceos fue originado por degradación niveles conglomerádicos, de las unidades litoestratigráficas adyacentes en el área, como la Formación Candeleros, Formación Huincul, Formación Bayo Mesa, entre otras. Los rodados están relativamente pulimentados por transporte y erosión eólica (ventifactos), algunos son angulosos, de



rocas graníticas, gneisses, porfiritas, riolitas, cuarzo, jaspe, troncos petrificados y basaltos.

Obsidiana. Cerro Cochicó - Arroyo Cochicó Grande (Departamento Aluminé)

El material de interés gemológico existente en los alrededores del Cerro Cochicó y del Arroyo Cochicó Grande, es principalmente Obsidiana negra con pintas blanquecinas, posiblemente de cristales de cristobalita (?) producto de desvitrificación. El banco varía entre los 8 y 10 m de potencia, buza unos 15 grados al noreste; su base no está expuesta, los afloramientos se acuñan hacia el sector oeste de dicho cerro. Es notoria la variación en la coloración de la Obsidiana, siendo de coloración castaño rojiza hacia el sector este (Obsidiana caoba), Obsidiana negra a grisácea en el sector centro y Obsidiana arco iris hacia el sector oeste (primera mención de ésta variedad en la provincia del Neuquén). La gran mayoría los ejemplares tienen cuarzo a manera de pintas de hasta 5 mm de diámetro, las esférulas corresponden a cuarzo CT.



Cuarzo con turmalina. Paraje Llao Llao (Departamento Catán Lil)

En el área del Cerro Chihuido Bayo, en la comarca Espinazo del Zorro, se encuentran las minas de Cuarzo Pegada (Expte. N° 11.741/1985) e Ilusión (Expte. N°11.742/1985). Según Leanza (1992) la roca de caja y la mineralización pertenecen al Complejo Plutónico del Chachil. En esta manifestación hidrotermal tipo quartz plug (tapón de cuarzo, Danieli *et al.*, 2011), se observaron abundantes muestras de Cuarzo con cristales individuales, en ramillete o formando soles de Turmalina negra (variedad Chorlo) de pequeño tamaño o excepcionalmente de 10 a 20 cm. También se encontraron cristales tabulares de Cuarzo lechosos o de aspecto turbio, con pátinas de oxidados de hierro en superficie, que rellenan fisuras; uno solo de estos, de 8 cm de largo aproximadamente, presentaba una forma relativamente definida. Es de destacar el hallazgo de parte de un cristal de Cuarzo traslucido de unos 20 cm x 15 cm, se estima que

el cristal tenía una dimensión de 30 cm x 20 cm. El cuerpo de cuarzo tiene unos 150 m de diámetro y de él se habrían extraído unas 400-500 toneladas destinadas a la elaboración de cemento en planta de la Empresa Loma Negra C.I.A.S.A. de Zapala.



Geodas de Cuarzo, Calcita y Celestina. Pje. El Chenque (Departamento Zapala)

En proximidades de las minas de arcilla de la zona sur de Barda Negra, se hallaron en superficie, Geodas de Cuarzo, Calcita y Celestina, asignadas a la Fm. Picún Leufú. Las Geodas se hallan en un banco margoso, son de forma arriñonada, con Jaspe en su exterior, rellenas de Cuarzo hialino, Calcita, Celestina y un mineral a determinar (de hábito prismático, verdoso, conformando pequeños “pelitos” de 6 a 7 mm intercrecidos en el cuarzo). El tamaño de estas Geodas oscila entre los 15 y 20 cm de longitud por algo menos de ancho y espesor. Estos materiales han sido puestos de manifiesto por la motoniveladora utilizada para enrasar el camino y se encuentran en parte acumuladas al costado de su traza. Tienen una corrida de unos 1.500 m en sentido OSO-ENE, no se siguió la corrida hacia el este donde se pierde en una lomada debajo del suelo y derrubio de faldeo, pero es probable que continúe después de la misma. En algunos sectores aparecen geodas de hasta 12 cm de diámetro con material negro (óxidos de manganeso,



material bituminoso?) en superficie, muy tenaces, con cristales de Cuarzo y Calcita.

Geodas de Cuarzo rosado. Villa Puente Picún Leufú (Departamento Catán Lil)

Se recorrieron algunos de los cañadones al este del arroyo Picún Leufú a la altura de la Villa Puente Picún Leufú, aquí se hallaron Geodas de Cuarzo rosado; a veces como reemplazo silíceo de fósiles (ammonoideos principalmente) de la Fm. Picún Leufú. Según Leanza (1973), las Geodas están comprendidas en los 10 metros finales de la Fm. Vaca Muerta con contacto de la Fm. Picún Leufú, pudiendo continuar la aparición de las mismas en ésta última unidad litoestratigráfica. Sus tamaños oscilan en los 6-10 cm de diámetro, los cristales de Cuarzo son de color rosa pálido; en concreciones de material calcáreo superando los 16 cm de diámetro.



Sulfuros de cobre, Baritina, Cuarzo. SE del Co. Carrizo (Depto. Picún Leufú)

En el sector sureste de la provincia, la mineralización de Cu corresponde a depósitos estratoligados de la sección media de la Fm. Huincul y de la Fm. Candeleros, del Grupo Neuquén (Cretácico superior), cuyas principales manifestaciones se localizan al este del cerro Granito. La manifestación de descubrimiento de cobre, al SE del Co. Carrizo, fue presentada por Estanislao Brezina y Juan Kulizek, ambos de nacionalidad checoslovaca, y por Pedro Otero y Homero Kajel, de nacionalidad argentina; la mina fué solicitada bajo el Expediente N° 107496/1932 y bajo el nombre “El Kokito 2” (Boletín oficial 1932).

Las areniscas se encuentran algo decoloradas a tonalidades grises o blanquecinas, troncos fósiles mineralizados con Malaquita y Crisocola son frecuentes. En general, los cuerpos mineralizados constituyen rellenos de falla, con estructura brechosa, constituyendo en algunos casos cuerpos lenticulares. Una falla atraviesa la zona, con rumbo N 56°E y buzamiento que varía a lo largo del rumbo de vertical a 70° NO, aflorando con intermitencia en una extensión cercana a los 2 km. La mineralización

hidrotermal, está representada por minerales primarios de cobre como Calcopirita, Calcosina, Pirita y, localmente, Bornita, Galena y Blenda. La secundaria está compuesta por Malaquita, Azurita, Calcosina y Limonitas, mientras que la ganga es Baritina, Calcita, Cuarzo y Yeso. Se presentan como impregnaciones, nódulos, venillas, relleno de diaclasas y cemento de clastos de las areniscas y areniscas conglomerádicas, actuando como materia reductora el bitumen. Los minerales asociados son: Covelina, Pirita, minerales de uranio, vanadio, plata, cobalto, hierro y manganeso. La roca de caja suele presentarse afectada por alteración hidrotermal silícea y propilítica.



Jaspe. Cerro y Arroyo Quinsicunoco (Departamento Catán Lil)

Se recorrieron potenciales lugares con Jaspes de distintos colores en los alrededores del Cerro y Arroyo Quinsicunoco, al suroeste de una laguna grande; en estos sectores se observan afloramientos de la Fm. Vaca Muerta, a los que sobreyacen gravas de los Depósitos aluviales del Arroyo Quinsicunoco. Los mejores ejemplares de Jaspe se colectaron en el primer sitio visitado, las piezas de potencial interés, por su abundancia, variedad de colores y tamaño, están en el faldeo oriental del cerro donde se encuentra el puesto del Sr. A. Martín. También en el mismo sitio, se recolectaron unas pequeñas



Geodas rosadas, abundantes; su corte demostrará si tienen interés gemológico o no.

Cuarzo, Calcedonia, Jaspe. Pampa Curaco (Departamento Catán Lil)

El punto de interés se halla a unos 108 km al sur de Zapala, transitando por la ruta nacional N° 40, con dirección a San Martín de Los Andes. La Fm. Pampa Curaco, se considera un litotecto de alto potencial, por ser una unidad con amplia distribución regional, ésta unidad se extiende sobre el frente oriental y sudoriental de Pampa Curaco y cerros relícticos adyacentes. Está compuesta por rodados bien pulidos de rocas graníticas, gneises, porfiritas, pórfidos cuarcíferos, cuarzo, jaspe, entre otros, conformando ortoconglomerados poco cementados con clastos que en algunos casos alcanzan los 30 cm de diámetro, con lentes intercalados de areniscas amarillentas finas; los niveles superiores están cementados por carbonato calcio pulverulento y blanquecino (caliche). En una antigua cantera explotada por su aporte de distintas granulometrías para la industria vial y de construcción, se hallaron rodados silíceos de gran tamaño, nódulos Cuarzo lechoso, grisáceos y blancos, Calcedonias blancas, grises azuladas, castañas entre las más comunes, Cornalinas naranjas y rojas de pequeño tamaño, como así también Ágatas, Jaspes, Ópalos y escasos ejemplares de Cuarzo amatista y de Ónix variedad Inca.



Jaspes, Calcedonias y Ópalos. Ea. El Yunkón (Departamento Collón Cura)

La Estancia El Yunkón del Sr. Carlos Villagra se encuentra en cercanías de la localidad de Piedra del Águila. En proximidades de las labores superficiales desarrolladas sobre las andesitas jurásicas con lajosidad de la Fm. Sañicó se encuentran materiales silíceos como jaspes, calcedonias y ópalos. Se colectaron materiales sueltos de distinto tipo para su corte y pulido, las piezas cortadas en Zapala muestran buen aspecto, agatizadas algunas. En ellas se observa cuarzo “diente de perro” relleno de fracturas,

Ópalo grisáceo, celeste grisáceo y gris perlado, translúcidos; Jaspe amarillo, Geodas y Ágatas con Calcedonia negra y celeste, y otras estructuras y texturas muy vistosas.



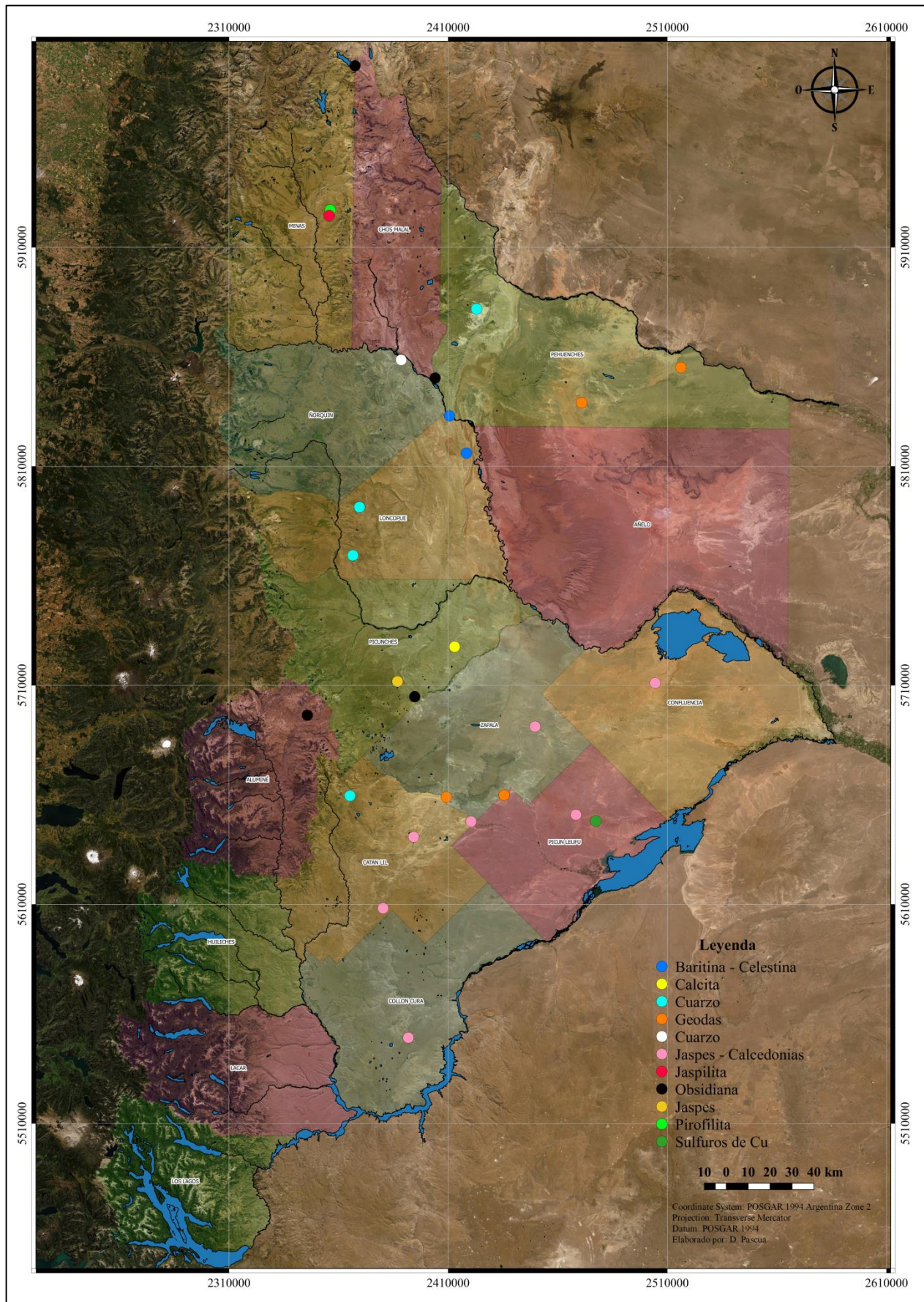
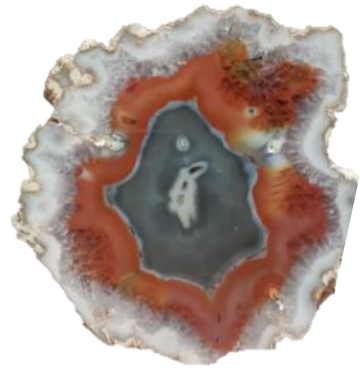
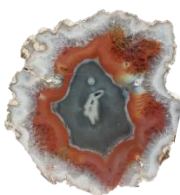


Fig. 5: Ubicación de los Recursos gemológicos, de lapidación y colección de la Provincia del Neuquén.



VARIEDADES DE LA SÍLICE
DE INTERÉS GEMOLÓGICO



Variedades de la sílice de interés gemológico

En esta primera parte, de los Recursos gemológicos, de lapidación y colección de la Provincia del Neuquén, se describirán las variedades del Grupo de la sílice, de las cuales existen tres tipos, el cuarzo macrocristalino, el cuarzo microcristalino o criptocristalino y las variedades amorfas o mineraloides:

Variedades macrocristalinas

El cuarzo macrocristalino forma cristales de hábito prismático, muy desarrollados, estriados horizontalmente y terminados en uno o dos extremos por romboedros, uno positivo y otro negativo, con apariencia de pirámide. Generalmente alargados, en muchas ocasiones se deforman por un desarrollo desigual, dando formas comprimidas. Se forman maclas muy características, como la macla del Brasil o la macla del Delfinado.

Cuarzos

Las primeras gemas en ser consideradas como tales fueron algunas variedades del cuarzo (dióxido de silicio, SiO_2), uno de los minerales más abundantes de la corteza terrestre. Sus diversos colores y formas definen distintas variedades gemológicas, entre ellas, las más valoradas son: cristal de roca, amatista, citrino, etc. En la naturaleza, el cuarzo macrocristalino se presenta como cristales con forma de prismas hexagonales que culminan con una pirámide. Presentan las siguientes características:

- *Composición y estructura:* es un óxido de silicio (SiO_2) que se dispone en forma de tetraedros, compartiendo todos los oxígenos. Cristaliza en el sistema trigonal, en cristales de hábitos prismáticos terminados en combinación de romboedros que producen el efecto de una bipirámide hexagonal; generalmente los cristales están maclados.

- *Propiedades físicas:*

- *Dureza:* 7 en la escala de Mohs.

- *Exfoliación y Fractura:* exfoliación no perceptible, fractura concoidea y astillosa.

- *Peso específico:* generalmente constante en los fanerocristalinos: 2,65.

- *Propiedades ópticas:*

- *Brillo:* vítreo.

- *Transparencia:* en muchas variedades muy transparentes o translúcidas.

- *Refracción:* por ser trigonal es uniáxico. El valor de sus índices es más bien bajo y constante 1,544 - 1.553, signo óptico positivo y birrefringencia media 0,009.

- *Pleocroismo*: muy débil.
- *Dispersión*: baja (0,013).
- *Espectro de absorción*: ninguna de las variedades presenta espectro típico.
- *Luminiscencia*: inerte a ultravioleta.
- *Inclusiones*: aparecen gran número de inclusiones sólidas, y también cavidades con líquidos inmiscibles.
- *Talla*: las variedades transparentes del cuarzo se tallan en las formas tradicionales y las opacas en cabujón.
- *Origen y Yacimientos*: el cuarzo es el mineral más abundante que existe en la corteza terrestre, suele aparecer en grandes masas, en filones o vetas, etc.
- *Variedades por Color*: en el ámbito de la provincia existe una gran variedad de cuarzo macrocristalino:
 - *Cuarzo hialino o Cristal de roca*: es incoloro y transparente incluso a los rayos ultravioleta e infrarrojo. Tenemos cuarzos bipiramidales vistosos, transparentes y con grandes inclusiones fluidas internas, apreciados para montar en bruto. Ej.: Cuarzo variedad Hialino de la zona de Vega de la Veranada y de la zona del cerro Tres Puntas.
 - *Cuarzo citrino*: es una variedad transparente de color amarillo, naranja a naranja parduzco debido a la presencia de hierro (Fe^{+3}). Se han hallado algunos ejemplares en la zona este del cerro Loma del Medio y Vega de la Veranada
 - *Cuarzo lechoso*: variedad de cuarzo incoloro que adquiere aspecto lechoso debido a millares de diminutas inclusiones fluidas. Ej.: esta variedad se ha hallado en la zona de Vega de la Veranada; en la zona del cerro Tres Puntas.
 - *Cuarzo ahumado*: variedad transparente de color pardo grisáceo a casi negro debido a centros de color formados por la sustitución de Si por Al y a radiaciones naturales. Ej.: Cuarzo variedad Cairngorm cuando su color es pardo claro a oscuro y, Cuarzo variedad Morrión cuando su color es casi negro. Estas variedades se han hallado en la zona de Villa Puente Picún Leufú.
 - *Cuarzo ferrífero o hematoide*: cristales bipiramidales con brillo vítreo, de color rojo, naranja-rojo o amarillo-naranja, debido a la presencia de óxidos de hierro o a inclusiones de materiales arcillosos de color rojo.
 - *Cuarzo amatista*: es la variedad de color púrpura o violeta más o menos oscura, el color se debe a la existencia de centros de color producidos por Fe^{+4} (posiciones especiales en amatista) y radiaciones naturales. A veces se observa una estructura zonal

con coloración decreciente en uno u otro sentido en el cristal. Se encuentra en cuatro zonas: Rincón de los Sauces, Añelo, Barda Negra y Catán Lil; en todos los casos, se han encontrado pequeñas geodas con una coloración violeta de tono medio.

- *Cuarzo rosa*: es una variedad traslúcida de un color rosa en varias tonalidades, por la presencia de Mn y Ti. Se lo ha encontrado formando cristales en geodas en la zona de Barda Negra pero tienen un color rosa mucho más pálido.

- *Cuarzo prasio*: cristales de cuarzo transparente a translúcido u opacos, de tonalidad verdosa por inclusiones de piroxenos y brillo vítreo a mate.

- *Variedades por Hábito*:

- *Cuarzo fibroso*: en agregados fibrosos delgados, paralelos o radiales.

- *Cuarzo prismático o columnar*: disposición de caras paralelas formando columnas.

- *Cuarzo en cetro*: cristales en los que una punta de cristal de segunda generación creció encima de otro cristal de cuarzo. Para ser un cuarzo cetro, el cristal de cuarzo de segunda generación debe crecer en paralelo al cristal subyacente. En un cuarzo cetro típico, la punta más joven es más grande que la primera, pero también puede ser más pequeña (entonces se denomina cetro inverso).

- *Cuarzo fantasma*: cuarzos que presentan inclusiones en forma de pirámides concéntricas en su interior.

- *Cuarzo estrella*: agrupaciones esféricas o en forma de roseta de cristales de cuarzo prismáticos han crecido radialmente o en forma de estrella a partir de un núcleo central, por lo general, una capa de Calcedonia.

- *Cuarzo esquelético o Elestial*: exhibe características únicas de crecimiento de disolución internas y externas que resultan de condiciones inestables durante la cristalización. Suelen tener líquido de formación.

- *Variedades por Inclusiones*:

- *Cuarzo rutilado*: cuarzo con inclusiones de cristales aciculares de Rutilo.

- *Cuarzo turmalinado*: cuarzo con inclusiones de cristales aciculares de Turmalina (variedad Chorlo).

- *Cuarzo antraxolítico*: cuarzo con inclusiones de Antraxolita.

Cuarzo hialino. Paraje Vega de la Veranada - Yesera del Tromen

1. Generalidades:

a. Ubicación y accesos: en el Paraje Vega de la Veranada, en el área conocida como Yesera del Tromen, al noroeste de Pampa Tril, se hallan yacimientos de cuarzo hialino o cristal de roca. En dicho sector existe una Zona exclusiva de interés especial para la Prospección minera. Se accede desde Buta Raquil, 23 km hacia el sur por la Ruta Nacional N° 40 hasta el acceso a la mina y por éste 7 km hacia el oeste por una huella minera.

2. Servicios e infraestructura:

a. Localidad más próxima: Buta Ranquil, unos 23 km hacia el sur.

b. Estación ferroviaria más próxima: Plaza Huincul, hoy sin servicio. Actualmente el servicio ferroviario llega hasta la localidad Senillosa.

c. Ruta asfaltada más próxima: Ruta Nacional N° 40 a 7 km al este.

d. Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua: no hay disponibilidad de ninguno de estos insumos.

e. Disponibilidad de viviendas / campamento: no tiene, en los alrededores se hallan algunos puestos de crianceros.

f. Existencia de plantas de beneficio: no tiene, la mayoría de los cristales no requieren procesamiento.

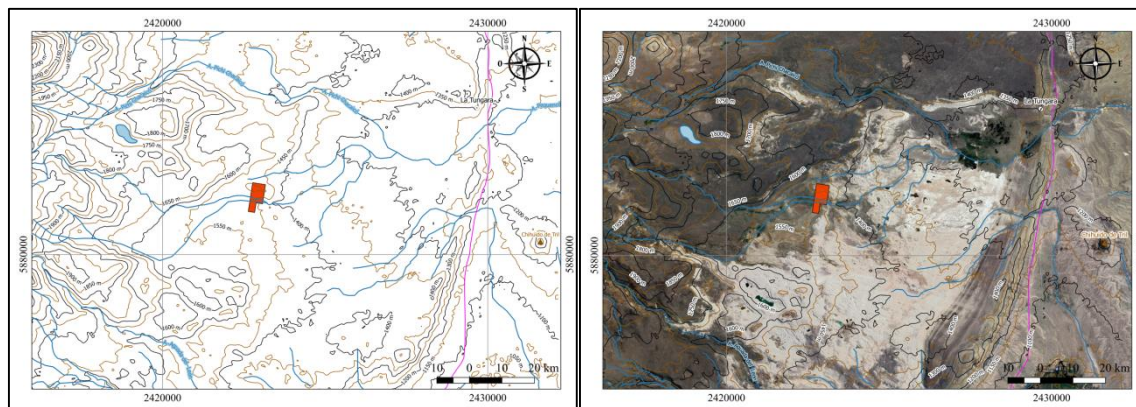


Fig. 6: a y b: ubicación de la zona de interés.

3. Estacionalidad climática: el área se encuentra en la Región Extrandina, un sector de relieve de sierras, pedimentos mesetiformes y mesetas basálticas por encima de los 900 m.s.n.m. El clima varía de subhúmedo-seco a árido, las precipitaciones anuales varían de 150 a 300 mm, las temperaturas extremas van de una máxima absoluta de 42°C en verano a una mínima de -13°C en invierno.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: el área afectada por el yacimiento es una superficie de 30 Has, aproximadamente. Se puede cuantificar las áreas de afectación o de extracción-recolección en un 20% de su superficie.

5. Sistema de explotación: históricamente la recolección-extracción, se realizó a pequeña escala de dos maneras: 1) recolección manual de los cristales de cuarzo en superficie; 2) excavación superficial mediante piqueta, pala, para luego realizar el tamizado y la recolección de los cristales.

6. Geología del yacimiento:

a. Geomorfología: en el sector predomina el paisaje con relieve volcánico, dada la gran actividad efusiva desarrollada a partir del Cenozoico; se han identificado, en base a los distintos grados de retrabajo por parte de los agentes exógenos, relieves primarios erosionados. Las erupciones presentan coladas que conservan su individualidad, sin mayor interferencia entre sí, son de corto recorrido y sus contornos no son digitados; las lavas son del tipo AA con un relieve áspero. Las coladas de los diferentes eventos se superponen presentando resaltos. Asociada a la Fm. Auquilco se observa morfogenia kárstica, dónde su generación y desarrollo requiere la presencia de rocas solubles. Son geoformas menores y su restringida distribución se halla concentrada en las exposiciones del yeso.

b. Estructura: la zona donde se hallan los cristales se encuentra en la denominada Faja plegada y corrida de Malargüe, esta faja se caracteriza por grandes estructuras de plegamiento asociada a fallamiento compresivo. Dichas estructuras de basamento se han producido mediante una combinación de inversión tectónica y desarrollo de transiciones frágil-dúctiles asociadas a la expansión del magmatismo de arco hacia el antepaís. En territorio neuquino se observan dos trenes estructurales, uno oriental: el anticlinal de la sierra de Reyes y su continuación hacia el sur en territorio neuquino en el anticlinal de Pampa Tril y La Yesera de Auquilco, y otro más occidental correspondiente al anticlinal de la Yesera del Tromen (Ramos *et al.*, 2011). Las estructuras corresponden a grandes anticlinales controlados por fallas inversas que levantan el basamento en el sector externo del engolfamiento y han sido modeladas mediante diferentes geometrías (Ploszkiewicz, 2002; Allmendinger *et al.*, 2004; Zamora Valcarce *et al.*, 2006b entre otros).

7. Marco geológico: en el área de Vega de la Veranada se presenta una secuencia jurásica que abarca desde el Calloviano hasta el Kimeridgiano, representada por las Formaciones Los Molles, Lajas, Lotena, La Manga, Auquilco y Tordillo. Holmberg (1976), al efectuar en la década del '50 el levantamiento de la Hoja 32c Buta Ranquil, menciona la existencia de cuarzos idiomorfos en la Fm. Auquilco resaltando además la presencia de gran cantidad de nódulos de sílice dispersos sobre los terrenos yesíferos,

especialmente en las cercanías de la mina de asphaltita La Yesera I de la entonces compañía Tung Ar (Tungstenos Argentinos).

a. Estratigrafía: la Fm. Auquilco del Grupo Lotena está integrada por una secuencia monótona de niveles de anhidrita y yeso de tipo estratificado, a veces bien laminado, nodular, estratoligado y nodular (Polanski, 1972), de coloración blanco grisácea, en bancos con estratificación poco marcada y a veces desdibujada por procesos de disolución. Se intercalan en la sucesión evaporítica, aislados niveles calcáreos fétidos, de color castaño grisáceo claro, con marcados signos de disolución ya que presentan innumerables cavidades y oquedades, de tamaños variables, por lo común desde algunos milímetros hasta 5 ó 6 centímetros de diámetro máximo (de Barrio, 1994). La anhidrita ha sufrido, previamente a su solubilización, procesos locales de hidratación por meteorización con su consiguiente transformación en yeso, cuya disolución parcial en algunos lugares ha dado origen a un relieve irregular de pequeñas colinas de 2 a 3 m de altura, puntas, crestas y pequeños bajos, observables en la región del noroeste de Pampa Tril. Al NO de Pampa Tril esta formación contiene gran cantidad de agua, que probablemente es el agente productor de pequeñas cuevas y cuencas cerradas irregulares donde es frecuente la presencia de agua estancada (minas La Yesera I y La Yesera II); la más importante en la región es la Laguna Auquinco, cuyo origen puede también atribuirse a disoluciones parciales y a un hundimiento simultáneo, aunque sin forma definida de

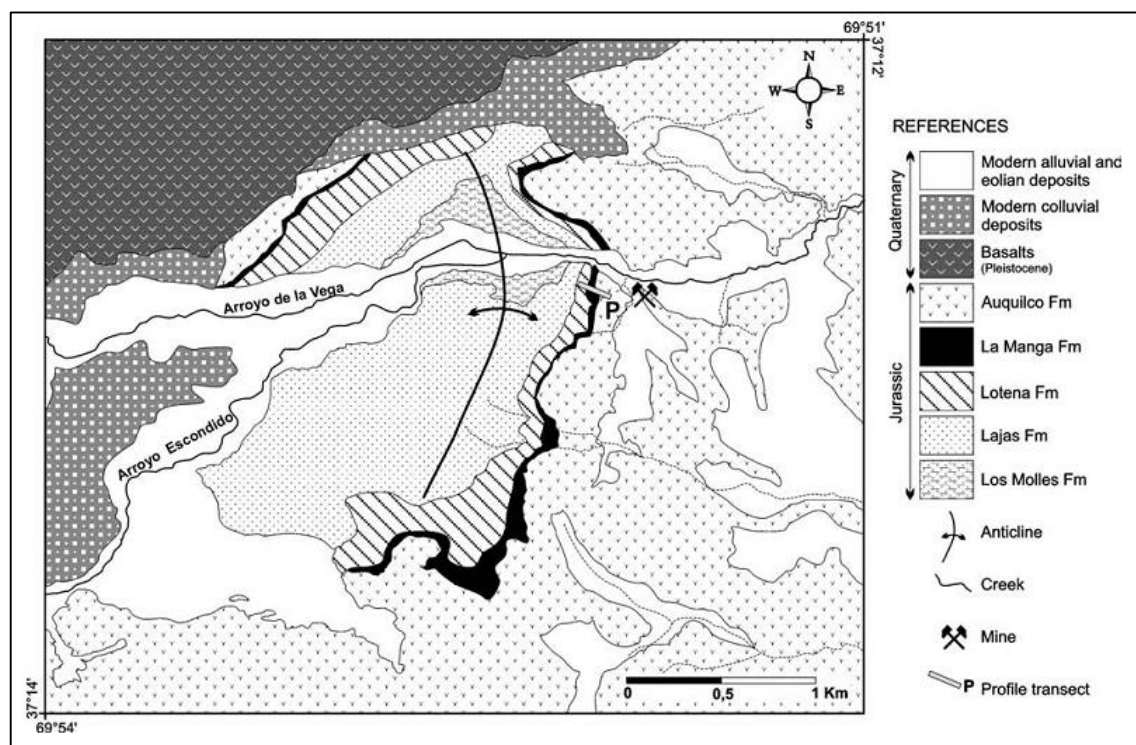


Fig. 7: geología del área (tomado de Parent y Garrido, 2015).

embudo (Lambert, 1956, Holmberg, 1976). En algunos sitios a la anhidrita y al yeso se los encuentra casi en estado puro (Dessanti, 1978) pero en otros está como yeso arenoso (Holmberg, 1976). En afloramientos frescos el color es blanco brillante pero en general es gris blanquecino; suele contener nódulos de sílice coloidal y cristales de cuarzo biterminados (Holmberg, 1976).

8. Modelo genético: bajo el nombre colectivo de cuarzo hialino se agrupa a los cristales de cuarzo transparentes y brillantes, generalmente biterminados, a menudo asociados con inclusiones de petróleo y/o asociados con depósitos de petróleo o carbón dentro de rocas sedimentarias. Todos estos cristales de cuarzo se formaron bajo condiciones hidrotermales de baja temperatura en las rocas sedimentarias.

9. Litotectos y Mineralotectos:

a. Litotectos: a la Fm. Auquilco del Grupo Lotena se la considera un litotecto de alto potencial, por ser una unidad con amplia distribución regional, ésta unidad se extiende sobre el frente oriental y sudoriental del volcán Tromen, sector central de la sierra de Huantraico y valle superior del río Colorado, sobre el área circundante a la localidad de Rincón de los Sauces, prosiguiendo desde allí hacia territorio mendocino.

b. Mineralotectos: las calizas y el yeso pulverulento contienen a los cristales de



Fig. 8: a) vista de los morritos coronados por calizas fértidas portadoras de cristales (foto M. Dalponte), b) roca de caja y cristales de cuarzoes hialinos biterminados (foto S. Cocca), c) cristal de cuarzo hialino (foto Hebe Tomkevicius) y d) pseudomorfo de cuarzo según fluorita (MOZ-Mi-16800) (foto S. Cocca).

cuarzo hialino idiomorfo, biterminados, con inclusiones y/o impurezas de materia orgánica carbonosa (antraxolita?). En ocasiones, se encuentran con esta misma presentación, pero de coloración amarillenta (cuarzo citrino) o castaño grisáceo (cuarzo ahumado), asociados a calcita con cristales tipo “diente de perro” y algo de yeso. Los cristales de cuarzo hialino se presentan con la combinación del prisma hexagonal (1010) con los romboedros positivo y negativo (1011) y (0111), de dispar desarrollo, de hábito prismático, habitualmente con caras estriadas. La relación largo/ancho fue determinada como de 1,45 (de Barrio *et al.*, 1994). El tamaño de los cristales colectados varía desde pocos mm hasta más de 2 cm. En el sector se han hallado pseudomorfos de cuarzo según fluorita (MOZ-Mi-16800), de color castaño amarillento, grisáceos, de 1 a 2 cm; con formas combinadas de cubo y octaedro (*com. verb. R. de Barrio*). En Vega de Escalona, unos pocos kilómetros al norte, se han hallado cristales de fluorita sin reemplazo y con formas distintas a los cubos y octaedros (*com. verb. T. Montenegro*).

Variedades microcristalinas

El cuarzo microcristalino o criptocristalino, está formado por cristalitos microscópicos de cuarzo en fibras paralelas cuyos ejes son perpendiculares a la superficie; forma agregados reniforme, estalactíticos, en costras, masas compactas, entre otros. Su peso específico suele ser más alto de lo normal debido a las mezclas, en el resto de las propiedades mantiene las características ya citadas en el cuarzo macrocristalino. Casi siempre se tallan en cabujón.

La variedad principal es la Calcedonia, seguida por Ágatas y Jaspes, según su transparencia y estructura, aunque a veces es difícil encajar algunos ejemplares en una u otra clasificación. Se pueden definir dos tipos generales, sólo distinguibles al microscopio:

a) *fibrosas*, las variedades se denominan genéricamente como Calcedonia, pudiéndose distinguir, a su vez, variedades tales como Ágata (caracterizada por su estructura bandeada formada por capas alternantes de distinto color, dispuestas en superficies curvas y concéntricas), el Ónice (semejante al ágata, pero en capas definidas según planos paralelos) y el Heliotropo (verde y con pequeños puntos rojos) y,

b) *granulares*, las variedades más relevantes son el Jaspe (con brillo mate y generalmente de color rojo) y el Sílex o pedernal (con brillo mate y colores oscuros).

Calcedonias y Jaspes

Estas especies minerales ocurren asociados en la mayoría de las localidades descriptas en la provincia. En el comercio de gemas, con el nombre de Calcedonia se describen variedades de color blanco o azul, para distinguirla de la variedad multicolor con bandas de Ágata y otras variedades únicas de este mineral. Los cristales que le dan cuerpo son diminutos, tan pequeños que resultan inapreciables, y se encuentran densamente empaquetados unos con otros para formar unas fibras que quedan inmersas en una matriz más o menos amorfa; esta estructura se conoce con el nombre de microcristalina. Debido a este denso empaquetamiento, la Calcedonia suele presentarse en formas radiales, botroidales, arriñonadas, masivas, nodulares, masas con bandas y estalactíticas. Su brillo es vítreo, ceroso o nulo, en función de su composición. Su fractura es concoidal y su tenacidad es frágil. Presenta un excelente pulido, de hecho después de un pulido prolongado, algunas variedades pueden exhibir un brillo que parece emanar desde adentro (brillo profundo).

La Calcedonia se presenta en una amplia gama de colores, total o parcialmente translúcidas, presentan aspecto lechoso o turbio frecuentemente; con estructura fibrosa. Sin embargo, hoy en día, el término Calcedonia se utiliza con mayor frecuencia en referencia a un tipo muy específico de cuarzo criptocristalino, a menudo denominado Calcedonia real o calcedonia en sentido estricto. Para minimizar la confusión, otras variedades de cuarzo criptocristalino se comercializan con sus propios nombres comerciales individuales, como Ágata en bandas, Cornalina o Jaspe. La piedra preciosa Calcedonia se distingue por su translucidez y su color sólido y más claro, que suele oscilar entre azulado y blanco o gris, pasando por amarillos entre naranja y rojizos (Variedad cornalina). En la provincia se pueden citar las siguientes variedades:

- *Calcedonia común*: grisáceas, azules, amarillentas o incoloras; siempre lechosas.
- *Cornalina o carneola*: es una calcedonia traslucida coloreada por la presencia de óxidos de hierro, su coloración varía entre anaranjado, rojizo o rojo parduzco.
- *Calcedonia Prasa*: de color verde, debido a la presencia de níquel y cromo, tiene un color distintivo y tiene un precio más alto que las otras variedades.
- *Calcedonia oscura o Sardo*: de color pardo.
- *Calcedonia arborescente o Ágata dendrítica*: es una calcedonia con inclusiones de óxido de hierro y de manganeso que toman la forma de ramas o musgos.

El Jaspe es una roca de origen volcano-sedimentario, pero al estar mayoritariamente formada por cuarzo microcristalino se considera dentro del Grupo de la Sílice, posee un 20% de otros minerales, generalmente óxido de hierro. Son raros los jaspes de un solo color, debido a las impurezas que le dan esa coloración pueden ser de color verde, azul apagado o negro; casi opaco y tiene brillo mate. Los patrones del jaspe se forman durante el proceso de consolidación, determinado por el flujo y deposición de fluidos ricos en sílice; se presenta como incrustaciones o rellenos de cavidades y venas. Puede cristalizar junto con el ágata o el ópalo. Los patrones más comunes del Jaspe incluyen un aspecto marmolado y veteado, anillos orbitales, rayas, manchas, llamas y franjas. Por tener un buen comportamiento al corte y pulido, es un buen material para lapidar y con aplicaciones en joyería o gemología en sus variedades más apreciadas; por lo que es normal ver hermosas piezas en cabujones engarzados, facetados o rolados, también se utiliza en confección de tallas y adornos, en distintas figuras geométricas (esferas, pirámides, cubos) además de piezas naturales con una cara pulida.

Al igual que el ágata, hay muchos nombres comerciales y clasificaciones usadas para el jaspe hoy en día. Esto hace que exista regionalización de nombres para denominarlos conforme a las apetencias comerciales:

- *Plasma*: de color verde uniforme oscuro, debido a las inclusiones de clorita.
- *Heliotropo o Sanguina*: de color verde uniforme oscuro con manchas rojas de óxido de hierro.
- *Prasio*: verde oscuro con inclusiones de actinolita.

Dada la vasta extensión de la ocurrencia de Calcedonias y Jaspes en la provincia, los puntos de muestreo se proceden a enumerarlos por localización geográfica, de norte a sur de la Provincia:

Jaspes y Calcedonias, Ruta 17, tramo norte

1. Generalidades:

a. *Ubicación y accesos*: los rodados de Calcedonia y Jaspe se hallan en la región Norte del trazado de la Ruta Provincial N° 17, en dirección a la localidad de Añelo. A los puntos de muestreo se accede desde Plaza Huincul girando a la izquierda con dirección a Añelo por dicha ruta; para acceder al Punto 1, transitar unos 12,7 km, luego se gira a la derecha por camino vecinal 6,3 km con dirección noreste; para luego girar a la izquierda por picada de acceso a locaciones petroleras con rumbo noroeste 1,95 km. Para acceder al Punto 2, transitar 25,7 km, girando luego a la derecha con dirección Este 2,1 km por

camino vecinal se ingresa a la derecha unos 200 metros. Los mismos se encuentran en antiguas labores de canteras y sus alrededores.

2. Servicios e infraestructura:

- a. *Localidad más próxima:* Plaza Huincul, a 12 y 25.7 km al sur, respectivamente.
- Estación ferroviaria más próxima: Plaza Huincul, hoy sin servicio.
- b. *Ruta asfaltada más próxima:* ruta provincial N° 17 al Oeste.
- c. *Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua:* no hay disponibilidad de ninguno de estos servicios.
- d. *Disponibilidad de viviendas / campamento:* se cuenta con la proximidad de la localidad de Plaza Huincul, por lo que no sería necesario instalar campamento minero.
- e. *Existencia de plantas de beneficio:* no existen en las cercanías.

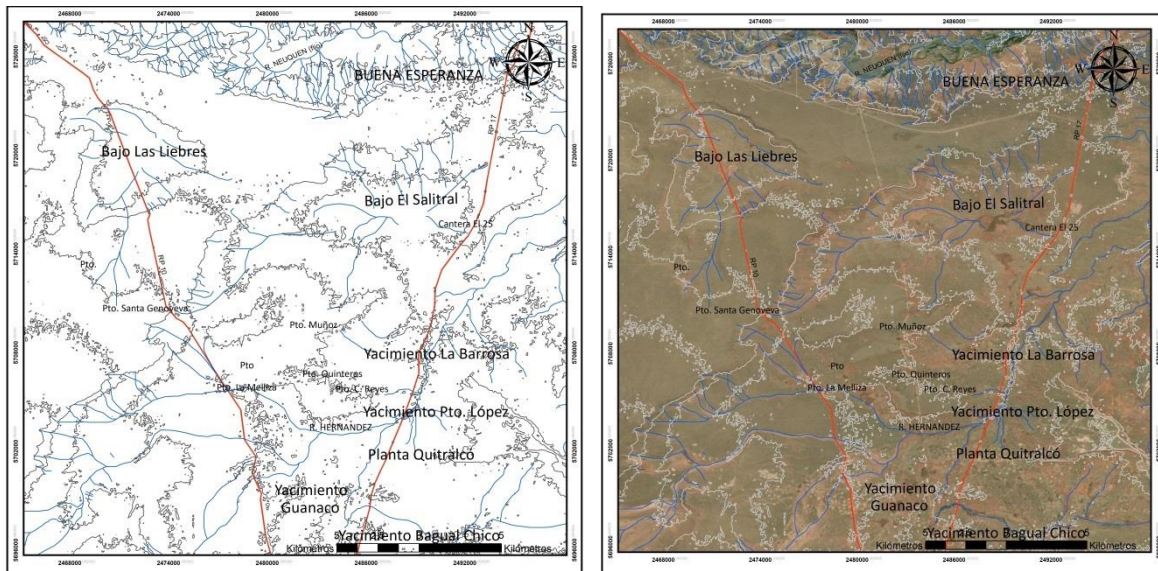


Fig. 9: a y b: ubicación de la zona de interés.

3. Estacionalidad climática: el área se encuentra en la Región Extrandina, se encuentra comprendida en la clasificación de clima árido de estepa patagónica, las precipitaciones anuales no superan los 150 mm, concentradas en la época invernal. En verano y otoño, pueden producirse lluvias convectivas intensas y de corta duración, en invierno las precipitaciones son más prolongadas y de mediana a baja intensidad viéndose favorecidas por la poca resistencia orográfica de la región en su parte oriental. Son poco frecuentes las nevadas, poco duraderas llegando a tener una acumulación nívea entre 5 a 10 cm. Las temperaturas extremas van de una máxima absoluta de 40°C en verano a una mínima de -8,5°C en invierno. La región cuenta con un moderado a alto déficit hídrico estival, determinando por su condición fría.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: potencialmente, el área con materiales silíceos sueltos, y conglomerados se la puede observar al largo de una corrida de rumbo NO - SE y ocupa unas 50 Ha.

5. Sistema de explotación: la recolección se realiza manualmente y de forma esporádica e informalmente. Dado la metodología antes mencionada, se desconocen volúmenes ciertos de recolección; esta se ve favorecida por la apertura de canteras para uso de obras viales y o petroleras.

6. Geología del yacimiento:

a. Geomorfología: como características geomorfológicas podemos decir que es una zona de meseta con escasa pendiente en dirección al este, lomadas rodeadas de bajos y bañados; el punto más elevado lo constituye la meseta Sierra Barrosa (640 m) al Este de los puntos observados. En el lugar de ocurrencia se puede observar la presencia las siguientes geoformas: a) Remanentes de planicies estructurales, litológicamente controladas por denudación y exposición de un banco resistente de la sucesión mesozoica; en forma regional o local integran un característico paisaje de extensas mesas, asociadas a mesillas, monumentos y tepees. Estos componen numerosos montes testigos, que facilitan la reconstrucción parcial de la primaria extensión de los afloramientos originales de las formaciones; se los puede observar al Este de los puntos de interés, en la Sierra del Portezuelo. b) Remanentes de planicies estructurales sedimentarias, controladas por una cubierta conglomerádica; han sido diferenciados no sólo por la temporalidad dispar de sus depósitos, discontinuidad y aislamiento, sino también por su exclusiva o predominante composición por gruesas acumulaciones de rodados cementados por carbonato de calcio, características litológicas a las que deben su persistencia en el relieve. c) Paisajes de estructuras plegadas (anticlinales y sinclinales), geoformas comunes en los ambientes mesozoicos afectados por el plegamiento terciario, que ha generado serranías anticlinales y valles sinclinales.

b. Estructura: el área en su sección Sur, está dentro del ámbito de la Dorsal de Huincul, en su sección Norte, se encuentra en el ámbito del Engolfamiento Neuquino. La primera, consiste en una estructura anticlinal prolongada, Ramos (1973), señala varias direcciones de incipientes pliegues de rumbo general este-oeste, los que afectan a los estratos del Grupo Neuquén; la dirección de los ejes de estos pliegues es paralela a la Dorsal Huincul. El segundo, comprende la región extrandina del Neuquén, está caracterizado por un plegamiento de las secuencias mesozoicas y terciarias.

7. Marco geológico: en el área de ocurrencia, se encuentran sedimentitas cretácicas de las formaciones Candeleros, Huincul, Cerro Lisandro; los sedimentos más modernos están comprendidos por niveles la Formación Cerro Bayo Mesa, continuando con Depósitos del II Nivel de Pedimentos, Depósitos aluviales y coluviales (que son portadores de los rodados silíceos objeto de estudio) y Depósitos aluviales, fluviales y de abanicos recientes. Los rodados silíceos, se encuentran al pié de laderas, y rellenando antiguos cursos de agua y han sido dispersados tanto por cursos de agua permanentes o semipermanentes o bien por acción de la gravedad, mostrando granulometría decreciente a medida que la distancia del área de aporte aumenta. Estos rodados son lustrosos, no siempre bien redondeados presentando características angulosas a sub redondeados.

a. Estratigrafía: la ocurrencia de ágatas, calcedonias y jaspes se encuentra en los Depósitos que cubren el II nivel de pedimentos (conglomerados, gravas, arenas); estos materiales son de proveniencia local, ya sea de las unidades infrayacentes biseladas o de la escarpa de erosión que limita estos niveles en su zona proximal. Hacia su parte distal pasan a Depósitos aluviales o eólicos o a otra generación de superficies pedimentadas más jóvenes, a las que denominamos de flanco. Los rodados más antiguos identificados y que revisten cierto grado de interés gemológico son aportados por niveles erosionados de los depósitos epiclásticos, y conglomerados polimícticos, de las formaciones Candeleros

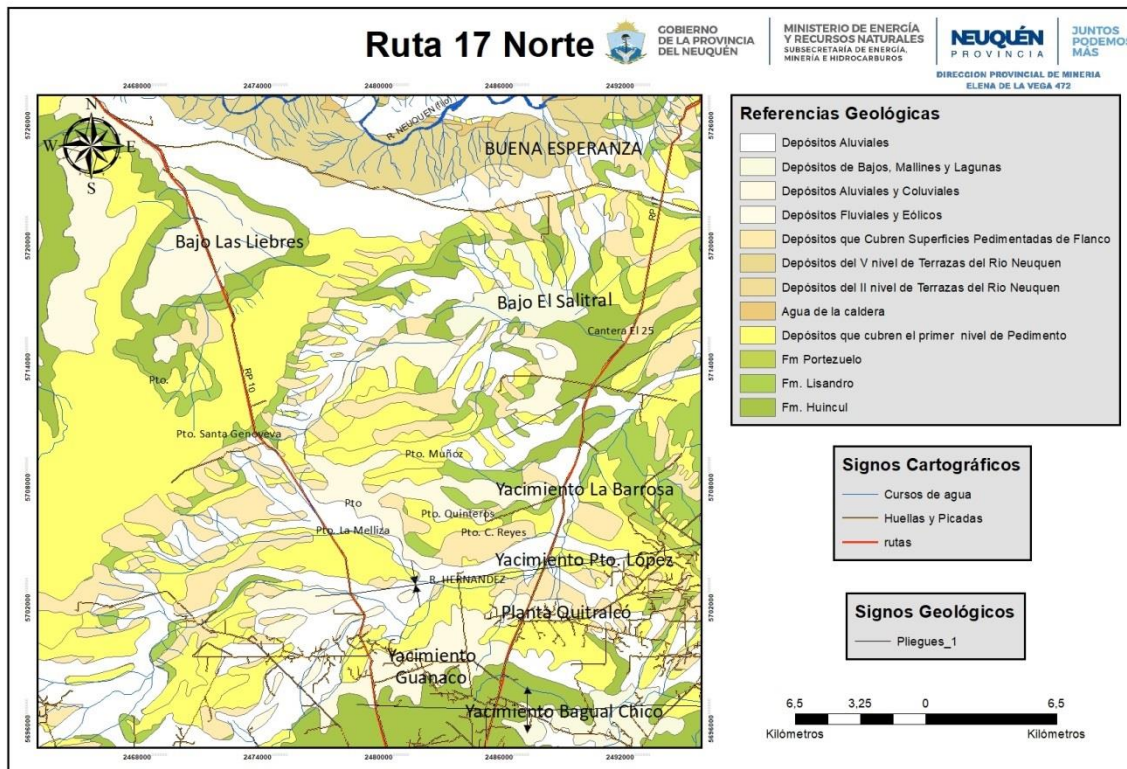


Fig. 10: geología del área.

y Huincul.

8. Litotectos y mineralotectos:

a. *Litotecto*: el depósito de rodados silíceos fue originado por degradación de niveles conglomerádicos, de unidades litoestratigráficas adyacentes en el área, como ser formaciones Candeleros y Huincul. La presencia de jaspes y calcedonias ocurre en sedimentos modernos y está dada por la acumulación de rodados a partir de procesos erosivos (aluviales), desconociéndose el primario. La roca huésped, la constituyen los sedimentos modernos de los Depósitos que cubren el II nivel de pedimentos.

b. *Mineralotecto*: lo constituyen rodados relativamente pulimentados por transporte y erosión eólica (ventifactos), algunos angulosos, de rocas graníticas, gneises, porfiritas, riolitas, cuarzo, ágatas, calcedonias y jaspe y basaltos.



Fig. 11: a) Jaspe brechoso, b) Ágata bandeada con “efecto parallax” (foto S. Cocca).

Jaspes. Cerro Bandera

1. Generalidades:

a. *Ubicación y accesos*: desde Zapala se toma la Ruta Nacional N° 22 hacia el este y se recorren 41 km hasta llegar al acceso del área petrolera Cerro Bandera, donde se toma hacia el norte por unos 5 km.

2. Servicios e infraestructura:

- a. *Localidad más próxima*: Cutral Có, a 34 km al Este.
- b. *Estación ferroviaria más próxima*: Cutral Có, hoy sin servicio.
- c. *Ruta asfaltada más próxima*: Ruta Nacional N° 22 al Sur.
- d. *Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua*: no hay disponibilidad de gas, energía eléctrica, ni agua.
- e. *Disponibilidad de viviendas / campamento*: no existe campamento dado que las labores mineras de arcillas preexistentes dejaron de trabajar hace tiempo.

f. *Existencia de plantas de beneficio:* no existen en las cercanías.

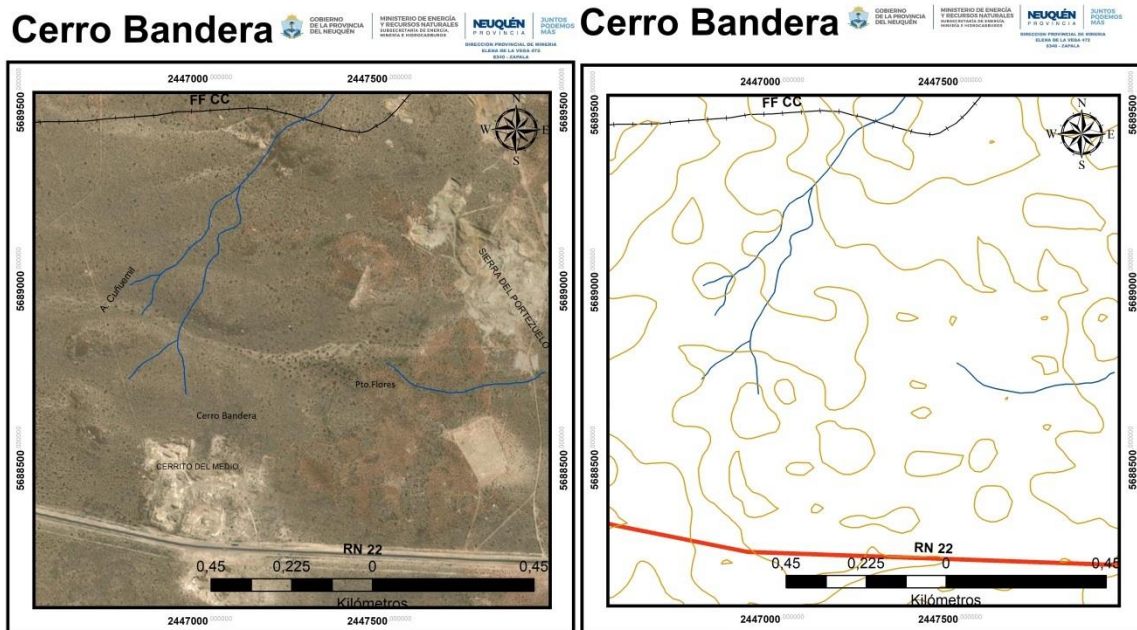


Fig. 12: a y b: ubicación de la zona de interés.

3. Estacionalidad climática: el área se encuentra en la Región Extrandina, en el sector se observa un relieve de sierras, pedimentos mesetiformes y mesetas basálticas por encima de los 1100 m.s.n.m., con un relieve marcado por cañadones y pequeños valles de escurrimiento. Regionalmente el punto de referencia se encuentra comprendido en la clasificación de clima árido de estepa patagónica, con precipitaciones que varían de 200 a 500 mm anuales, concentradas en la época invernal. En verano y otoño, pueden producirse lluvias convectivas intensas y de corta duración, en invierno las precipitaciones son más prolongadas y de mediana a baja intensidad viéndose favorecidas por la poca resistencia orográfica de la región en su parte occidental. Las temperaturas extremas van de una máxima absoluta de 40°C en verano a una mínima de -10°C en invierno. La región cuenta con un moderado a alto déficit hídrico estival, determinando por su condición fría.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: potencialmente, el área con materiales silíceos sueltos, ocupa más de 250 Ha; la corrida de los materiales de interés tiene un rumbo SE-NO.

5. Sistema de explotación: la recolección es totalmente manual y esporádica; dada la metodología antes mencionada, se desconocen volúmenes ciertos de recolección.

6. Geología del yacimiento:

a. *Geomorfología:* el área es una zona de lomadas rodeadas de bajos y bañados; los puntos más elevados son los cerros Bandera y Atravesado, y el escalonamiento sur de la

sierra del Portezuelo. Podemos observar la presencia de las siguientes geoformas: a) Remanentes de planicies estructurales, litológicamente controladas por denudación y exposición de un banco resistente de la sucesión mesozoica. En forma regional o local integran un característico paisaje de extensas mesas, asociadas a mesillas, monumentos y tepees. b) Remanentes de planicies estructurales sedimentarias, controladas por una cubierta conglomerádica. Si bien el proceso formativo es similar a lo antedicho, han sido diferenciados no sólo por la temporalidad dispar de sus depósitos, discontinuidad y aislamiento, sino también por su exclusiva o predominante composición por gruesas acumulaciones de rodados cementados por carbonato de calcio, características litológicas a las que deben su persistencia en el relieve. Conforman extensos remanentes de planicies estructurales sedimentarias (mesetas, mesas), dispuestas horizontalmente. c) Paisajes de estructuras plegadas, son geoformas comunes en los ambientes mesozoicos afectados por el plegamiento terciario, que ha generado serranías anticlinales y valles sinclinales; suelen mostrar una asociada y secundaria participación de estructuras homoclinales. d) Stocks, cuerpos hipabisales y diques magmáticos (devil's walls), exhumados por denudación; de formas y tamaños variados, asoman por denudación de su cubierta mesozoica como montes islas.

b. Estructura: el área se encuentra totalmente comprendida en Dorsal de Huincul. La misma consiste en una prolongada estructura anticlinal ubicada hacia el extremo sur de la cuenca.

7. Marco geológico: los depósitos de jaspe se encuentran en los Depósitos que cubren el II nivel de pedimentos; sobreyacen en discordancia erosiva a diversas unidades del Grupo Neuquén del Cretácico Tardío, a la Formación Cerro Bandera del Mioceno Superior y, específicamente en la zona de estudio, a la Formación La Bardita. Ésta última conforma el relieve (lomadas) sobre el que se apoyan los sedimentos con gravas de jaspe y está constituida por areniscas conglomerádicas y tobáceas, y tobas blanquecinas; fue depositada sobre un marcado relieve que originó fuertes variaciones en los espesores de la secuencia con acúñamiento lateral. La fuerte discordancia sobre la que se apoyan estos depósitos ha sido atribuida a un periodo de ascenso y erosión acaecido durante la fase diastrófica Pehuénchica (Oligoceno Tardío). Los eventos diastróficos correspondientes a las fases Quéchuica (Mioceno Tardío) y Diaguitica (Plioceno Tardío) han sido los principales responsables de la erosión y remoción de los depósitos de la Fm Cerro Bandera, quedando reducidos a pequeños cuerpos relictuales. Finalmente, cubren a esta unidad en discordancia erosiva, depósitos clásticos del Neógeno y del Cuaternario.

a. *Estratigrafía*: siguiendo lo descripto por Leanza (2001), la ocurrencia de jaspes se encuentra en los Depósitos que cubren el II Nivel de pedimentos (conglomerados, gravas, arenas); estos depósitos constituyen el segundo evento de erosión registrado en la región. Se considera que el nivel de base que condujo a la elaboración de estas superficies de pedimentación se encuentra en los principales bajos locales, conformando una generación de superficies de erosión más jóvenes que aquéllas determinadas por los depósitos que cubren superficies del I Nivel de pedimentos. Estas superficies de erosión y transporte biselan a las unidades infrayacentes sobre las que se depositan, y el material transportado por la acción fluvial sobre estos planos constituye delgados depósitos constituidos predominantemente por conglomerados, gravas y arenas subconsolidadas, cuyo espesor no supera los 2 metros.

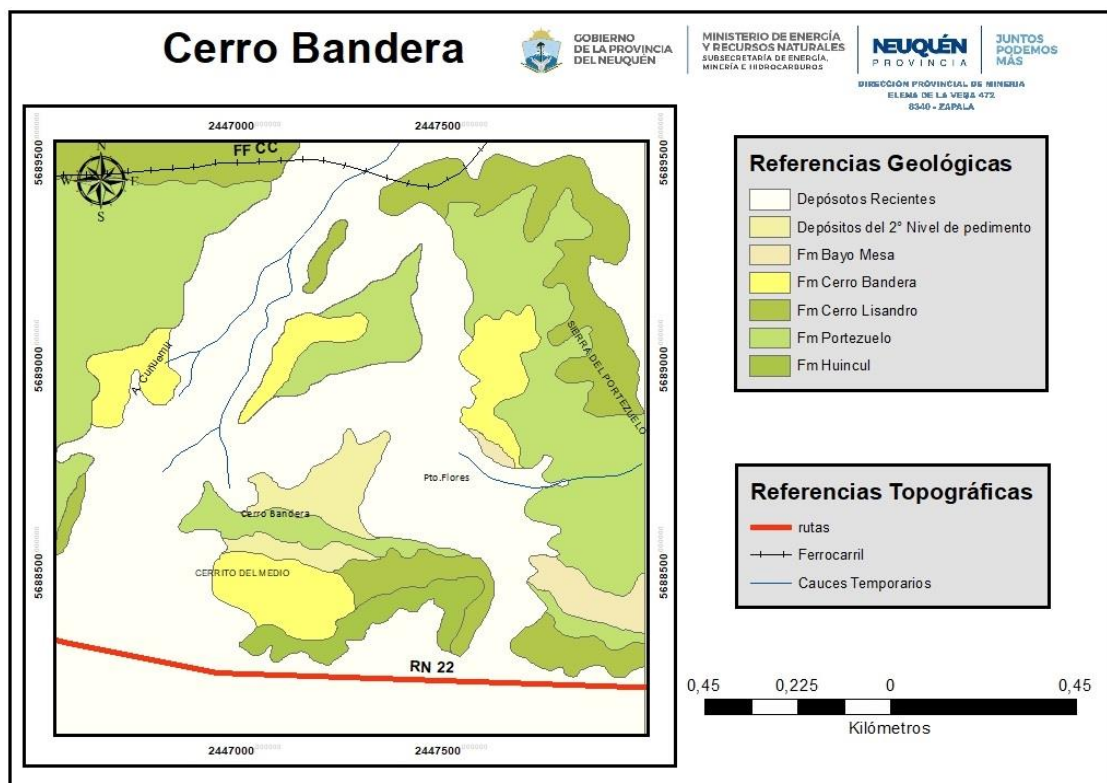


Fig. 13: a y b: ubicación de la zona de interés.

8. Litotectos y mineralotectos:

a. *Litotecto*: el depósito de rodados silíceos fue originado por degradación de unidades litoestratigráficas adyacentes en el área, como ser Formación Pampa Encima o la Formación Rincón Bayo. Conforman la roca huésped, los sedimentos modernos de los Depósitos que cubren el II nivel de pedimentos.

b. Mineralotecto: los rodados relativamente pulimentados por transporte y erosión eólica (ventifactos), algunos angulosos, de rocas graníticas, gneises, porfiritas, riolitas, cuarzo, jaspe, troncos petrificados y basaltos.



Fig. 14: a y b: Jaspe brechoso rojo y Jaspe bandeado (Fotos: S. Cocca).

Jaspes y Rodados silíceos. Ruta 17, tramo Sur

1. Generalidades:

a. Ubicación y accesos: las piezas muestreadas se hallan ubicadas en la región sur de la traza de la Ruta provincial N° 17. Se accede al primer sitio (Expte en Archivo 052/2006), desde Plaza Huincul, recorriendo 39,4 km en dirección sur hacia la localidad de Picún Leufú, después se gira con sentido Este por acceso a locación petrolera unos 2.000 m. Para acceder al segundo sitio (Expte en Archivo 990/2011), se continúa por Ruta provincial N° unos 7,6 km siempre con dirección a la localidad de Picún Leufú. Tercer sitio (Expte en archivo 2312/2004), se continúa otros 4,6 km.

2. Servicios e infraestructura:

- a. Localidad más próxima:* Plaza Huincul, a 34 km al Norte.
Estación ferroviaria más próxima: Plaza Huincul, hoy sin servicio.
- b. Ruta asfaltada más próxima:* ruta provincial N° 17 al este.
- c. Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua:* no hay disponibilidad de gas, energía eléctrica, ni de aprovechamiento de agua.
- d. Disponibilidad de viviendas / campamento:* no existe campamento dado que las labores de mineros preexistentes de áridos dejaron de trabajar hace tiempo.
- e. Existencia de plantas de beneficio:* no existen en cercanías.

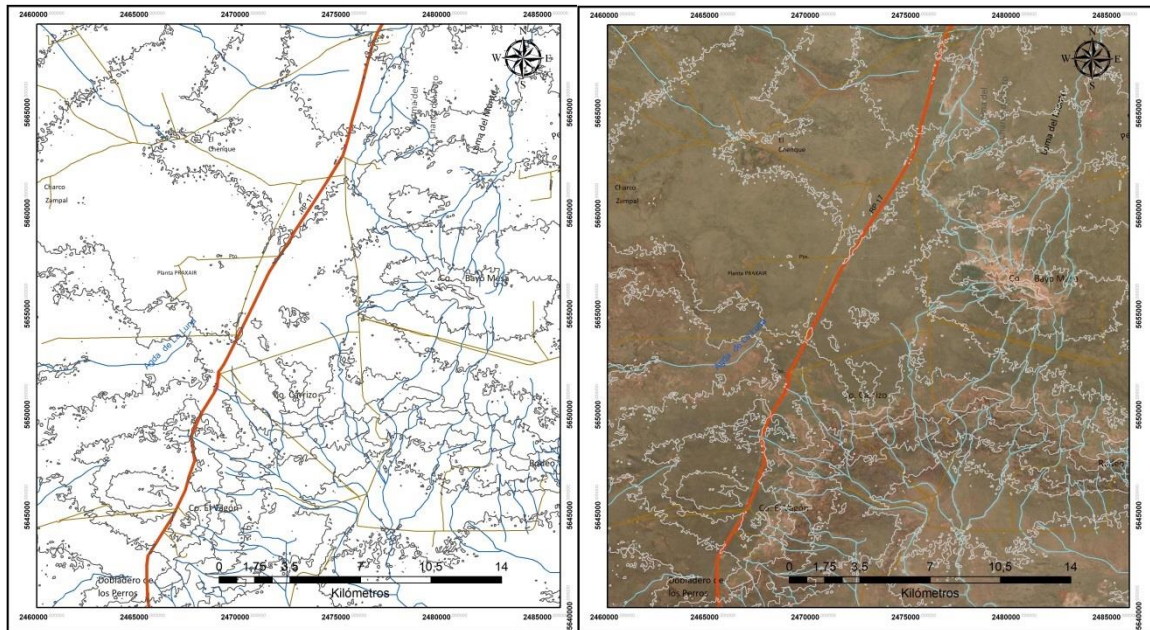


Fig. 15: a y b: ubicación de la zona de interés.

3. Estacionalidad climática: el área se encuentra en la Región Extrandina, en el sector se observa un relieve de sierras, pedimentos mesetiformes, sobre un paisaje de pedimentos disectados, bajos sin salida y planicies aluviales. Al Oeste se observa un relieve de serranías, pero por debajo de los 900 m s.n.m. formando un extenso ecotono con un relieve marcado por cañadones y pequeños valles de escurrimiento. Regionalmente, se encuentra comprendido en la clasificación de clima árido de estepa patagónica, con precipitaciones que varían de 50 a 200 mm anuales, concentradas en la época invernal. En verano y otoño, pueden producirse lluvias convectivas intensas y de corta duración, en invierno las precipitaciones son más prolongadas y de mediana a baja intensidad viéndose favorecidas por la poca resistencia orográfica de la región en su parte occidental. Las nevadas son poco frecuentes y poco duraderas, llegando a tener una acumulación nívea entre 10 a 20 cm; la temperatura media anual es de 18°C. La región cuenta con un moderado a alto déficit hídrico estival, determinando por su condición fría.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: al área con rodados silíceos sueltos y conglomerados se la puede observar a lo largo de una corrida de rumbo NO - SE. Ocupa unas 50 Has.

5. Sistema de explotación: la recolección es manual y esporádica; se desconocen volúmenes ciertos de recolección. Este se ve favorecido por la apertura de canteras para uso de obras viales y petroleras.

6. Geología del yacimiento:

a. Geomorfología: el área se encuentra en una zona de lomadas rodeadas de bajos y bañados. Al Este de los puntos de interés se observan los cerros Bayo Mesa (914 m), Cerro Carrizo (750 m), Cerro El Vagón (755 m) y al oeste el Cerro La Ventana (650 m). Se pueden observar geoformas: a) Remanentes de planicies estructurales, en su desarrollo es notoria la influencia ejercida por la intercalación de uno o más bancos, bien consolidado o cementado, tenaz a la erosión. La posterior exposición del mismo por denudación, genera un nivel protector superficial que limita una rápida degradación de los estratos subyacentes, generalmente friables. b) Remanentes de planicies estructurales sedimentarias, controladas por una cubierta conglomerádica, han sido diferenciados por sus gruesas acumulaciones de rodados cementados por carbonato de calcio; conforman extensos remanentes de planicies estructurales sedimentarias (mesetas, mesas), dispuestas horizontalmente. c) Paisajes de estructuras plegadas (anticlinales y sinclinales), son geoformas comunes en los ambientes mesozoicos afectados por el plegamiento terciario, que ha generado serranías anticlinales y valles sinclinales; suelen mostrar una asociada y secundaria participación de estructuras homoclinales. El progreso de la erosión fluvial, suele determinar fenómenos de inversión topográfica del relieve, un rasgo que reiteradamente se reconoce en el ámbito occidental de la secuencia mesozoica, bajo la forma de valles anticlinales.

b. Estructura: el área en su sección Norte, está dentro de los límites de afectación de la Dorsal de Huincul, en su región sur, se encuentra afectada por el Depocentro de Picún Leufú, siendo éste una subcuenca del Engolfamiento Neuquino. Éste se caracteriza por el plegamiento de las secuencias mesozoicas y terciarias. La Dorsal de Huincul consiste en una prolongada estructura anticlinal, en el cerro Granito se hallan rocas graníticas, que se considera una porción aflorante de un alto basamental.

7. Marco geológico: en el área de ocurrencia, se encuentran sedimentitas cretácicas, los rodados silíceos se encuentran en los Depósitos aluviales y abanicos recientes, como clastos principales; forma parte de los extensos mantos de grava que con diferente desarrollo y en distintos niveles topográficos cubren buena parte de las mesetas de la Patagonia Extraandina. Ha recibido diferentes denominaciones: Formación Tehuelche (Doering, 1882), Rodados Tehuelches (Windhausen, 1914), Rodados Patagónicos (Wichmann, 1924), II Nivel de Piedemonte (Groeber, 1955).

a. Estratigrafía: los jaspes se hayan en los Depósitos que cubren el II nivel de pedimentos, el material transportado por la acción fluvial constituye delgados depósitos constituidos predominantemente por conglomerados, gravas y arenas subconsolidadas, cuyo

espesor no supera los 2 metros. Estos materiales son de proveniencia local, ya sea de las unidades infrayacentes biseladas o de la escarpa de erosión que limita estos niveles en su zona proximal; hacia su parte distal pasan a depósitos aluviales o eólicos o de flanco.

En el área, podemos observar afloramientos de la Fm. Candeleros a lo largo del trazado de la ruta provincial N° 17 entre los puntos 2) y 3); sus depósitos se distribuyen a lo largo de la misma cubriendo una amplia área donde resalta el cerro El Vagón. Arealmente, podemos observar sus afloramientos de la Fm. Huincul coronando La Pampa de Las Liebres al Este de los puntos de interés, continuando al Oeste donde se deposita transversalmente, al norte del El Cañadón de Los Candeleros, cubriendo Charco Zampal y Barda Colorada. La Fm. Cerro Lisandro se observa en un pequeño afloramiento en el Cerro Bayo Mesa, al Este de los sitios de interés.

La Formación Bayo Mesa forma parte de los extensos mantos de grava que con diferente desarrollo y en distintos niveles topográficos cubren buena parte de las mesetas de la Patagonia Extraandina; estos depósitos están compuestos por conglomerados con cemento calcáreo, gravas y arenas. Los Depósitos Aluviales y Coluviales, generalmente, de granulometría fina, se encuentran ampliamente distribuidos rellenando áreas deprimidas o al pie de laderas, y han sido dispersados tanto por cursos de agua

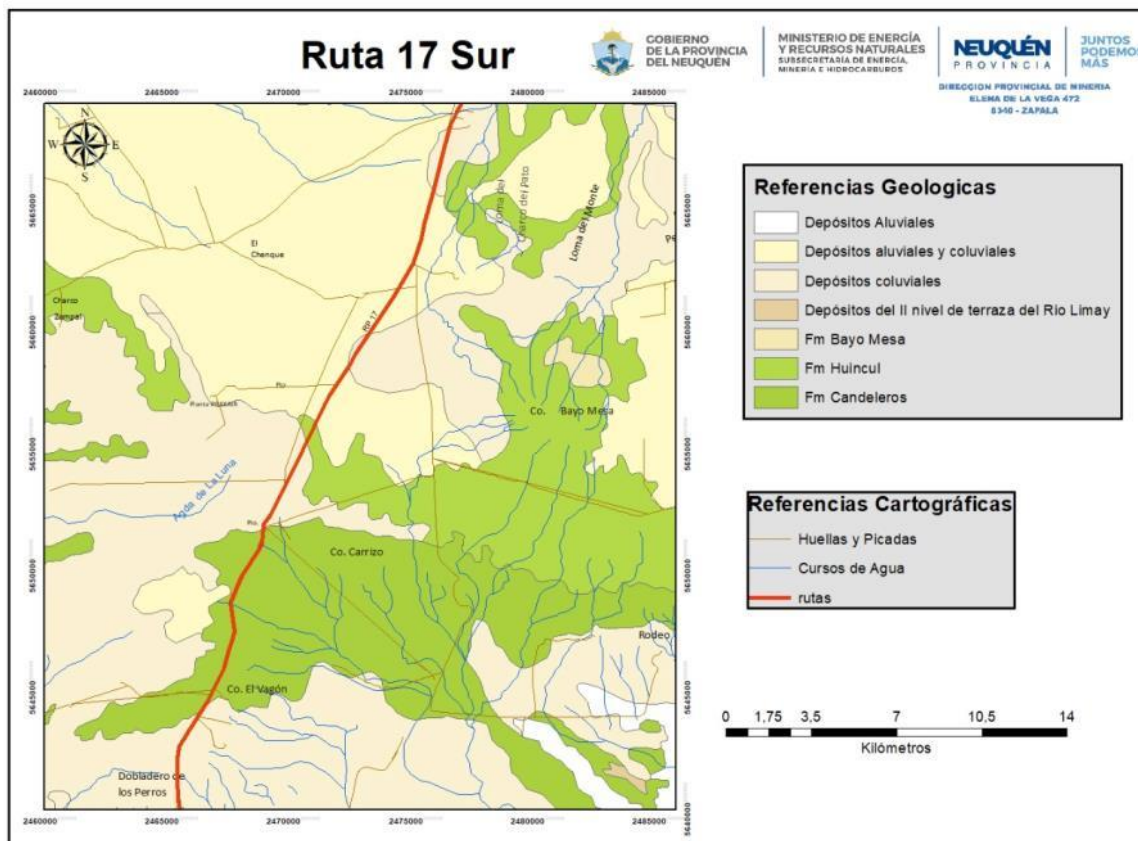


Fig. 16: mapa geológico del área.

permanente o semipermanente (aluvios) o por acción de la gravedad (coluvios), mostrando granulometría decreciente a medida que la distancia del área de aporte aumenta.

8. Litotectos y mineralotectos:

a. *Litotecto*: el depósito de rodados fue originado por degradación niveles conglomerádicos, de unidades litoestratigráficas adyacentes en el área, como ser Formación Candeleros y la Formación Huincul. La presencia de jaspes ocurre en sedimentos más modernos y está dada por la acumulación de rodados a partir de procesos erosivos (aluviales), desconociéndose el primario.

b. *Mineralotecto*: los constituyen los rodados, relativamente pulimentados, por transporte y erosión eólica (ventifactos), algunos angulosos, de rocas graníticas, basaltos, riolitas, gneises, cuarzo y jaspe.



Fig. 17: a) Jaspe leopardo (MOZ-Mi-16805c) y b) Jaspe bandeado rojo (MOZ-Mi-16805e) (Fotos: S. Cocca).

Jaspes, Calcedonias y Ágatas. Paso Aguerre

1. Generalidades:

a. *Ubicación y accesos*: el punto de interés se encuentra al Oeste de Paso Aguerre (Departamento Catan Lil), a unos 7,15 km sobre la ruta Provincial N° 20. Se accede, desde Zapala por ruta Nacional N° 22, a unos 800 metros se toma el empalme con RN N° 40 dirigiéndose al sur con destino a San Martín de los Andes con un recorrido de 60,9 Km, hasta empalme con ruta provincial N° 20 sobre la izquierda, con dirección Este, recorriendo una distancia 15,5 km.

2. Servicios e infraestructura:

- a. *Localidad más cercana*: Zapala a 104,3 km al NO, Paso Aguerre a unos 7,5 km.
- b. *Estación ferroviaria más próxima*: Zapala, a la fecha sin servicio.
- c. *Ruta asfaltada más próxima*: ruta Nacional N° 40, 15,5 km al Oeste.

d. *Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua:* hay disponibilidad de energía eléctrica en Paso Aguerre. No hay disponibilidad de gas ni agua, aunque a unos 2 km al norte corre el arroyo Picún Leufú.

e. *Disponibilidad de viviendas / campamento:* no existe campamento dado que no existe pedimento minero y dada la cercanía de Paso Aguerre.

f. *Existencia de plantas de beneficio:* no existen en las cercanías.

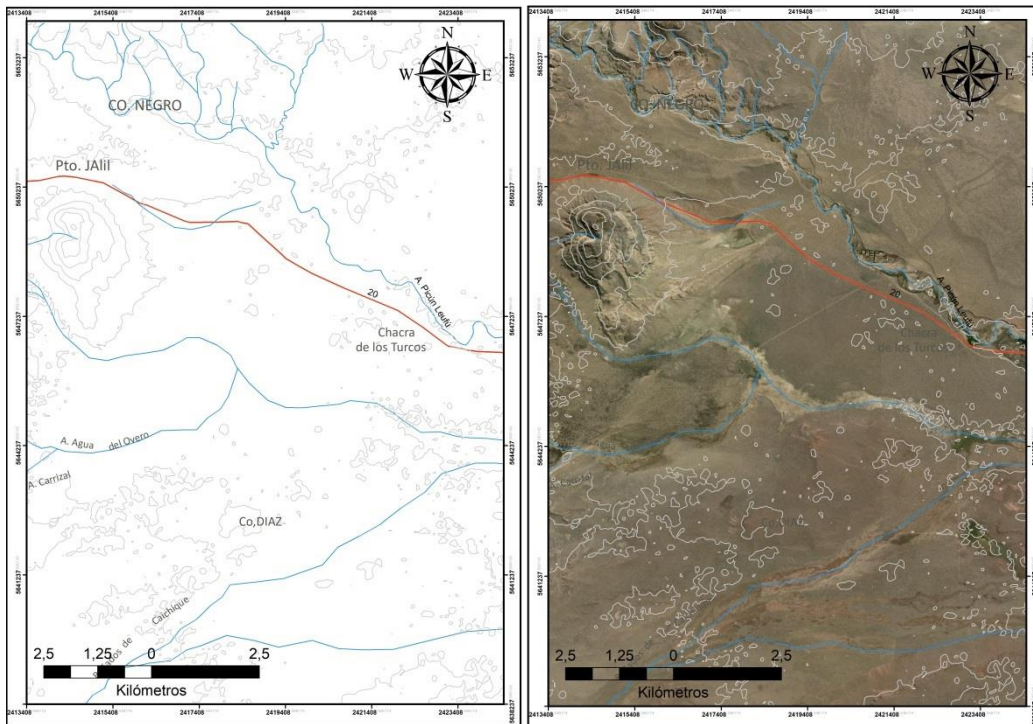


Fig. 18: ubicación del área de interés.

3. Estacionalidad climática: regionalmente el punto de referencia se encuentra comprendido en la clasificación de clima árido de estepa patagónica, con precipitaciones que varían de 200 a 500 mm anuales, concentradas en la época invernal. En verano y otoño, pueden producirse lluvias convectivas intensas y de corta duración, en invierno las precipitaciones son más prolongadas y de mediana a baja intensidad viéndose favorecidas por la poca resistencia orográfica de la región en su parte occidental. Son frecuentes las nevadas, intensas y duraderas llegando a tener una acumulación nívica entre 40 a 60 cm. Las temperaturas extremas van de una máxima absoluta de 40,7°C en verano a una mínima de -10,5°C en invierno. La región cuenta con un moderado a alto déficit hídrico estival, determinando por su condición fría.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: el área afectada es una superficie de 100 Has, aproximadamente, mientras que la superficie del afloramiento supera los 35

km². Se puede cuantificar las áreas de afectación de extracción-recolección en un 7,5% de su superficie.

5. Sistema de explotación: la recolección es totalmente manual y esporádica, desconociéndose los volúmenes de recolección.

6. Geología del yacimiento:

a. Geomorfología: el área se encuentra en la Región Exrandina, en el sector se observa un relieve de sierras, pedimentos mesetiformes y mesetas basálticas por encima de los 1100 m.s.n.m., con un relieve marcado por cañadones y pequeños valles de escurrimiento. El área se encuentra en proximidad de la región austral de la Meseta de la Barda Negra siendo la geoforma más representativa, conformada por una planicie estructural lávica. Siguiendo los lineamientos de González Díaz (1986 y 2011) en el área de interés podemos describir las siguientes geoformas: a) Paisaje con influencia de estructuras plegadas, las geoformas con influencia de sedimentitas plegadas están circunscriptas a la depresión intermontana situada entre el macizo del Chachil y el de Piedra Santa-Chacaicó, con prolongaciones hacia el sector suroriental. Como resultado del esfuerzo a que fueron sometidas por los citados bloques, las sedimentitas generaron un conjunto de anticlinales y sinclinales que determinan un relieve ondulado. b) Paisaje con influencia de estructuras homoclinales, está determinado por sedimentitas que afloran desde el flanco sur del anticlinal de Picún Leufú; esta subunidad geomorfológica se caracteriza por presentar una estructura homoclinal, desarrolladas en sedimentitas del Grupo Mendoza. c) Paisaje de pedimentos de tipo semidesértico, geoformas suavemente inclinadas, que muestran en su superficie una cubierta aluvio-columial; en este caso puntual es portador de los rodados silíceos de interés.

b. Estructura: el área en su sección Noreste, está en los límites de afectación de la Dorsal de Huincul, en su región sur, está muy cerca del límite del Depocentro de Picún Leufú y en su sector occidental en Precordillera Neuquina Sur. Esta unidad estructural agrupa a las cordilleras de Catan Lil y Chachil, la sierra de Chacaicó, y a una serie de estribaciones aledañas que varían entre 2.600 y 2.825 m.s.n.m., presentando mayores alturas respecto de los cerros que integran la Cordillera Patagónica a estas latitudes.

7. Marco geológico: en el área, los rodados silíceos, se encuentran en los niveles aterrazados; es frecuente encontrarlos al pie de laderas, y rellenando antiguos cursos de agua y han sido dispersados tanto por cursos de agua permanentes o semipermanentes o bien por acción de la gravedad, mostrando granulometría decreciente a medida que la distancia del área de aporte aumenta. Los rodados son lustrosos, redondeados, algunos

angulosos a subredondeados, también se los encuentra con una pátina de caliche consecuencia de la degradación niveles conglomeraditos cementados.

a. *Estratigrafía*: los Depósitos de Niveles de Terrazas del Arroyo Picún Leufú se encuentran bien desarrollados al sur de la Barda Negra. En la margen izquierda de dicho arroyo, se observan escalones bien marcados, indicando un continuo descenso del piso del valle; sin embargo, las mejores exposiciones se presentan sobre la margen derecha del arroyo. A lo largo del curso del arroyo Picún Leufú se han reconocido 4 niveles de terrazas, la más antigua, el I Nivel, está ampliamente expuesta en coincidencia con la cota de 500 m; este nivel de terrazas está bien expuesto en la margen izquierda del arroyo Picún Leufú, al sur de la Barda Negra y entre el arroyo China Muerta y las serranías de Bajada Colorada. Los niveles II, III y IV de Terrazas del Arroyo Picún Leufú que se observan en el área van descendiendo escalonadamente desde la cota de 450 m, hasta pocos metros por encima de los actuales cauces. En el valle del arroyo Picún Leufú los niveles de terrazas, se extienden saltuariamente, desde las inmediaciones de la ruta Nacional 40 hasta el pueblo homónimo, están bien desarrolladas inmediatamente al sur de la Barda Negra.

8. Modelo genético: el origen de los rodados se atribuye a distintos procesos relacionados con acción marina y/o fluvial y/o glacial. Fidalgo y Riggi (1970) consideraron que los Rodados Patagónicos forman parte de diferentes unidades geológicas elaboradas durante sucesivas etapas estrechamente vinculadas con repetidos cambios del nivel de base. Los factores que han intervenido en

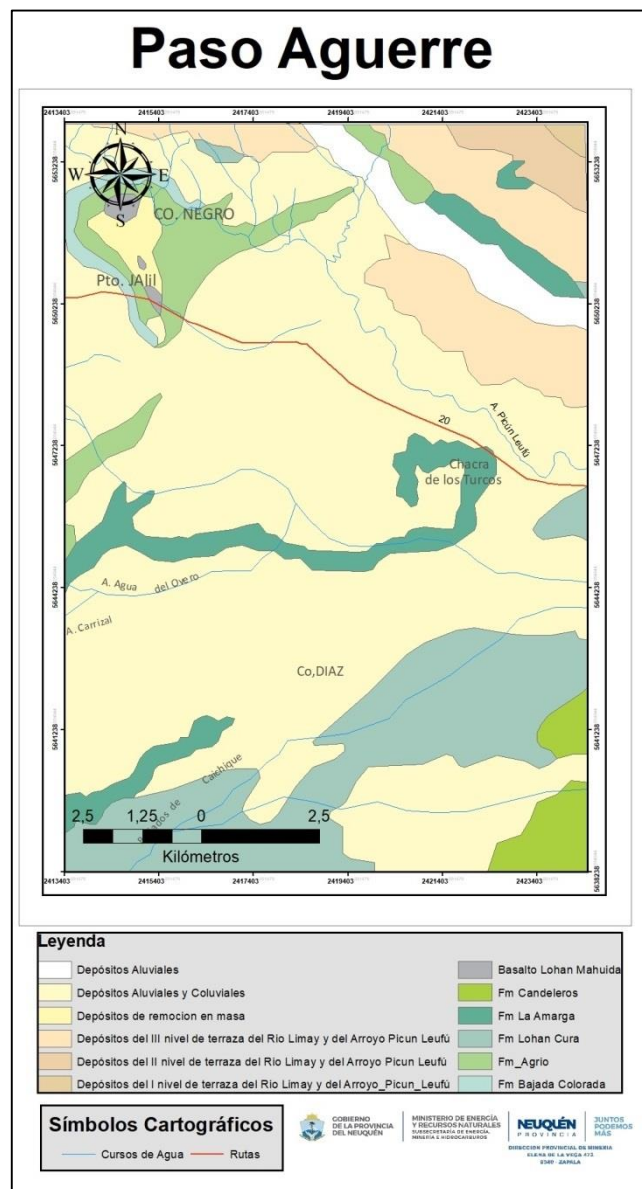


Fig. 19: mapa geológico del área.

su dispersión pudieron haber sido muy variados, pero se considera que los procesos relacionados con pedimentación, acción fluvial y remoción en masa han sido los de mayor significación. Los Rodados Patagónicos serían depósitos bien diferenciados de los que se asocian a la acción glacial, ampliamente descripta en Groeber 1945, y su deglaciación del Colorado.

9. Litotectos y Mineralotectos:

a. *Litotectos*: los Depósitos Aluviales y de Abanicos Recientes portadores de los rodados, se consideran un litotecto de alto potencial, por estar distribuidos y con una buena presencia regional, estos están presente en los bajos, y rellenos de cauces secos, como así también en las laderas de las geoformas resultantes de niveles más duros del mesozoico, continuando hasta la ladera occidental del cerro El Marucho.

b. *Mineralotectos*: el mineralotecto de referencia está constituido por los rodados de jaspes, calcedonias en sus distintas variedades, con escasa presencia de ágatas y otras variedades de calcedonias bandeadas.



Fig. 20: a) Ágata bandeada (MOZ-Mi-16808) y b) Cornalina.

Jaspes, Calcedonias y Ágatas. Paraje La Pileta

1. Generalidades:

a. *Ubicación y accesos*: el punto de referencia se encuentra en el extremo oeste del cerro Quinsicunoco, se accede transitando por la huella que lleva al Paraje La Pileta, en el departamento Catan Lil. Partiendo desde Zapala por ruta nacional N° 22, unos 800 m hasta tomar empalme ruta nacional N° 40 dirigiéndose al sur con destino a San Martín de Los Andes con un recorrido de 60 km hasta cruce de acceso a la escuela primaria N° 231 del Paraje Las Cortaderas, continuando por este camino vecinal unos 21 km con rumbo oeste.

2. Servicios e infraestructura:

- a. *Localidad más cercana:* Zapala a 104,3 km al noreste.
- b. *Estación ferroviaria más próxima:* Zapala, hoy sin servicio.
- c. *Ruta asfaltada más próxima:* Ruta Nacional N° 40 al Oeste.
- d. *Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua:* no hay disponibilidad de energía eléctrica, de gas ni de agua.
- e. *Disponibilidad de viviendas / campamento:* no existen, solo puestos.
- f. *Existencia de plantas de beneficio:* no existen en las cercanías.

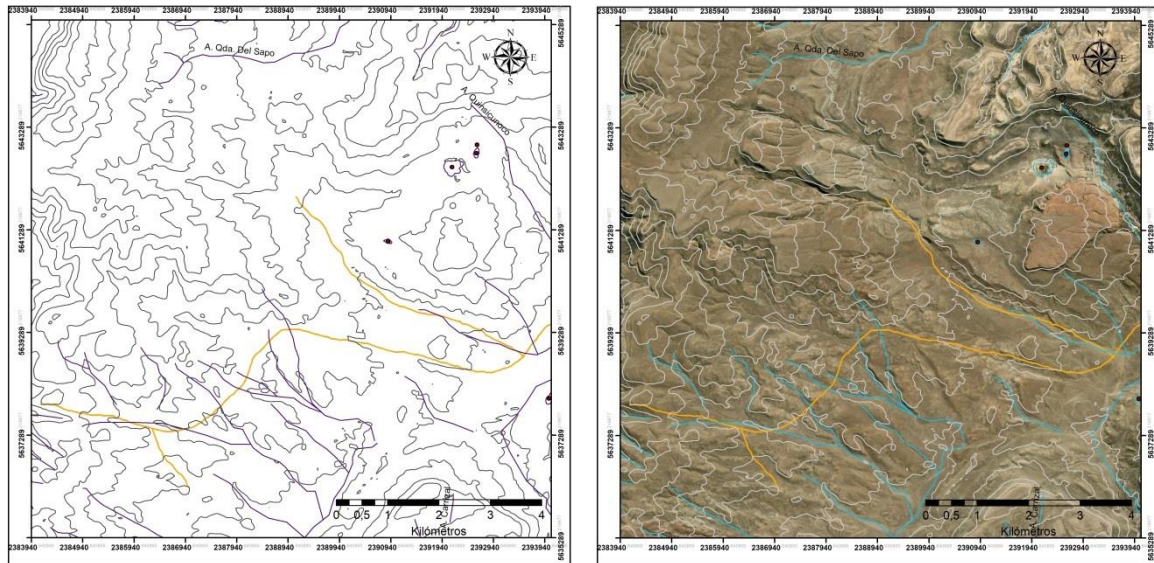


Fig. 21: ubicación del área de interés.

3. Estacionalidad climática: el área se encuentra en la Región Extrandina, regionalmente se encuentra comprendido en la clasificación de clima árido de estepa patagónica, con precipitaciones que varían de 200 a 500 mm anuales, concentradas en la época invernal. En verano y otoño, pueden producirse lluvias convectivas intensas y de corta duración, en invierno las precipitaciones son más prolongadas, de mediana a baja intensidad, viéndose favorecidas por la poca resistencia orográfica de la región en su parte occidental; son frecuentes las nevadas, intensas y duraderas llegando a tener una acumulación nívea entre 40 a 60 cm. La región cuenta con un moderado a alto déficit hídrico estival, determinando por su condición fría. Las temperaturas extremas van de una máxima absoluta de 40°C en verano a una mínima de -10°C en invierno.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: el área afectada es una superficie de 100 Has, aproximadamente, mientras que la superficie del afloramiento supera los 35 km². Se puede cuantificar las áreas de afectación de extracción-recolección en un 5% de su superficie.

5. Sistema de explotación: la recolección es totalmente manual y esporádica. Se desconocen volúmenes de recolección.

6. Geología del yacimiento:

a. Geomorfología: se observa un relieve de sierras, pedimentos mesetiformes y mesetas basálticas por encima de los 1100 m.s.n.m., con un relieve marcado por cañadones y pequeños valles de escurrimiento. El área se encuentra en la extremidad oriental del cordón de la Piedra Santa y la Sierra de Chacaicó teniendo localmente como punto relevante y más elevado el cerro Quinsicunoco al este y levemente inclinado al occidente. Predominan los Paisajes de estructuras plegadas (anticlinales y sinclinales), son geoformas comunes en los ambientes mesozoicos afectados por el plegamiento terciario, que ha generado serranías anticlinales y valles sinclinales. Normalmente suelen mostrar una asociada y secundaria participación de estructuras homoclinales. El progreso de la erosión fluvial, suele determinar fenómenos de inversión topográfica del relieve, bajo la forma de valles anticlinales (desventrados o aportillados) y crestas o cordones sinclinales. Los degradados anticlinales de Catán Lil, constituyen divisorias del drenaje.

b. Estructura: el área en su sección Noreste, está en los límites de afectación de la Dorsal de Huincul, en su región sur, muy cerca del límite de la subcuenca del Engolfamiento Neuquino (Ramos, 2015); también limita en su sector occidental en Precordillera Neuquina Sur. La Dorsal de Huincul, consiste en una prolongada estructura anticlinal, se hallan rocas graníticas en el cerro Granito, esta estructura ha dividido al Engolfamiento Neuquino en dos subcuencas. El Engolfamiento Neuquino comprende la región extrandina del Neuquén, está caracterizada por un plegamiento de las secuencias mesozoicas y terciarias. La Precordillera neuquina sur, agrupa a las cordilleras de Catan Lil y Chachil, la sierra de Chacaico, y a una serie de estribaciones aledañas que oscilan entre los 2.600 y 2.825 m sobre el nivel del mar, presentando mayores alturas respecto de los cerros que integran la Cordillera Patagónica a estas latitudes.

7. Marco geológico: en el área del Puesto Luna, los sedimentos modernos están comprendidos por Depósitos aluviales y abanicos recientes que son portadores de los rodados silíceos como clastos principales, en la región es frecuente encontrarlos al pié de laderas, y rellenando antiguos cursos de agua y han sido dispersados tanto por cursos de agua permanentes o semipermanentes o bien por acción de la gravedad, mostrando granulometría decreciente a medida que la distancia del área de aporte aumenta. Es frecuente ver que estos rodados son lustrosos, no siempre bien redondeados presentando características angulosas a sub redondeados.

a. Estratigrafía: la unidad sedimentaria más antigua observada en el área corresponde a los niveles de la Fm Challaco, constituida por arcillas rojas y verdosas entre las que se intercalan gruesos bancos de color gris de conglomerados, areniscas conglomerádicas y areniscas de grano grueso y mediano que en ocasiones pueden albergar troncos de madera silicificada (Leanza y Hugo, 1997). Por encima, se observan niveles de la Fm Quebrada del Sapo, la misma está integrada por un conglomerado polimíctico clasto-soportado donde predominan clastos bien redondeados fuertemente cementados con una matriz arenosa tobácea. El cemento es calcáreo, variando el color del conjunto entre el gris y el pardo verdoso, se ha observado en otros puntos, que estos clastos en algunos casos son silíceos bien redondeados y donde es probable sea el aportante de los mismos en niveles degradados depositados en los sedimentos más moderno en valles y laderas. Suprayace la Fm Vaca Muerta, en su sección superior comprendidas por areniscas amarillas y castañas, con coquinas de bivalvos de conchilla gruesa. Por encima de esta se deposita la Fm Picún Leufú, continuando con niveles de calizas, arcilitas y areniscas de tonalidades blanquecinas y verdosas con coquinas de bivalvos. Al este del Puesto Luna, teniendo localmente como punto relevante y más

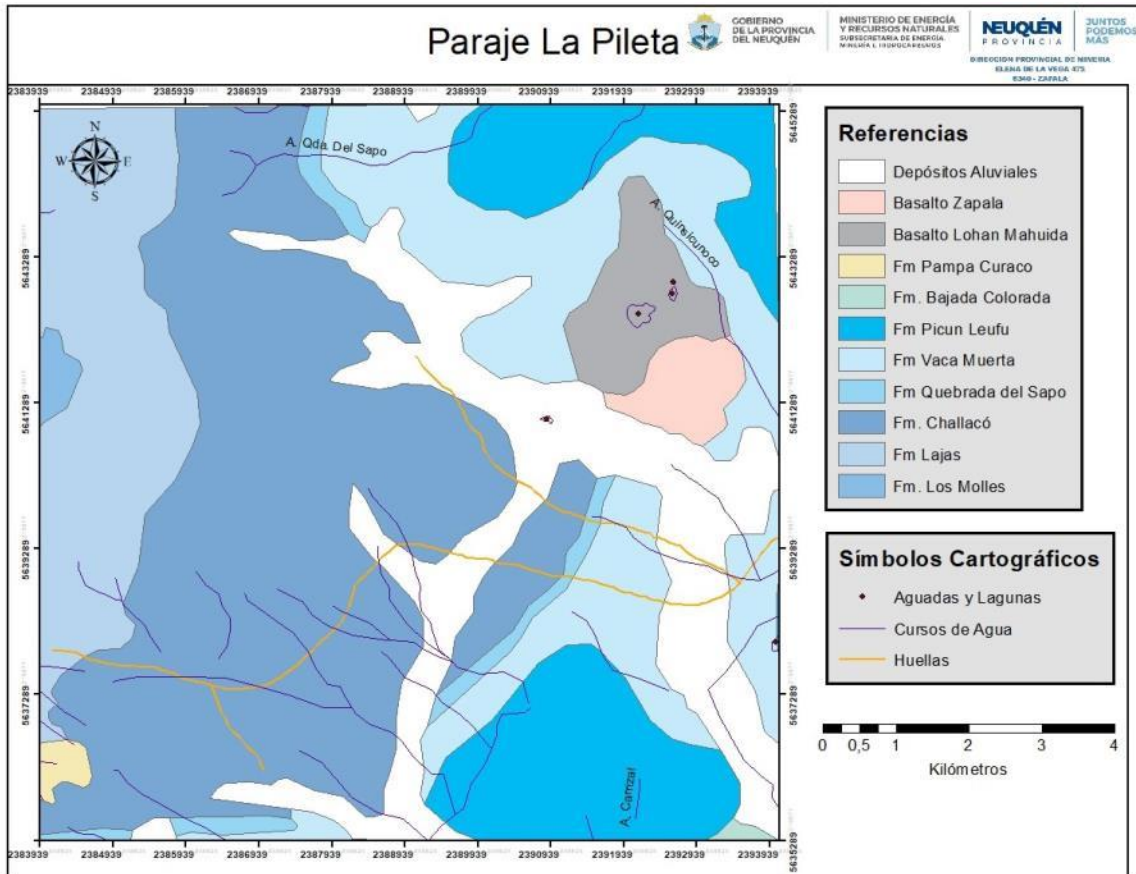


Fig. 22: geología del área.

elevado el cerro Quinsicunoco, que es coronado por el Basalto Lohan Mahuida, conformado por volcanitas de composición mayormente basáltico olivínico muy densos y compactos, con textura generalmente porfírica, de colores gris oscuros; depositándose como un relicto regional, el cual se apoya directamente sobre las areniscas de la Fm Vaca Muerta donde se observa una calcinación de las misma. Los sedimentos modernos están constituidos por Depósitos Aluviales, Coluviales y de Abanicos Recientes los primeros son de granulometría fina, rodados pequeños hasta un estadio arenoso, se encuentran ampliamente distribuidos rellenando áreas deprimidas del sector de estudio al pie de laderas, y han sido dispersados tanto por cursos de agua permanente o semipermanente (aluvios) o por acción de la gravedad (coluvios), mostrando granulometría decreciente a medida que la distancia del área de aporte aumenta. En los últimos, se hallan los materiales de interés.

8. Modelo genético: el origen de los rodados se atribuye a distintos procesos relacionados con acción marina y/o fluvial y/o glacial. Fidalgo y Riggi (1970) consideraron que los Rodados Patagónicos forman parte de diferentes unidades geológicas elaboradas durante sucesivas etapas estrechamente vinculadas con repetidos cambios del nivel de base. Los factores que han intervenido en su dispersión pudieron haber sido muy variados, pero se considera que los procesos relacionados con pedimentación, acción fluvial y remoción en masa han sido los de mayor significación. Los Rodados Patagónicos serían depósitos bien diferenciables de los que se asocian a la acción glacial, ampliamente descripta en Groeber 1945, y su deglaciación del Colorado.

9. Litotectos y Mineralotectos:

a. Litotectos: los Depósitos Aluviales y de Abanicos Recientes portadores de los rodados, se consideran un litotecto de alto potencial, por estar distribuidos y con una buena presencia regional, estos están presente en los bajos, y rellenos de cauces secos, como también en las laderas de las geoformas resultantes de niveles más duros del mesozoico, continuando hasta la ladera occidental del Cerro el Marucho. Estos sedimentos, reconocidos en la industria minera como áridos, tienen una amplia aplicación en la construcción, entre otros.

b. Mineralotectos: el mineralotecto de referencia está constituido por los rodados de jaspes, calcedonias, con escasa presencia de ágatas y otras variedades de calcedonias bandeadas.



Fig. 23: a) Jaspe orbicular y b) Jaspe brechado.

Jaspes, Calcedonias y Cuarzo. Pampa Curaco

1. Generalidades:

a. *Ubicación y accesos:* el punto de interés está a unos 108 km al sur de Zapala transitando por la Ruta Nacional N° 40, con dirección a San Martín de Los Andes, se ingresa por un camino de huella minera sobre mano izquierda con dirección Este, de la RN N° 40, que actualmente se halla con tranquera con candado por ser además acceso ganadero en propiedad privada, para inmediatamente dirigirse nuevamente al sur y se transita por la misma un recorrido de 560 m hasta los primeros acopios.

2. Servicios e infraestructura:

- a. *Localidad más próxima:* Junín de Los Andes, 98 km al sudoeste.
- b. *Estación ferroviaria más próxima:* Zapala, hoy sin servicio. Actualmente el servicio ferroviario llega hasta la localidad Senillosa.
- c. *Ruta asfaltada más próxima:* ruta nacional N° 40 a 200 m al oeste.
- Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua: no hay disponibilidad de ninguno de estos insumos.
- d. *Disponibilidad de viviendas / campamento:* no se hallan en las cercanías.
- e. *Existencia de plantas de beneficio:* no existen en las cercanías.

3. Estacionalidad climática: en el sector donde se encuentra el depósito, las precipitaciones varían de 300 a 600 mm anuales, concentradas en la época invernal. En verano y otoño, pueden producirse lluvias convectivas intensas y de corta duración, mientras que en invierno las precipitaciones son más prolongadas y de mediana intensidad. Son frecuentes las nevadas, intensas y duraderas. La temperatura media anual es de 16°C. La región cuenta con un leve a moderado déficit hídrico estival, determinando por su condición fría.

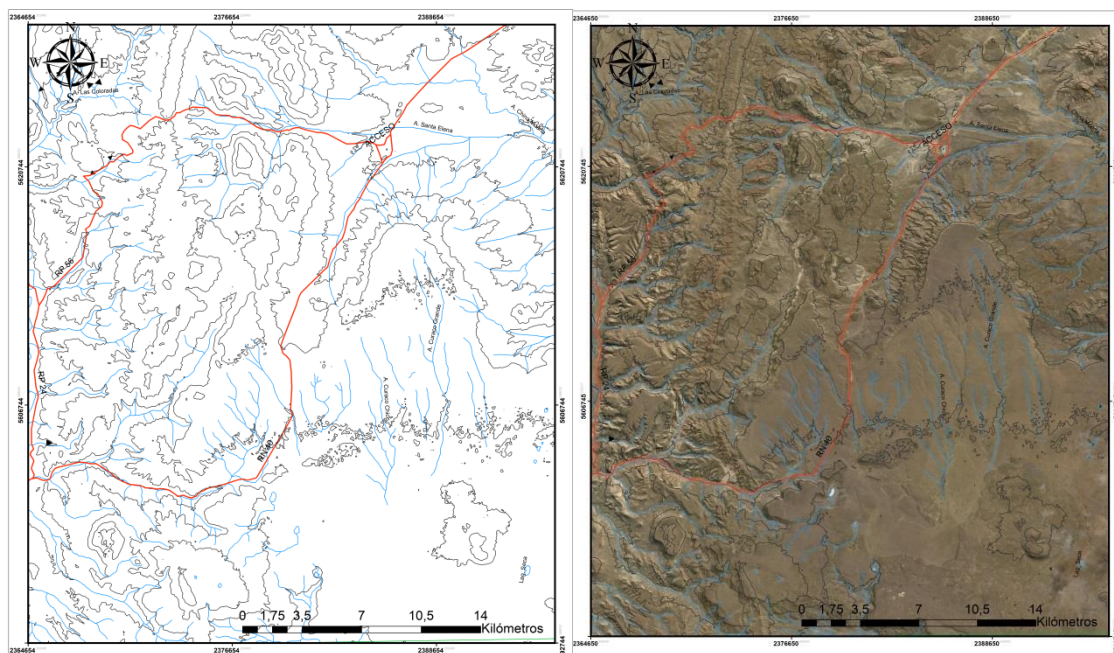


Fig. 24: ubicación del área de interés.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: el área aproximadamente afectada por la antigua cantera de áridos es unas 10 Has, mientras que la superficie del afloramiento supera los 100 km². Se puede cuantificar las áreas de afectación de extracción-recolección en un 5% de su superficie.

5. Sistema de explotación: la recolección extracción es totalmente manual, viéndose beneficiada por las labores de extracción minera, que facilitan la misma. Dado la metodología antes mencionada se desconocen volúmenes de recolección.

6. Geología del yacimiento:

a. Geomorfología: el área de interés se encuentra en una vasta meseta ubicada al sureste de la provincia, denominada Pampa Curaco, que resalta por su extensión; los rodado psefiticos conforman el coronamiento de la región norte de la misma. González Díaz (2011) denomina a estas geoformas Remanentes de planicies estructurales sedimentarias, controladas por una cubierta conglomerádica, mientras que al sur de la misma describe las Planicies estructurales lávicas. A rasgos generales, se puede agregar que el paisaje se compone de una extensa planicie situada aproximadamente a 1300 m.s.n.m., compuesta por rocas y coladas basálticas, las cuales están cubiertas por rodados de origen glacifluvial, por debajo de ellas se observan las típicas formación de badlands en depósitos arcillo-limosos de edad cretácica, quedando enmascaradas por las coladas. Estas planicies se formaron por erupciones volcánicas producidas durante el ciclo ándico, ocasionando el fenómeno de inversión de relieve, muy común en la Patagonia extra-andina.

Los procesos dominantes están asociados al tipo de relieve, en aquellos sectores planos de escasa pendiente, predominan la deflación como consecuencia de los fuertes vientos del oeste. En los bordes de meseta los procesos se asocian a derrumbes y deslizamientos de grandes bloques de basalto originados por la erosión del estrato subyacente. En sectores puntuales pueden apreciarse afloramientos de basalto, donde este tipo de roca queda en superficie principalmente por efecto de la erosión eólica e hídrica.

b. Estructura: en lo referente a estructura, en la zona de interés está presente la evolución tecto-sedimentaria del Mesozoico en la región, resulta de interés destacar las observaciones de Leanza y Hugo (1997) acerca de la propuesta Subcuenca de Picún Leufú. Según los mencionados autores esta subcuenca está limitada al norte por la Dorsal de Huincul, al oeste por el Macizo de Chacaicó, al sur y este por las estribaciones occidentales del Macizo Nordpatagónico; posteriormente Ramos (2011) la define como Depocentro Picún Leufú. Al norte del depósito se encuentra una pequeña estructura denominada Braquianticlinal de la Bomba la cual se desarrolla al oeste de la ruta 40, en el paraje del Puesto La Bomba, a unos 5 km al norte de la cantera pre-existente. Consiste en un braquianticlinal con rumbo aproximado N-S y muy suaves inclinaciones en sentido periclinal, que se manifiesta enteramente en sedimentitas de la Formación Agrio (Danieli, 1999).

7. Marco geológico: los jaspes y calcedonias están presentes en una amplia distribución y son aportes de distintos eventos de gradación. Por lo que su aporte es en depositaciones detríticas y de transporte, no pudiéndose identificar el nivel primario.

Estratigrafía: en esta zona se observan afloramientos de la Formación Pampa Curacó, los rodados que componen esta unidad son rocas graníticas, gneises, porfiritas, pórfidos cuarcíferos, cuarzo y menor cantidad de basaltos, jaspe, calcedonia y, rodados de cuarzo amatista y ónix. Presentan superficies muy pulidas y formas generalmente elipsoidales, los de mayor tamaño no superan los 25 cm de diámetro.

Diseminados irregularmente, estos rodados quedan en las mesetas que ellos coronan, como residuos pesados del conglomerado que formaban. Se supone que los rodados sólo ocuparon las superficies altas del relieve y que posteriormente por redepositación (derrumbes y transporte) se derramaron sobre la periferia de las pampas, ocupando niveles más bajos. La planicie donde se asentaron los rodados tiene una pendiente regional hacia el sureste, descendiendo desde la cota 1245 m (extremo septentrional de la Pampa Curacó) hasta la cota 1.000 m en la Pampa de la Fría. El espesor de la capa de rodados no supera los 20 m.

8. Modelo genético: la génesis de los rodados está relacionada con los cambios climáticos acaecidos a principios del Cuaternario. Considerando la gran participación de rocas graníticas y porfiritas, se sostiene que ellas han provenido del macizo del Chachil, correspondiendo la Pampa Curacó a un ambiente periférico, alejada del área englazada, como lo sugiere el pequeño tamaño de los rodados, producto del prolongado transporte (Leanza y Leanza, 1979).

9. Litotectos y Mineralotectos:

a. Litotectos: la Fm. Pampa Curaco, se considera un litotecto de alto potencial, por ser una unidad con amplia distribución regional, ésta unidad se extiende sobre el frente oriental y sudoriental de la Pampa Curaco y cerros relícticos adyacentes. Está compuesta por rodados bien pulidos aunque a veces angulosos de rocas graníticas, gneises, porfiritas, pórfidos cuarcíferos, cuarzo, jaspe, entre otros, conformando ortoconglomerados poco cementados con clastos, que en algunos casos alcanzan los 30 cm de diámetro, con lentes intercalados de areniscas amarillentas finas. Los niveles superiores se hallan cementados por carbonato calcio pulverulento y blanquecino (caliche), permitiendo que sean explotados como áridos en la industria de la construcción y vial.

b. Mineralotectos: el mineralotecto principal los constituye el ortoconglomerado, dada la abundante presencia de rodados silíceos de gran tamaño, pudiéndose identificar nódulos cuarzo lechoso grisáceos y blancos, calcedonias blancas, gris-azuladas, marrones entre las más comunes; se han identificado, cornalinas, naranjas y rojas en pequeños tamaños, como así también ágatas, jaspes, ópalos, entre otros.



Fig. 25: a) Cuarzo variedad amatista, b) Calcedonia interbandeada con Jaspe.

Ágatas

Las ágatas forman parte del Grupo del cuarzo, siendo una variedad de la calcedonia, de bajo peso específico, pues llevan parte de sílice amorfa. Se caracterizan por presentar una serie de bandas concéntricas de colores similares, opacos y translúcidos; las bandas

en su mayoría son concéntricas. La formación de bandas de colores es debida a las múltiples inclusiones que se han depositado durante su formación, en algunas pueden llenar completamente la cavidad, en otras, la posición con bandas llenan parcialmente la cavidad y la porción central puede estar llenas de cristales de cuarzo macrocristalinos que suele ser amatistas (geodas), generalmente.

Pueden presentar dos tipos de bandas:

- *Revestimiento de pared*: las bandas individuales se depositan perpendiculares a la orientación y dirección de crecimiento de las fibras de calcedonia. Como las fibras de calcedonia crecen desde las paredes hasta el interior de una cavidad, se desarrolla un patrón concéntrico.

- *Bandas horizontales*: conocidas como bandas de tipo uruguayo. Este tipo de bandas es menos común, y generalmente se acompaña de bandas de revestimiento de pared. La banda consiste en capas finas, espaciadas irregularmente de pequeñas esferulitas de calcedonia y, a veces, cristales de cuarzo que precipitaron en la cavidad.

Su formación puede darse de la siguiente manera, durante el enfriamiento de la lava, el vapor y otros gases forman burbujas. Las burbujas separadas por la solidificación se congelan, formando cavidades. Mucho después de que la roca se haya solidificado, la sílice que contiene agua en solución (silicato alcalino), penetra en la burbuja y se coagula en un gel de sílice, las capacidades reducidas dentro de estos lugares tienen la temperatura perfecta para que las capas se fusionen en una sola hasta alcanzar tal diseño, la variación de temperatura también puede ocasionar la deformación de colores que las caracteriza.

Las variedades de este mineral se caracterizan por las peculiaridades en la forma y el color de las bandas:

- *Ágata dendrítica*: ágatas con óxidos de hierro y manganeso en inclusiones epigenéticas, formando dibujos, que pueden en ser de gran belleza y que en ocasiones recuerdan auténticos paisajes (ágatas de paisaje).

- *Ágata poliédrica o poliedroide*: crecimiento en forma de un poliedro por relleno de espacios entre cristales preexistentes que se han disuelto.

- *Ágata musgo*: translúcida, con óxidos de hierro y manganeso, y sobre todo con clorita, dispuestos en filamentos y de crecimiento en forma de musgo. Al no existir bandeado, muchas veces no es considerada como una auténtica ágata.

- *Ágata nube*: ágatas con calcedonia transparente a semi-translúcida, de color gris claro, con manchas más o menos redondeadas o parches de color blanco, castaño o grisácea que se asemejan a nubes.
- *Ágata Rincón o bandeada*: bandas concéntricas blancas que se alternan con bandas rojizas, castaños, grises y negros.
- *Ágata de fortificación*: ágata con bandas angulosas asemejadas a las fortificaciones de un castillo.
- *Ónix u Ónice (Sardónix o sardónice)*: ágata opaca con bandas blancas, pardas o rojas y negras, ligeramente translucidas. Se la emplea en la fabricación de camafeos.

Ágatas. Paraje La Ollada

1. Generalidades: no encontrándose pedimentos mineros afectados o que involucren a los minerales implicados en el presente, si se encuentran pedimentos mineros para uso industrial y de obras viales. La región de Rincón de los Sauces se encuentra estrechamente asociada al desarrollo de la explotación petrolera en la zona norte de la provincia del Neuquén y en los sectores aledaños de Mendoza.

a. Ubicación y accesos: los materiales se hallan en una región delimitada por el norte por el límite natural que ofrece el Río Colorado y por el sur el trazado de la Ruta Provincial N° 6 con dirección a Crucero Catriel. Desde Rincón de los Sauces, se accede a los sitios de muestreo transitando unos 11 km por la ruta la ruta provincial N° 6 con dirección a la localidad de Octavio Pico.

2. Servicios e Infraestructura:

a. Localidad principal más cercana: Rincón de los Sauces (Departamento Pehuenches), unos 11 km al noreste.

b. Estación ferroviaria más próxima: Plaza Huincul, hoy sin servicio. Actualmente el servicio ferroviario llega hasta la localidad Senillosa.

c. Ruta asfaltada más próxima: ruta provincial N° 6 a 5 km al sur y 2 km al norte de los sitios de muestreo.

d. Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua: no hay disponibilidad de energía eléctrica ni gas. No hay disponibilidad directa de agua, el Río Colorado, corre a unos 5 km al norte.

e. Disponibilidad de viviendas / campamento: se cuenta con la proximidad de la ciudad de Rincón de Los Sauces, donde se hayan todos los servicios habitacionales.

f. Existencia de plantas de beneficio: no existen, solo algunos artesanos locales.

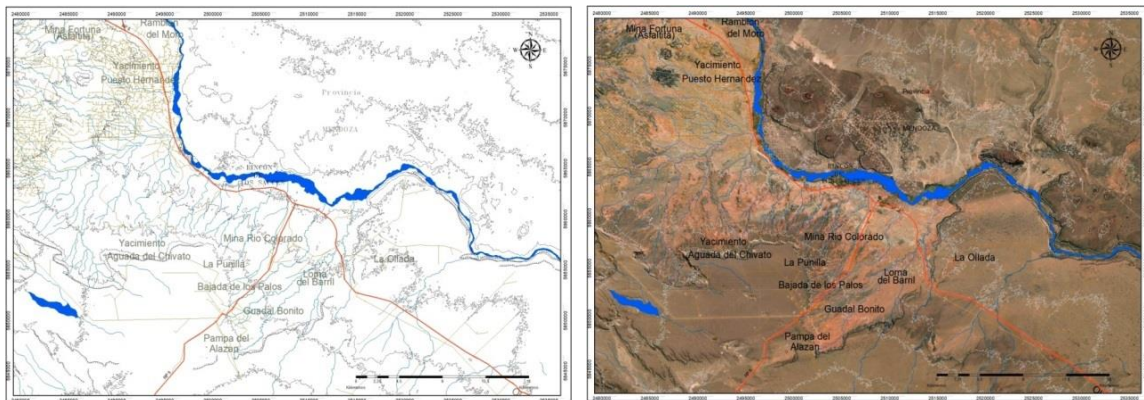


Fig. 26: ubicación del área de interés.

3. Estacionalidad climática: Rincón de los Sauces, se encuentra localizada en la región Centro-Norte de Neuquén, a una altitud de 600 m; ésta región es la más árida de la provincia y también la más cálida. El clima se caracteriza por la escasez de precipitaciones, la acción desecante de los fuertes vientos y por altos valores de evaporación e insolación. Las precipitaciones mantienen un régimen mediterráneo, con un período bien marcado de máximas en otoño-invierno y un mínimo estival; el déficit hídrico es permanente. Regionalmente el punto de referencia se encuentra comprendido en la clasificación de clima árido de estepa patagónica, las precipitaciones anuales no superan los 150 mm, concentradas en la época invernal. En verano y otoño, pueden producirse lluvias convectivas muy intensas y de corta duración, en invierno las precipitaciones son más prolongadas y de mediana a baja intensidad viéndose favorecidas por la poca resistencia orográfica de la región en su parte oriental. Son poco frecuentes escasas las precipitaciones nivas, poco duraderas llegando a tener una acumulación nívea entre 5 a 10 cm. La temperatura media anual ronda los 14°C, correspondiéndose a un clima templado.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: potencialmente, el área con materiales silíceos sueltos, tiene una superficie estimada de unas 1000 Ha, se puede estimar una cuantificación de un 3 a 5% de extracción-recolección, tiene un rumbo NE - SO.

5. Sistema de explotación: no se cuentan con procesos extractivos directos, por lo que la recolección es totalmente manual; dada la metodología antes mencionada se desconocen volúmenes ciertos de recolección. Los procesos extractivos se ven favorecidos por la apertura de picadas y/o huellas para canteras para uso de obras viales y/o petroleros.

6. Geología del yacimiento:

a. *Geomorfología*: el área se encuentra en la Región Extrandina, en el sector se observa un relieve de mesas y mesetas basálticas, bajos y pedimentos mesetiformes, sobre un paisaje de pedimentos disectados, bajos sin salida y planicies aluviales. Al Oeste ingresa en las serranías, por debajo de los 900 m s.n.m. formando un extenso ecotono con un relieve marcado por cañadones y pequeños valles de escurrimiento hacia el norte. La zona de afectación está caracterizada por poseer un paisaje labrado esencialmente por la acción fluvial; asimismo, el proceso volcánico ha sido importante, al formarse extensas planicies lávicas vinculadas a diferentes coladas. Pereyra (2013) diferencia tres conjuntos de procesos morfogenéticos en la región de interés, uno asociado al río Colorado, integrado por terrazas y planicies aluviales (González Díaz, 2011 los define como Morfogenia Fluvial); otro conformando un relieve de denudación desarrollado en los afloramientos de sedimentitas cretácicas con predominio de geoformas erosivas, integrado por pedimentos y badlands (Morfogenia de Erosión o Degradaciones); y un conjunto, más antiguo, compuesto por planicies estructurales, que constituyen el típico paisaje patagónico extraandino de extensas mesetas. El proceso eólico ha sido comparativamente menos importante desde el punto de vista del modelado, si bien la participación de material eólico (cenizas retransportadas y arenas) como material originario de los suelos, es fundamental, la acción eólica sólo se expresa como una serie de dunas de pequeñas dimensiones ubicadas en las terrazas y planicies fluviales, planicies estructurales y en los abanicos aluviales.

Los puntos de interés portadores de ágatas se hallan en el sector nororiental de la Cuenca Neuquina o Flanco Oriental de la Cuenca Neuquina; ésta zona forma parte de la cuenca de antepaís actual (Basaldúa, 2018). En la zona de transición entre las provincias geológicas del Engolfamiento Neuquino y la Payenia (Ramos, 1999; Ramos y Folguera 2011). Dentro de la misma se encuentran variadas litologías de diferentes edades y orígenes, predominando, en la zona las sedimentitas cretácicas, las que fueron englobadas en la estructuración terciaria-cuaternaria y las volcanitas de retroarco neógenas. Estas litologías preexistentes fueron parcialmente modificadas por el accionar de diferentes procesos en las últimas decenas de miles de años. En especial, durante el período Cuaternario (Pleistoceno y Holoceno), tuvieron lugar en la región andino-patagónica varios eventos de glaciaciones. Como resultado de las mismas, las rocas preexistentes, en la zona cordillerana, fueron parcialmente erosionadas por los hielos y los productos de la

erosión fueron depositados en distintos tipos de ambientes en la zona extraandina, dentro de la cual se podría localizar la zona abarcada en el presente estudio (Pereyra, 2013).

b. Estructura: la estructura está afectada por fallas normales de rumbo NNO-SSE a NO-SE del hemi-graben de Entre Lomas (Cristallini et al., 2006). Postulando que dicha actividad extensional de estas fallas se desarrolló principalmente en los períodos Jurásico Tardío a Cretácico Superior, con menores niveles de actividad en tiempos más recientes, esto justificaría que en las emanaciones lávicas del Volcán Auca Mahuida, cubrieran toda la región Este del área de estudio.

7. Marco Geológico: los sitios de recolección se encuentran en el sector nororiental de la Cuenca Neuquina, o Flanco Oriental de la Cuenca Neuquina; ésta zona forma parte de la cuenca de antepaís actual (Basaldúa, 2018). El Flanco Oriental está formado por una serie de suaves plegamientos asociados a fracturas de rumbo noroeste, conocido como sistema de Entre Lomas (Mosquera y Ramos 2006, Ramos 2011), el límite nororiental está dado por el borde de la Cuenca Neuquina en su contacto con el basamento del Bloque de San Rafael, el límite sudoriental está dado por Depocentro de Añelo y su basamento constituido por las estribaciones del Macizo Nordpatagónico o de Somuncurá. (Ramos, 2015).

En el extremo occidental de la zona de interés, se observan sedimentitas continentales, epiclásticas del Grupo Neuquén, Subgrupo Río Neuquén siendo estas cubiertas por rocas volcánicas de edad terciaria y cuaternaria, compuestas por sucesivas coladas volcánicas, en la que intercalan delgados e irregulares estratos de sedimentitas epiclásticas.

a. Estratigrafía: en el área de interés se observan dos grandes conjuntos litológicos:

- *Sector occidental,* aquí se puede observar el Grupo Neuquén, el mismo ha quedado definido como una sucesión de depósitos continentales del Cretácico Superior (Garrido, 2010), está conformado por depósitos continentales de origen fluvial, eólico y lacustre somero, desarrollados en la Cuenca Neuquina en el Cretácico Superior (entre el Cenomaniano inferior y el Campaniano medio). Alcanzando en el área de estudio, cotas de espesores a los 700-800 m. Litológicamente se integra por una sucesión de capas rojas (red beds) compuestas principalmente por areniscas y fangolitas.

La secuencia presenta una geometría sencilla con depositaciones tabulares planares, no identificándose desplazamientos estructurales importantes. Generalmente presenta suave ondulación y el rumbo de los estratos es en general OSO-ENE con pendiente hacia el SSE, no mayor a 5°. Sus afloramientos conforman un sistema de mesetas angostas y

alargadas en sentido SO y NE que se escalonan desde el nivel basal de las bardas (aproximadamente a 800 m.s.n.m.) y el río Colorado (600 m.s.n.m.).

En este relieve, los niveles descienden mediante superficies de control estratigráfico (mesetas) que son recortadas por cañadones y recubiertas de detritos. Siguiendo con la división propuesta por Garrido (2010), se observa en el área de interés el Subgrupo Río Neuquén, con las Formaciones: Lisandro, Portezuelo y Plottier, y el subgrupo Río Colorado con las Formaciones Bajo de la Carpa y Anacleto. Con un claro hiatus deposicional se encuentra la Fm Cerro Carrere caracterizada por un ambiente mixto y la Fm Vaca Mahuida con un ambiente netamente continental. Para rematar con un claro relieve mesetiforme al sur del área occidental con la Fm. Pampa Encima. Sobre las laderas y en zona de agradación predominan sedimentos cuaternarios y recientes poco consolidados. Entre los que se pueden mencionar depósitos de rodados y arenas de cobertura de pedimentos y abanicos aluviales; depósitos de arenas y gravas fluviales holocenos y actuales; estas se pueden observar sobre el Río Colorado y cursos menores; Depósitos aluvio-coluviales recientes (gravas, arenas, limos y arcillas).



▪ *Sector oriental*, aquí predominan basaltos y volcanitas; se han diferenciado: Basalto Rincón del Infiernillo (basaltos olivínicos, y traquibasaltos), Basalto Pampa León (basaltos olivínicos) y Basalto Cerro La Manea (basaltos olivínicos y andesitas); estos basaltos son correspondientes a la porción distal de las secuencias lávicas provenientes del Complejo Volcánico Auca Mahuida. Cabe aclarar que este Complejo Volcánico

corresponde al Segmento Sur de la Provincia Geológica Payenia (Ramos y Folguera, 2010).

8. Geología del depósito: las ágatas se hallan en sedimentos modernos y está dada por la acumulación de rodados a partir de procesos erosivos (aluviales). Como dato histórico podemos decir que las primeras menciones de estas, fueron por los trabajos de prospección petroleras en la región, y de colectores de la vecina provincia de Mendoza. Ocurren en un nivel ignimbrítico por encima del nivel de paleosuelo del techo de la Fm Anacleto? Esta unidad está constituida por fangolitas moradas, friables y masivas, junto a pequeños niveles de material pelítico, fuertemente carbonático, con intensa bioturbación, demostrando un ambiente de planicie de inundación sometida a procesos de pedogénesis. Por encima de las ignimbritas ocurren niveles de basalto vesicular. Según Ramos y Folguera (2010), al definir el sector sur de Payenia como el Escudo Volcánico Auca Mahuida, describen un evento de lavas que ya fuera anteriormente descrito por Bertotto (2002) donde menciona que las características geoquímicas indican que las rocas volcánicas varían de hawaiitas a mugearitas en los flujos de lava con algunas traquitas más evolucionadas en los productos finales. Ambos tipos se encuentran en los campos de arco posterior e intraplaca (Kay *et al.*, 2006).

9. Modelo genético: corresponde al modelo depósitos de placer y sedimentos (12f); asociación: gemas y minerales de colección, según la clasificación del SEGEMAR (1999). La mineralización está representada por geodas de ágatas botroidales sueltas, siendo muy escaso lo que a la fecha del presente informe se observaran in situ, dado que se localizan en los planos de erodación sobre cauces intermitentes y desagotes de escurrimiento y colectores, favorecidos por la erosión sobre los niveles ignimbríticos y por la traza de antiguas picadas de exploración petroleras. Si bien su origen estaría relacionado a la formación de suelos o procesos pedogenéticos como menciona Garrido (2010), las mismas se encontrarían sobre los niveles ignimbríticos que cubren sedimentos formados en un ambiente de planicie de inundación retrabajado, con un marcado procesos de pedogénesis.

10. Litotectos y mineralotectos:

a. *Litotectos*: se presupone que los materiales de interés estarían estrechamente vinculados a la Formación Anacleto, por ser portadora de niveles con geodas, se la considera un litotecto de alto potencial, por ser una unidad con amplia distribución regional, y a que la misma se extiende sobre el frente occidental y sudoriental del Volcán Auca Mahuida; el que por sus eventos volcánicos del cuaternario brindaría las condiciones ideales para la formación de nódulos silíceos acompañados por un hidrotermalismo de baja temperatura, y favorecidos por la yacencia de niveles



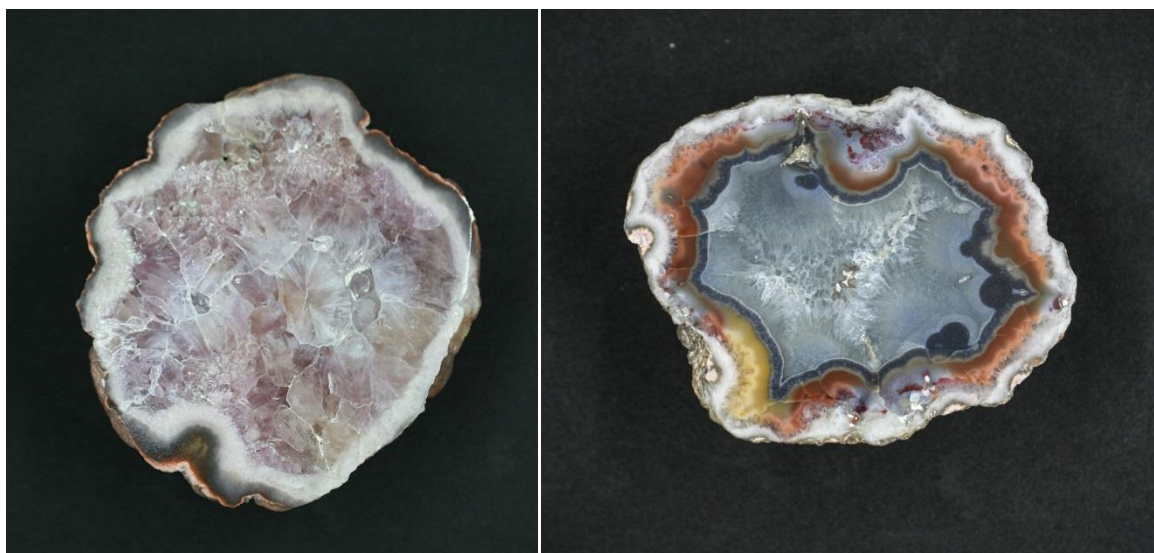


Fig. 28: distintas variedades de Ágatas bandeadas o Ágata Rincón halladas en los alrededores de la localidad de Rincón de los Sauces.

ignimbríticos por encima del techo de la Fm. Anacleto.

b. Mineralotectos: en este sector, se trata de un nivel ignimbrítico que cubre estratos de pelitas y fangolitas altamente pedogenizadas en el contacto que contienen a las geodas de cuarzo. Este indicio es medianamente importante dada la distribución de las ocurrencias, ya que no están concentradas en un solo punto. Si bien no hay un registro productivo, el cual se puede deber a la poca cultura y conocimiento del potencial de ágatas en Argentina, salvando las localidades ya conocida en el país, se tiene amplio conocimiento que han sido coleccionadas durante varios años y en distintas cantidades.

Jaspes, Calcedonias, Cuarzos y Ópalos. Estancia El Yunkón

1. Generalidades:

a. Ubicación y accesos: está a 25 km por camino (13 km por la ruta asfaltada N° 237 y 12 km por camino de tierra) y a 20 km en línea recta, al SO de la localidad de P. del Águila.

2. Servicios e Infraestructura:

a. Localidad más próxima: Piedra del Águila. a 13 km al sudoeste.

b. Estación ferroviaria más próxima: Zapala (Neuquén) a 184 km al N, y San Carlos de Bariloche (Río Negro) a 198 km al SO.

c. Ruta asfaltada más próxima: ruta nacional N° 237 a 12 km al NE.

d. Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua: no hay disponibilidad de gas, la energía eléctrica llega hasta la estancia El Yunkón y la Planta de Beneficio. En cuanto a la disponibilidad de agua, la planta de corte cuenta con un sistema de captación de

vertientes que brindan el caudal suficiente para la operación. También el embalse Piedra del Águila, a 17 km al E; 5 km en línea recta al E corre el Río Limay y la estancia tiene una extensa costa de río.

e. Disponibilidad de viviendas / campamento: no tiene, pero tanto las instalaciones de la planta de corte, principalmente, como las del puesto de la estancia, estarían en condiciones de ser adaptadas para el alojamiento de personal transitorio o permanente.

f. Existencia de plantas de beneficio: planta propia, montada en 2007, en franca actividad hasta el año 2012 y desmantelada en la actualidad.

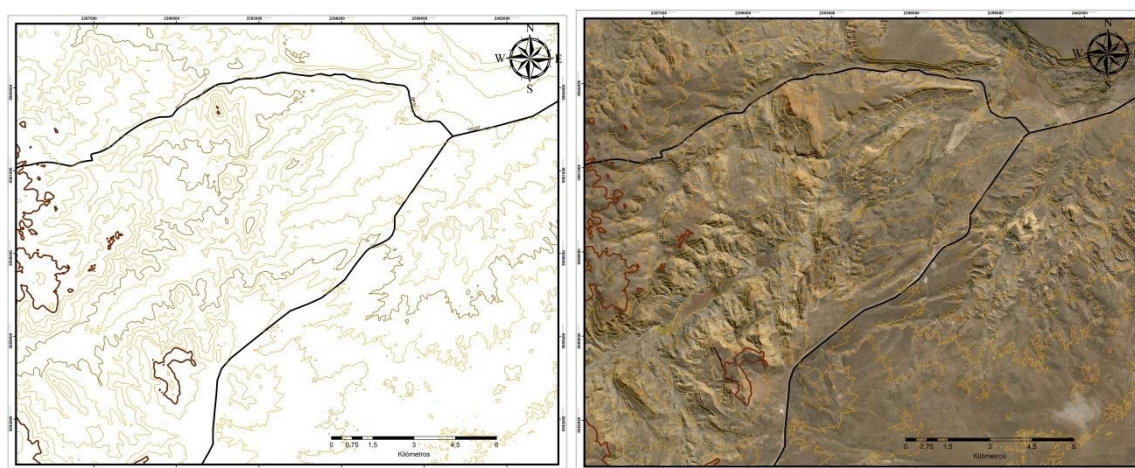


Fig. 29: ubicación del área de interés.

3. Estacionalidad climática: en el sector donde se encuentra los depósitos, comprende un área de sierras, pedimentos mesetiformes y mesetas basálticas. El clima es predominantemente árido y frío, con precipitaciones varían entre 200 a 300 mm anuales, concentradas en otoño e invierno y una temperatura anual media entre 8 y 10°C.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: potencialmente, el área con materiales silíceos sueltos ocupa más de 300 Ha, incluyendo afloramientos en los que los materiales silíceos están in situ; la corrida de los materiales de interés tiene un rumbo SE-NO. El cuarzo presenta distinto tamaño según la pieza, se hallan con estructura cristales de diente de perro, alargados, de hasta 4 a 5 cm conformando geodas cerradas o con material silíceo relleno la cavidad central. El ópalo es de color grisáceo, en general. La calcedonia puede tener distintos colores (verde, negra, etc.) al igual que el jaspe, destacándose el amarillo, además se encuentran de colores blanco, gris, verde, negro, amarillo, etc. Las piezas cortadas y pulidas son muy vistosas; pueden cortarse en distintas direcciones obteniéndose muestras aptas para su pulido, las que levantan brillo con relativa facilidad.

5. Sistema de explotación: la recolección-extracción de bloques y clastos se puede realizar manualmente, en el afloramiento o en inmediaciones del mismo por dispersión natural o por excavación superficial por métodos manuales o mecanizados, para luego realizar la extracción de bloques.

6. Geología del yacimiento:

a. Geomorfología: en el ámbito de la Ea. El Yunkón se observan geoformas relacionadas a Peneplanicies exhumadas, las mismas corresponden al paisaje del basamento. Se caracteriza por poseer una superficie ondulada con valles amplios en las cabeceras de los arroyos, estrechos y profundos en cercanías de sus desembocaduras en el río Limay. Este paisaje, actualmente muy disectado, se conserva solamente en las altas cumbres, en las que en algunos lugares se encuentran asomos de rocas volcánicas. Otras de las geoformas observadas son las Planicies estructurales lávicas y volcanes sobreimpuestos, corresponden a las coladas de basaltos de gran extensión regional, con niveles de tobas intercaladas, y ocasionalmente conos volcánicos; los conos sobreimpuestos preservan a veces su cráter en forma de medialuna y asociados a ellos coladas de más reciente edad que el sustrato basáltico sobre el cual se asienta el edificio volcánico. A lo largo de los márgenes de las coladas basálticas y de las mesetas de las planicies estructurales lávicas se observan acumulaciones de remoción en masa, se generan por deslizamientos de grandes bloques mezclados con los sedimentos subyacentes, lo que constituye un paisaje caótico. Están controlados por la diferente respuesta a la meteorización de las unidades involucradas, así como por la disposición ligeramente inclinada o subhorizontal de aquellas. Donde estos procesos adquieren mayor expresión areal se suelen formar fracturas semicirculares que al desplomarse dan lugar a formas de circos a los cuales localmente se los denomina rincón.

b. Estructura: en función del control estratigráfico y estructural se pueden definir tres áreas depocentrales que albergaron las unidades tecto-sedimentarias. Los tres depocentros fueron definidos como hemigrábenes en función de las características asimétricas de su relleno. El depocentro de Sañicó corresponde a un hemigraben volcánico que registra hasta 1850 m de relleno, posee una orientación NE-SW, polaridad hacia el sureste, limitado por fallas NE-SW y ENE y presenta 27 km de ancho y 9 km de largo aflorantes. Internamente se desarrollan estructuras oblicuas sintéticas y antitéticas y desarrollo de altos internos. El hemigraben de la Pintada presenta una orientación N-S y polaridad hacia el oeste y acomoda principalmente los depósitos del Ciclo Cuyano con espesores mayores a los 220 m, muestra un ancho máximo de 20 km y el largo aflorante

en el área de estudio es de unos 30 km. El depocentro de Piedra del Águila fue definido como un hemigraben volcánico que albergó hasta 1500 m de relleno y habría presentado una orientación NE-SW, con polaridad hacia el noroeste, contraria al depocentro de Sañicó; presenta un largo aflorante de 9 km y un ancho máximo continuo de alrededor de 2,5 km (D'Elía, 2012).

7. Marco geológico: el basamento en la región está representado por granitoides de la Fm. Mamil Choique del Paleozoico inferior, que aflora al E y al O del sitio visitado. En éste, destacan las volcanitas básicas (andesitas) de la Fm. Sañicó en la que están las manifestaciones silíceas de interés. El material silíceo (ópalo, jaspe, calcedonia y cuarzo) atraviesa en distintas direcciones a las volcanitas.

a. Estratigrafía: las exposiciones de la Formación Sañicó comienzan en la localidad de Piedra del Águila y llegan hasta el cerro Zaina Yegua y, desde el cerro Piedra Agujereada sobrepasa la localidad de Sañicó. Está compuesta principalmente de rocas lávicas de composición andesítica, rocas piroclásticas de composición riodacítica y minoritariamente rocas sedimentarias resultado del retrabajo de las anteriores. Conforman espesos mantos de aglomerados volcánicos andesíticos intercalados con lavas.

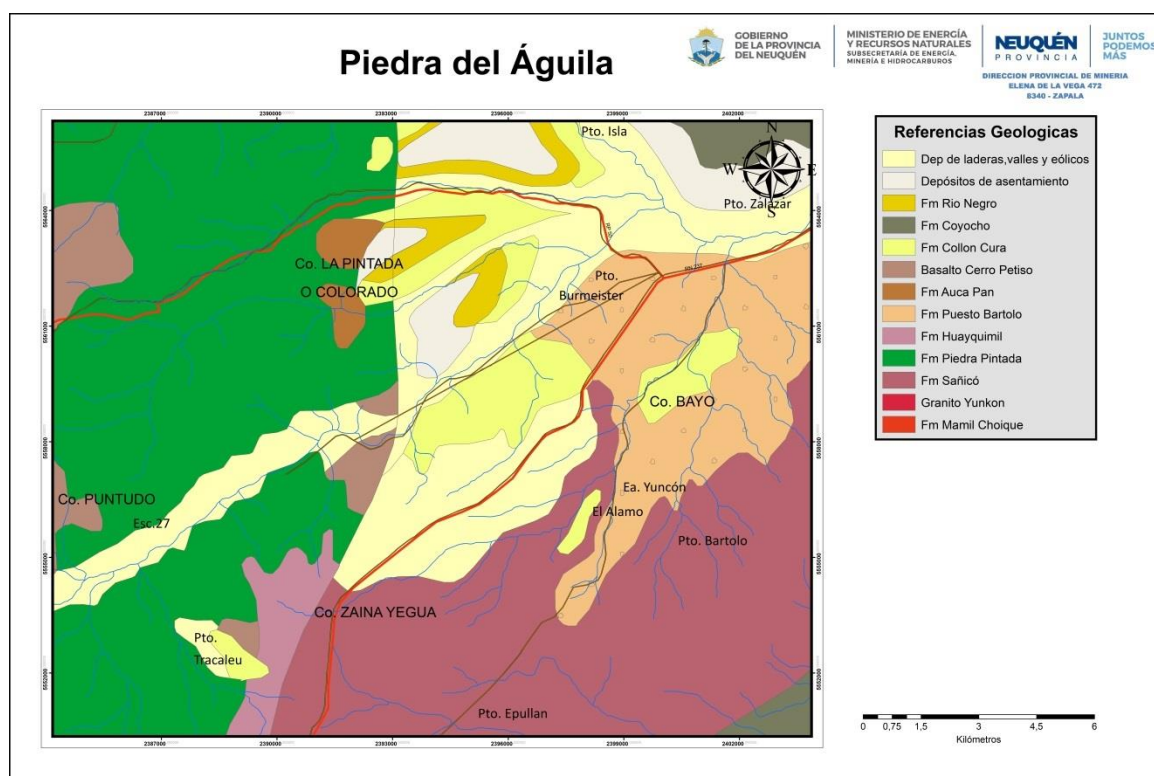


Fig. 30: mapa geológico del área.

Modelo genético: hidrotermal de baja temperatura. Epitermal.

8. Litotectos y mineralotectos:

a. Litotectos: la Formación Sañicó, está compuesta por andesitas, brechas volcánicas y piroclastitas. El material silíceo (ópalo, jaspe, calcedonia y cuarzo) atraviesa en distintas direcciones a las volcanitas.

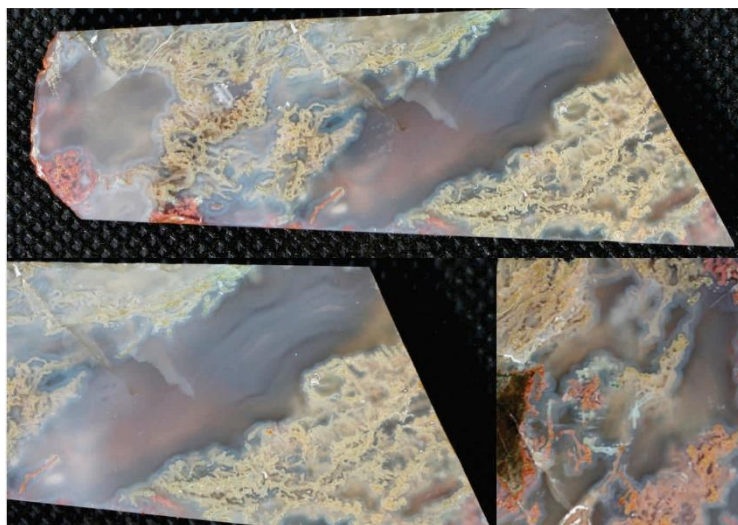
b. Mineralotectos: los minerales de interés hallados en la Estancia son ópalo, jaspe, calcedonia y cuarzo, presentados en forma conjunta o por separado. La roca de caja aparece en las piezas de interés y los minerales de alteración son principalmente epidoto y calcita.



Fig. 31 a) área de interés, b) roca de caja, c) Ágata bandeada, d) Ágata musgo, e y f) Ágata poliédrica y Ágata lingote (fotos: S. Cocca).



Fig. 32: a) Ágata lingote, b) detalle de Ágata lingote (fotos: S. Cocca).



Ágata Musgosa o Dendrítica

Definición: Esta pieza muestra una estructura típica de ágata musgosa.

Investigaciones recientes refieren estas estructuras a un origen biogenético (al menos algunas de ellas), muy probablemente un tipo de bacteria fósil.

Las ágatas dendríticas o musgosas contienen dendritas que en su mayoría son formaciones tridimensionales parecidas a arbustos, árboles, causadas por depósitos de manganeso o hierro. También se observa en otras ágatas y calcedonias. El nombre deriva del griego: Dendros = δέντρο (árbol)

Ágata Nube o Agata Cloud

Definición: Este nombre se usa para describir ágatas que muestran inclusiones similares a nubes.

Estas ocurren principalmente en las secciones exteriores del nódulo del ágata



Ágata Poliédrica o Poligonal

Este es el nombre comercial dado a las ágatas con superficies exteriores planas y versátiles. Estos son rellenos de grandes cavidades entre los rellenos de grietas y diaclasas, desprendidos de forma natural. Hasta ahora solo se sabía de que habían sido extraídas comercialmente durante un período corto en la década de 1970 en el estado brasileño de Paraíba.

Fig. 33: a) Ágata musgosa o dendrítica, b) Ágata nube y c) Ágata poliédrica (fotos: S. Cocca).

Geodas

Se denomina así a conjunto de cristales que aparecen recubriendo una superficie cóncava, el crecimiento de los mismos es hacia el centro de una estructura más o menos esférica. Son frecuentes las de calcita, que rellenan huecos formados por disolución en rocas calcáreas, y las de minerales de origen hidrotermal, como el cuarzo, que rellenan cavidades en rocas ígneas o metamórficas.

Las geodas se originan cuando se forma una cavidad o espacio en una roca y el hueco se rellena de cristales. Los huecos generalmente se forman en rocas ígneas dentro de burbujas de gas atrapado, con el tiempo, el transporte de minerales disueltos fluye a través de la roca y precipita cristales en la cavidad por evaporación. Los cristales dejan de crecer cuando cesa el movimiento del fluido o si la vía es sellada.

Geodas. Paraje Loma del Medio

1. Generalidades:

a. Ubicación y accesos: los yacimientos de geodas de cuarzo (Expediente minero N° 5912-000612/2014, Mina Choique y Expediente minero N° 7712-000373/2017, Mina Collicura), cuyo titular es Andrés Oteiza, se encuentran unos a 40 km al SO de la localidad de Rincón de los Sauces (departamento de Pehuenches). Afectan una superficie de 359 has 84 as. Se accede desde la ciudad de Añelo por la ruta provincial N° 7 en sentido a Rincón de los Sauces, circulando por la misma hasta que se llega al cruce entre la ruta provincial N° 5, por esta última se debe transitar en dirección norte hasta llegar a la derivación de acceso señalizado como área La Escalonada, y por camino consolidado de ripio se debe circular en sentido oeste hasta llegar al área de interés.

2. Servicios e infraestructura:

- a. Localidad más próxima:* Rincón de los Sauces, unos 40 al noreste.
- b. Estación ferroviaria más próxima:* Plaza Huincul, hoy sin servicio. Actualmente el servicio ferroviario llega hasta la localidad Senillosa.
- c. Ruta asfaltada más próxima:* ruta provincial N° 7 a 15 km al suroeste y ruta provincial N° 5 a 21 km al este.
- d. Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua:* no hay disponibilidad de ninguno de estos insumos.
- e. Disponibilidad de viviendas / campamento:* no tiene. Cuando se realiza la colecta, los operarios se alojan en carpa, generalmente en los meses de marzo y octubre.

f. Existencia de plantas de beneficio: propia, en el barrio de Saavedra (provincia de Buenos Aires). Luego de la recolección, clasificación y del traslado a Bs. As., se realizan los procesos de corte, pulido, desgrane, etc.

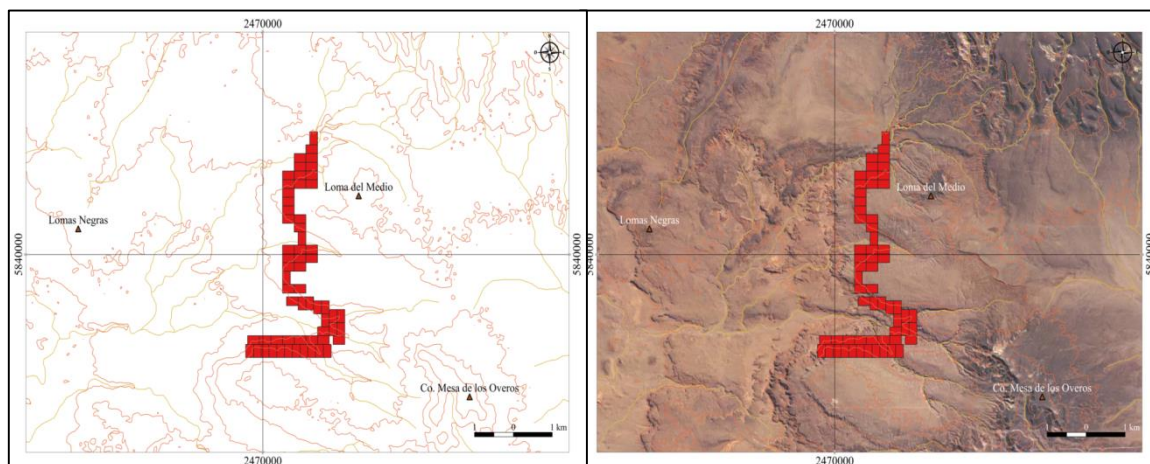


Fig. 34: ubicación de las pertenencias mineras.

3. Estacionalidad climática: en el sector donde se encuentra el yacimiento, las precipitaciones varían de 80 a 200 mm anuales, concentradas en la época invernal. En verano y otoño, pueden producirse lluvias intensas, mientras que en invierno las precipitaciones son prolongadas y de baja intensidad. No son frecuentes las nevadas, aunque las que se producen esporádicamente, pueden llegar a ser intensas y duraderas. La temperatura media es de 14°C; la región cuenta con un déficit hídrico de 550 mm, determinando su condición de seca y cálida. Los vientos del sector sur y sudoeste son fríos, fuertes, escasamente húmedos y están asociados a nevadas y tormentas polvo-arenosas; mientras que los vientos que provienen del noreste son cálidos y secos, estos vientos son más fuertes en verano que en invierno.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: el área afectada por el yacimiento es una superficie de 360 has, aproximadamente. Se puede cuantificar las áreas de afectación de extracción-recolección en un 10% de su superficie.

5. Sistema de explotación: la recolección-extracción, actualmente, se realiza de dos maneras: 1) recolección manual de las geodas de cuarzo en superficie; 2) excavación superficial mediante piqueta, pala, para luego realizar la recolección de las geodas de cuarzo.

6. Geología del yacimiento:

a. Geomorfología: la zona dónde se encuentra el pedimento minero, se halla dominada por cañadones labrados sobre la pila sedimentaria que dominan el conjunto de rocas aflorantes en el sector. Son el resultado de procesos erosivos producidos

principalmente por cursos de agua intermitentes y esporádicos. En menor proporción, conformando las partes más altas de la zona, se presentan cerros mesetiformes como resultado de la erosión diferencial de rocas sedimentarias que fueron cubiertas por coladas basálticas terciarias.

b. Estructura: los rasgos estructurales más importantes están relacionados con fallas normales de orientación NO-SE e inclinación NE, los anticlinales son angostos, elongados y simétricos, y tienen un relieve bajo. No se observaron deformaciones importantes en las rocas sedimentarias o volcánicas, aunque sí se pudieron distinguir algunos lineamientos superficiales.

7. Marco geológico: los pedimentos mineros se hallan en el sector nororiental de la Cuenca Neuquina, o Flanco Oriental de la Cuenca Neuquina; ésta zona forma parte de la cuenca de antepaís actual (Basaldúa, 2018). En la zona de interés, por debajo de las rocas volcánicas de edad terciaria y cuaternaria, compuestas por sucesivas coladas volcánicas, en la que intercalan delgados e irregulares estratos de sedimentitas epiclásticas, se encuentran depósitos de origen continental, correspondientes al Grupo Neuquén de edad cretácica superior.

a. Estratigrafía: según Garrido (2010) las unidades aflorantes en el sector representan un conjunto de rocas sedimentarias que conforman una sucesión de depósitos continentales de origen fluvial, eólico y lacustre, desarrollados durante el Cretácico superior. Dadas las relaciones estratigráficas observadas en el campo, con las unidades supra e infrayacentes, se pudo establecer que el yacimiento se encuentra emplazado dentro del Grupo Neuquén, Subgrupo Río Colorado, en niveles de la Formación Anacleto y Bajo de la Carpa. Litológicamente están compuestas por fangolitas rojizas a moradas, friables y macizas entre los que se intercalan bancos de limolitas laminadas, de coloración gris-verdosa, junto a delgados bancos de areniscas cuarzolíticas o cuarzo-feldespáticas gris-amarillentas, medianas a gruesas, de clastos subangulosos a subredondeados, pobre selección, matriz arcillosa y con contenidos apreciables de pigmento férrico, con estratificación cruzada y marcas de ondulitas asimétricas. Presentan fuerte bioturbación y abundantes rizoconcreciones, siendo común además la presencia de geodas con cristales de calcita y sílice.

En general, los bancos arenosos se presentan masivos y sin mayores estructuras, observándose en algunos niveles un entrecruzamiento planar de alto ángulo y estratificación paralela. Se presentan intercalaciones de fangolitas moradas, friables y

masivas, junto a pequeños niveles de material pelítico, fuertemente carbonático, con intensa bioturbación.

8. Modelo genético: corresponde al modelo depósitos de placer y sedimentos (12f); asociación: gemas y minerales de colección, según la clasificación del SEGEMAR (1999). La mineralización está representada por geodas de cuarzo in situ, que se localizan en los planos de estratificación y zonas de fracturas, preferencialmente. Su origen estaría relacionado a la formación de suelos, a procesos pedogenéticos (Garrido, 2010). En algunos sectores, las geodas se disponen agrupadas con una alta densidad de individuos, en otros sectores suelen aparecer acumulaciones de geodas dispersas en la superficie, generadas como resultado de la erosión de la roca de caja y re-depositación de las mismas por las escorrentías fluviales intermitentes.

9. Litotectos y Mineralotectos:

a. Litotectos: las formaciones Anacleto y Bajo de la Carpa, se consideran un litotecto de alto potencial, por ser unidades con amplia distribución regional, se extienden sobre el frente occidental y sudoriental de la sierra de Auca Mahuida, sector central de la

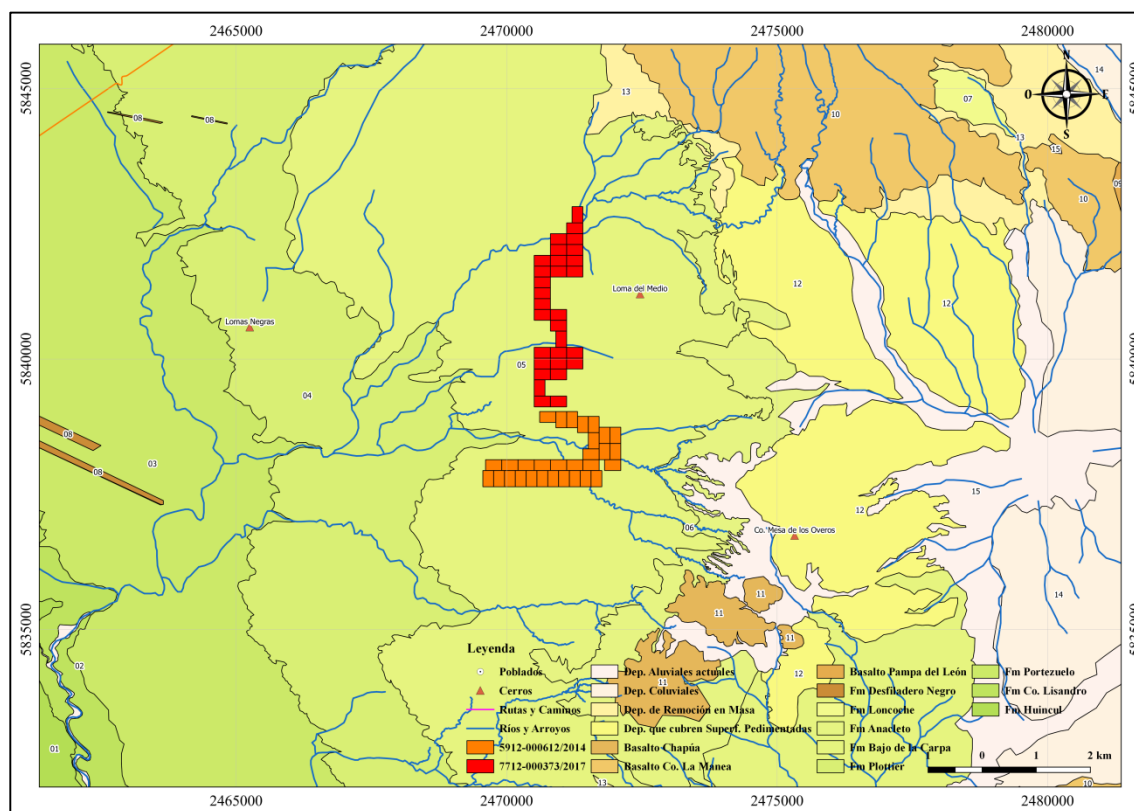


Fig. 35: geología del área de los pedimentos mineros. Notación: 01= Fm. Huíncul, 02= Fm. Co. Lisandro, 03= Fm. Portezuelo, 04= Fm. Plottier, 05= Fm. Bajo de la Carpa, 06= Fm. Anacleto, 07= Fm. Loncoche, 08= Fm. Desfiladero Negro, 09= Basalto Pampa del León, 10= Basalto Co. la Manea, 11= Basalto Chapúa, 12= Dep. que cubren superficies pedimentadas, 13= Dep. de remoción en masa, 14= Dep. Coluviales y 15= Dep. Aluviales actuales.

sierra de Huantraico y valle superior del río Colorado, sobre el área circundante a la localidad de Rincón de los Sauces, prosiguiendo desde allí hacia territorio mendocino.

b. Mineralotectos: en este sector, se trata de estratos de arenisca y pelitas que contienen a las geodas de cuarzo. Este indicio es pequeño, sin embargo, puede ser indicador para que aparezcan nuevos hallazgos. El escaso desarrollo productivo puede responder a una combinación de factores actuantes, como son la distancia a los centros de consumo, la escasa cultura minera de la población, la calidad poco conocida de los



Fig. 36: a) vista general de la zona del yacimiento, b) vista en detalle del nivel donde se hallan las geodas, c) vista en detalle del nivel donde se hallan las geodas, d) ejemplos de las geodas en explotación, e) vista de un fragmento de geoda y f) drusa con las que se realizan colgantes.

recursos, y/o el insuficiente conocimiento técnico y económico que se tiene de éste tipo de yacimiento.

Geodas de Cuarzo y Celestina. Paraje El Chenque

1. Generalidades: no existen pedimentos mineros afectados o que involucren a los minerales implicados en el presente informe.

a. Ubicación y accesos: el punto de interés se encuentra en la región Sureste de la Meseta de la Barda Negra, en el Paraje el Chenque, dentro del Lof El Chenque. Se accede por Ruta Nacional 22, al Este de Zapala, con dirección a la Ciudad de Neuquén, hasta el empalme con Ruta provincial N° 34. Continuando al sur por la misma ruta unos 37 km, desde allí unos 6 km al suroeste por camino vecinal.

2. Servicios e infraestructura:

a. Localidad más cercana: Zapala, a 70 km al Noreste.

b. Estación ferroviaria más próxima: Zapala, hoy sin servicio.

c. Ruta asfaltada más próxima: Ruta Nacional N° 22 al Oeste.

d. Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua: no hay disponibilidad de ninguno de los tres servicios.

e. Disponibilidad de viviendas / campamento: no existe campamento dado que las labores de mineros preexistentes de arcillas dejaron de trabajar hace tiempo.

f. Existencia de plantas de beneficio: no existen en las cercanías.

3. Estacionalidad climática: el área se encuentra en la Región Extrandina, en el sector se observa un relieve de sierras, pedimentos mesetiformes y mesetas basálticas por encima de los 1100 m.s.n.m. con un relieve marcado por cañadones y pequeños valles de escurrimiento. Regionalmente el punto de referencia se encuentra comprendido en la clasificación de clima árido de estepa patagónica, con precipitaciones que varían de 200 a 500 mm anuales, concentradas en la época invernal. En verano y otoño, se producen lluvias convectivas intensas y de corta duración, en invierno las precipitaciones son más prolongadas y de mediana a baja intensidad viéndose favorecidas por la poca resistencia orográfica de la región en su parte occidental. Son frecuentes las nevadas, intensas y duraderas llegando a tener una acumulación nívea entre 20 a 40 cm. Las temperaturas extremas van de una máxima absoluta de 40,7°C en verano a una mínima de -10,5°C en invierno; la temperatura media anual es de 14°C.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: el área afectada es una superficie de 1000 Has, aproximadamente. Mientras que la superficie del afloramiento supera los 20

km². Se puede cuantificar las áreas de afectación de extracción-recolección en un 5% de su superficie.

5. Sistema de explotación: la recolección es manual y esporádica. Se desconocen volúmenes de recolección.

6. Geología del yacimiento:

a. Geomorfología: el área se encuentra comprendida en una zona de lomadas bajas, muy denudadas, constituidas por sedimentitas jurásicas plegadas y dislocadas sobre el basamento granítico. En ella se destacan los cerros Lotena (939 m), Granito (885 m), Rincón del Águila (974 m) y Bayo Chico (984m), constituyendo este último la mayor elevación de la zona. El relieve está comprendido en la región mesetiforme, caracterizándose por un relieve bajo con pequeñas lomadas que escasamente superan los 300 metros, para contrastar con el pie de la Barda Negra en su extremo oriental.

b. Estructura: el área de ocurrencia de las geodas se encuentra afectada por la Dorsal de Huincul, ésta unidad está representada por una angosta faja de deformación de orientación general NE-SO, con estructuras anticlinales y sinclinales asociadas. Según Orchuela *et al.* (1981) la concurrencia de estructuras compresivas y tensionales en el ámbito de la Dorsal de Huincul, sumada a la orientación de los pliegues tanto superficiales como del subsuelo, puede ser explicada como resultado de una falla de desplazamiento lateral (transpresiva) inducida por los empujes occidentales contra el antepaís nordpatagónico, entre los bloques definidos al norte y sur de la Dorsal. Este tipo de fallamiento genera una serie de estructuras secundarias como pliegues en echelón y fallas reversas antitéticas con láminas de corrimientos que dan origen a anticlinales frontales de empuje. En este sector, la Dorsal de Huincul, se manifiesta con exposición de rocas graníticas del basamento y de sedimentitas jurásicas y cretácicas en los anticlinales cerro Granito-cerro Lotena y Picún Leufú.

7. Marco geológico:

a. Estratigrafía: en el área de interés se puede observar a la Formación Los Molles, de forma saltuaria desde el extremo sur de la Sierra del Portezuelo, pasando por cerro Lotena hasta el Paso del Carro Quebrado. Litológicamente estos afloramientos están compuestos por paquetes de arcilitas margosas, silicificadas de colores amarillos oscuros intercaladas por niveles de areniscas castañas, compactas y calizas arenosas. Es cubierta por la Formación Lajas, esta unidad agrupa a un conjunto de composición psámitica que traslapan regresivamente sobre las pelitas de la Fm Los Molles. Continuando con la Fm Vaca Muerta, compuesta por margas castañas oscuras, lutitas arcillosas pardas claras y

calizas grises oscuras mientras que en los sitios que fue cubierta por niveles basálticos bajo los escoriales de la Barda Negra, en este caso con un marcado tinte rojizo, se lo observa saltuariamente. Siendo cubierta por la Fm Picún Leufú, corresponde a depósitos marinos someros que progradan sobre la Formación Vaca Muerta y son sobrepuestos por las sedimentitas litorales a continentales de la Formación Mulichinco. Aquí se encuentra constituida por calcarenitas, areniscas calcáreas amarillentas, lutitas y margas verde oscuro.

8. Modelo genético: la presencia de cuarzo rosado y celestina (SrSO_4) se justifica por relleno y cristalización de fluidos hidrotermales de baja temperatura en cavidades originadas posiblemente por disolución en niveles de la Fm Picún Leufú.

9. Litotectos y Mineralotectos:

a. Litotectos: la Formación Picún Leufú corresponde a depósitos marinos someros que progradan sobre la Fm Vaca Muerta y son sobrepuestos por las sedimentitas litorales a continentales de la Fm Bajada Colorada. En el área de toma de muestras se observó que la litología del litotecto está formado por margas pardo claras alternando con niveles de areniscas calcáreas de grano fino. Está constituida por un predominio de micritas y arcilitas, con variaciones que van desde micritas arcillosas a arcillas micríticas; en orden de abundancia decreciente siguen subesparitas, esparitas con diferentes porcentajes de aloquímicos (oolitas, nódulos, intraclastos, restos fosilíferos y calciesfereas), coquinas, limolitas, arcilitas y escasas dolomías.

Análisis de Roca de Caja de las Geodas, se tomaron dos muestras:

- Caliza cristalina (según Dunham, 1962): muestra de color gris verdoso-amarillento, masiva, algo deleznable. Está compuesta por cemento esparítico (85%) y por partículas que están representadas por elementos terrígenos (10%). El material ligante consiste en un mosaico granular, originado probablemente por recrystalización de calcita micrítica. Las partículas terrígenas son de cuarzo monocristalino anguloso a subanguloso; plagioclasa zonada y en menor proporción biotita cloritizada, moscovita, sericita y escasos minerales arcillosos. Como minerales accesorios hay gránulos de opacos y zircón. Según la clasificación de Folk sería una Esparita (refiere a muestra NQN 04 SEGEMAR).

- Packstone: la muestra es de color gris verdoso, poco deleznable y masiva. Posee textura grano sostén. Está constituida por abundantes partículas de elementos aloquímicos (60%) como peloides, oolitas e intraclastos. Los elementos terrígenos (6%) son de cuarzo mono y policristalino con extinción ondulosa, calcedonia, plagioclasa y biotita cloritizada; también se observan fragmentos líticos de areniscas y de vulcanitas.

En sectores, se observa fango con calcita micrítica y material arcilloso, y abundante cemento microesparítico como producto de recristalización de la micrita. Como minerales accesorios encontramos minerales opacos y zircón (refiere a muestra NQN 05 SEGEMAR).

b. Mineralotectos: los minerales de interés que conforman las geodas (Celestina y Cuarzo) se encuentran comprendidas en niveles de margas pardo claras alternando con niveles de areniscas calcáreas de grano fino. La extensión máxima aflorante continua es de 7.000 m, aproximadamente.



Fig. 37: a) vista de las Geodas recolectadas.

Jaspilita

Se denomina así a la roca constituida por bandas alternantes de jaspe y óxidos de hierro (hematita-magnetita), y localmente comprenden intercalaciones de bandas de chert blanco, generalmente en forma subordinada. Estos depósitos de hierro bandeado (BIF: banded iron formation) tipo Algoma se han identificado entre los arroyos Butalón Norte, por el sur, y Chacay, por el norte, en el sector septentrional de la Cordillera del Viento; están interestratificados con grauvacas, areniscas y brechas predominantemente en el tope de la Sección Inferior de la Formación Colomichicó.

Jaspilita. Paraje Arroyo Chacay

1. Generalidades:

a. Ubicación y accesos: el depósito de jaspilitas y en particular el sitio muestreado para el presente se halla en las nacientes del Arroyo Chacay, accediendo por Ruta Provincial N° 43 desde la localidad de Varvarco. Luego de recorrer 8 km se toma una huella rural de 750 metros que se separa de la ruta antes de cruzar el Arroyo Chacay. Luego se caminan aproximadamente 1.000 metros en sentido noreste a los fines de

encontrar el afloramiento. Dichos afloramientos forman parte de una extensa expresión de hasta 10 km que hacia el sur llegan hasta el arroyo Butalón Norte. Los accesos descriptos son de ripio en buen estado de conservación.

2. Servicios e Infraestructura:

a. *Localidad más próxima:* Varvarco a 9,8 km al sudoeste.

b. *Estación ferroviaria más próxima:* Zapala, hoy sin servicio.

c. *Ruta asfaltada más próxima:* Ruta Provincial N° 43 a 29,8 km al suroeste.

d. *Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua:* sobre Ruta Provincial N° 43 se encuentra una línea eléctrica de media tensión de 13,2 kV. El arroyo Chacay es de régimen permanente como para provisión de agua. No hay disponibilidad de servicio de gas.

e. *Disponibilidad de viviendas / campamento:* no existe campamento dado que no se han iniciado trabajos de extracción y la cercanía a la ciudad de Varvarco no hace necesaria la implementación de campamento para alojarse.

f. *Existencia de plantas de beneficio:* si bien en el sitio no hay plantas para beneficiar este mineral hoy en día, es dable mencionar la existencia de una planta de corte de bloques de Pirofilita a escasos 6,2 km, sobre el Arroyo Auque que podría cumplir

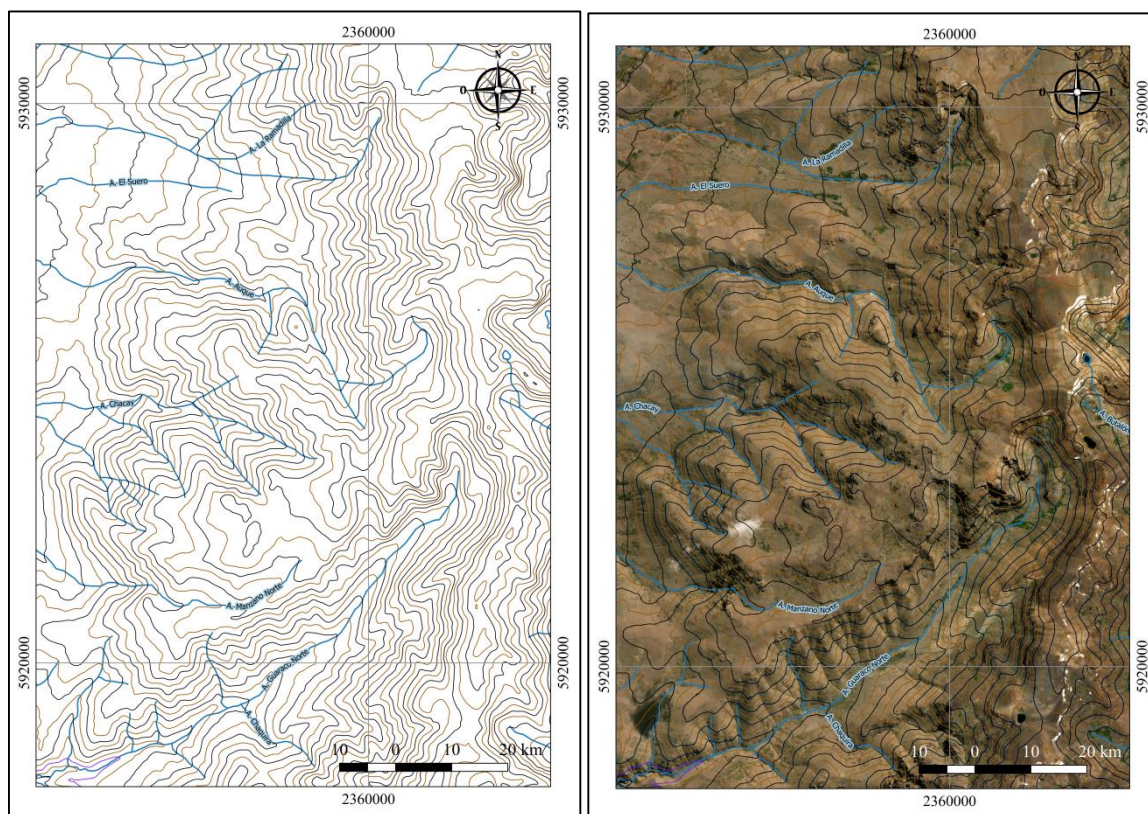


Fig. 38: ubicación de la zona de interés.

dicha función satisfactoriamente. Dicha planta posee discos de corte diamantados de 120 cm de diámetro y despuntadoras de discos menores.

3. Estacionalidad climática: en el sector donde se encuentra el depósito, las precipitaciones varían de 600 a 1000 mm anuales, concentradas en la época invernal. En verano y otoño, pueden producirse lluvias convectivas intensas y de corta duración, mientras que en invierno las precipitaciones son más prolongadas y de baja intensidad. Son frecuentes las nevadas, intensas y duraderas. La temperatura media anual es de 10°C. La región cuenta con un leve a moderado déficit hídrico estival, determinando por su condición fría.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: si bien el área visitada posee dos bancos, uno de 40 cm y otro de 80 cm de espesor con vergencia de 15° al NNE y opuesta a la pendiente de la ladera, son escasos los afloramientos. El conjunto de afloramientos saltuarios poseen aproximadamente 100 metros de longitud.

5. Sistema de explotación: la recolección-extracción se puede realizar de diferentes maneras: 1) recolección manual de bloques de jaspilita en superficie, en el afloramiento o en inmediaciones del mismo por dispersión natural de los bloques, principalmente en el cauce de los arroyos; 2) excavación superficial por métodos manuales o mecanizados, para luego realizar la extracción de bloques.

6. Geología del yacimiento:

a. Geomorfología: la zona dónde se encuentra los bancos de jaspilita, se halla dominada por piedemontes, por cañadones labrados sobre la pila sedimentaria que dominan el conjunto de rocas aflorantes en el sector. Son el resultado de procesos erosivos producidos principalmente por cursos de agua, intermitentes y esporádicos; en menor proporción, conformando las partes más altas de la zona, se presentan cerros.

b. Estructura: el área de estudio está comprendida en el Alto de la Cordillera del Viento (Braccacini, 1970; Ramos, 1978), incluida en la Precordillera neuquina norte (Ramos et al., 2011a). La Cordillera del Viento representa un braquianticlinas asimétrico de rumbo N-S cuyo extremo septentrional se hunde a la altura del Arroyo Atreuco. De acuerdo con Chauveau *et al.* (1996), el anticlinal se desarrolló sobre una rampa de un cabalgamiento ciego con vergencia al este. En cuanto al fallamiento mapeado en el área de estudio, se observa el predominio de estructuras N-S, responsables de la estructuración general de la comarca, tales como la falla que se interpreta subyacente al curso general del río Neuquén y que limita por el oeste a la Cordillera del Viento. Una falla subparalela, responsable de la orientación N-S del tramo superior del arroyo Colomichicó, se

interpreta como límite oriental de los niveles de hierro bandeado objeto de este trabajo, habiendo posiblemente controlado los canales de alimentación de la mineralización; no obstante, no puede excluirse la posible continuidad de los bancos hacia el este, en posición no aflorante.

7. Marco geológico:

a. *Estratigrafía*: la Formación Colomichicó aflora en la parte media y alta del

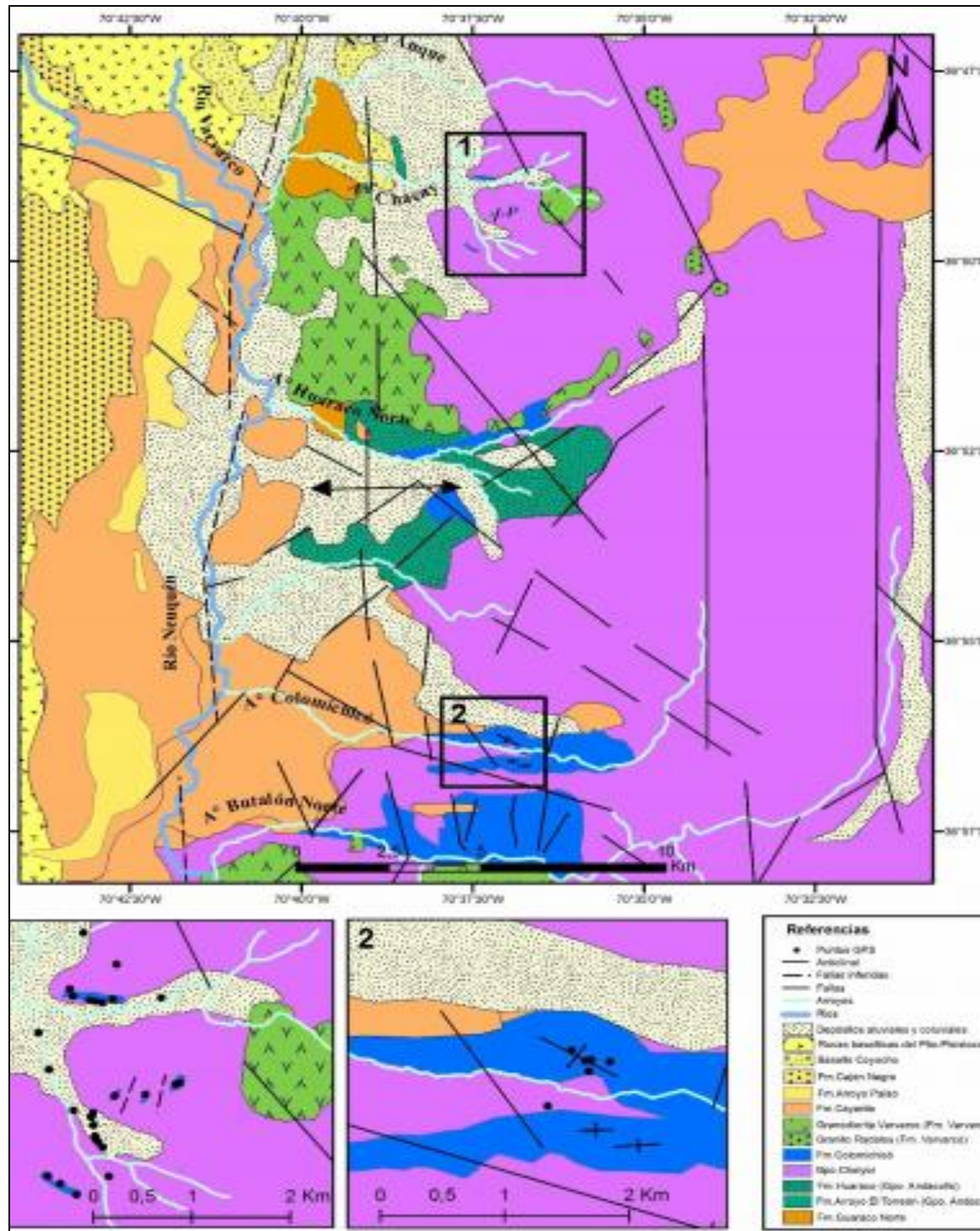


Fig. 39: geología del área de estudio (tomado de Quintana, 2018).

sector norte de la Cordillera del Viento, en los arroyos Chacay, Huaraco Norte, Butalón Norte, Colomichicó y Butalón Sur. De acuerdo a Zappettini y Dalponte (2009), Zappettini et al., (2011) y Quintana (2018), la secuencia está compuesta por una sección inferior, con vulcanitas bimodales e intercalaciones menores de niveles sedimentarios en los que incluyen grauvacas, areniscas volcánicas, brechas lenticulares relacionadas a flujos gravitacionales y jaspilitas; además, se mencionan jaspes manganesíferos y brechas superpuestas que contienen clastos de jaspilitas. La sección superior, representada por vulcanismo félsico explosivo, incluye ignimbritas, pórfiros dacíticos a riolíticos, tobas y aglomerados volcánicos y, localmente, un nivel de chert, que cubren tanto la sección inferior como a las vulcanitas de la unidad infrayacente. Dataciones realizadas permiten asignarla al Pliensbachiano ($185,7 \pm 2,3$ Ma, U-Pb SHRIMP en circones magmáticos de una colada dacítica y $185,2 \pm 1,9$ Ma, U-Pb SHRIMP en circones detríticos de origen magmático de una toba, Zappettini y Dalponte, 2010a).

8. Modelo genético: las jaspilitas, registradas en los arroyos Huaraco Norte, Colomichicó y Butalón Norte, son descriptas como depósitos de hierro bandeado (BIF: banded iron formation) tipo Algoma formados por actividad exhalativa hidrotermal

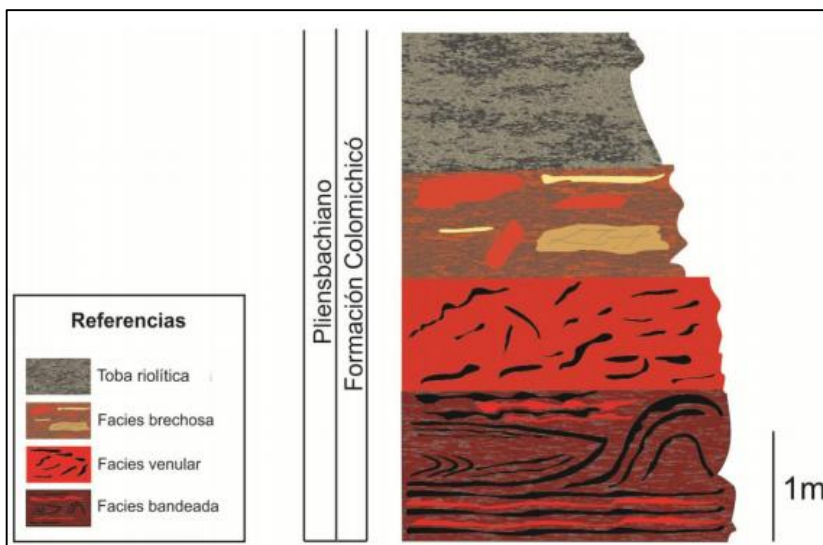


Fig. 40: perfil estratigráfico tipo, con las tres facies de jaspilitas observadas (tomado de Quintana, 2018).



Fig. 41: vista de: a) placa de jaspilita (MOZ-Mi-16791a), b) taglietta y c) cabujones libres.

submarina.

9. Litotectos y mineralotectos:

a. Litotectos: la Formación Colomichicó está compuesta por sedimentitas clásticas que incluyen conglomerados, grauvacas, areniscas, areniscas volcánicas y vulcanitas bimodales y mesosilíceas a ácidas (ignimbritas) entre las que se intercalan depósitos de jaspilitas caracterizados como formaciones de hierro bandeado (banded iron formation, BIF) tipo Algoma (Zappettini y Dalponte, 2009).

b. Mineralotectos: las jaspilitas están asociadas a las grauvacas, areniscas volcánicas y vulcanitas bimodales. Los niveles son subhorizontales y en sectores conforman amplios pliegues de rumbo N-S con buzamiento inferior a los 30°. Consisten en típicas bandas alternantes de jaspe y hematita-magnetita, con bandas menores de chert blanco; hay sectores donde se observan bancos de jaspe masivo. Este indicio es pequeño, la extensión máxima aflorante continua es de 1.000 m, aproximadamente. El escaso desarrollo productivo puede responder a la calidad poco conocida de los recursos, y/o el insuficiente conocimiento técnico y económico que se tiene de éste tipo de yacimiento.

Variedades amorfas

Obsidianas

La obsidiana es una roca ígnea, llamada también vidrio volcánico, posee una composición química rica en silicatos aluminicos y en dióxido de silicio ($\geq 70\% \text{SiO}_2$). La obsidiana no es un mineral, porque no posee una estructura química bien definida; a menudo se la clasifica como un mineraloide. Su dureza en la escala de Mohs varía entre 5 y 6, su peso específico es de 2,6; su fractura es concoidea; generalmente se presenta en masas de aspecto vítreo y compacto, en su mayoría traslúcida o semitransparente. La obsidiana suele ser de color pardo oscuro o negro, pero no faltan otras tonalidades, siempre oscuras (ej.: azul, verde o rojo); a veces presentan zonación, bandas o manchas y dispersiones características de pequeñas inclusiones granulares. Las impurezas son a menudo fragmentos de cristales o bien cavidades o de burbujas causadas por la pérdida de gases (desgasificación) del magma original. Tiene la cualidad de cambiar su color según la manera de cortarse, si se corta paralelamente su color es negra, pero cortada perpendicularmente su color es gris.

- *Composición y estructura:* es una roca volcánica efusiva que se forma por el rápido enfriamiento de magmas generalmente ácidos (ricos en sílice, con 65-75% en peso de SiO_2 y Al_2O_3), pero también intermedios y a veces básicos. La composición química

refleja el tipo de volcanes con los que está asociada: las obsidianas ácidas están ligadas a erupciones de tipo explosivo, mientras que las básicas son características de las erupciones más tranquilas y efusivas. Generalmente los flujos de obsidiana corresponden a las últimas etapas eruptivas de domos riolíticos, las lavas ácidas son emitidas a la superficie a temperaturas de entre 600 y 800°C y tienen una elevada viscosidad que contribuye a retardar el proceso de cristalización.

- *Propiedades físicas:*

- *Dureza:* su dureza en la escala de Mohs es de 5 a 6, es una roca ligera, dura pero friable, que se astilla fácilmente en fragmentos muy cortantes; estas propiedades han permitido utilizarla como utensilio desde las épocas remotas.

- *Exfoliación y fractura:* exfoliación no tiene y su fractura es concoidea.

- *Peso específico:* 2,6.

- *Propiedades ópticas:*

- *Brillo:* vítreo cuando no está alterada en superficie.

- *Transparencia:* translúcida o ligeramente opaca.

- *Refracción:* su índice varía entre 1.48 y 1.51.

- *Luminiscencia:* no presenta.

- *Talla:* por sus propiedades ópticas, la talla empleada en gemología es de estilo cabujón, y sólo las variedades con un alto grado de reflexión y/o semitransparentes pueden llegar a ser facetadas; actualmente están de moda las piezas de obsidiana en forma de camafeos.

- *Origen y Yacimientos:* se puede presentar en forma de coladas (poco extensas a causa de la elevada viscosidad del magma, que impide su difusión), protrusiones (masas semisólidas dentro de otras rocas), domos semisólidos, y también de filamentos y fragmentos dispersos en amplias zonas por las erupciones explosivas.

- *Variedades y color:* la apreciación del color de la obsidiana depende de la forma, del espesor, y del ángulo de incidencia de la luz. Las distintas variedades presentan coloraciones diversas, estas puede variar según la composición de las impurezas que contienen; los fragmentos más gruesos tienden a presentar una apariencia oscura, negro-gris, pero en una lasca delgada pueden observarse tonalidades gris claro, verde, azul, violeta, rojiza, marrón o amarillo.

- *Copo de nieve:* se caracteriza por la presencia de pequeñas masas blancas constituidas por diminutos cristales de tridimita y cristobalita.

- *Lágrima apache o Marekanita*: es la variedad de obsidiana de color pardo ahumado, puede ir decolorándose hasta llegar al color de la perlita; generalmente es opaca, transparente, generalmente se encuentran en forma de nódulos.
- *Caoba o Mahogany*: obsidiana roja, debe su peculiar coloración a la presencia de partículas de hematita alterada.
- *Arco iris o Huichol o Manto huichol*: se caracteriza por la presencia de bandas o manchas con típicos reflejos y matices verdes, azul violáceo e incluso amarillo dorado.
- *Dorada-Plateada o Tornasolada*: está caracterizada por el fenómeno ojo de gato, debido a la presencia de inclusiones de pequeños cristales iso-orientados o de diminutas burbujas de gas presentes en la pasta del fondo.
- *Perlita*: de color gris perla, contiene una pequeña cantidad de agua.

Obsidiana. Parajes Laguna Fea y Laguna Negra

1. Generalidades:

a. *Ubicación y accesos*: las lagunas Fea y Negra se hallan ubicadas en el extremo norte de la provincia de Neuquén (departamentos Minas y Chos Malal). Para acceder a ellas, desde la localidad de Barrancas, se debe seguir la ruta provincial N° 53 por la traza paralela a la margen derecha del valle del río Barrancas, adyacente a su planicie aluvial. Desde allí se pasa por los parajes de Huara Có, Chadileu, Coyuco Abajo, Lulonco, Huingancó, Butacó y Cochicó; aquí se arriba a la laguna Carri Lauquén. Superando el vado del arroyo Domuyo o Cochico, se deja atrás al paraje Lonco Vaca y de allí se asciende el plateau basáltico; dónde se arriba a la laguna Pitral Lauquén. Se cruzan los arroyos Buta Mallín, Trovunco, Menuco y Quebrada Grande. Marginando nuevamente al río Barrancas se alcanza la desembocadura del arroyo Los Nevados, se vadea el arroyo Curamilio, se debe seguir el curso del arroyo Puente de Tierra, situado en el extremo sur de una planicie ignimbrítica extensa y regular, que remata hacia el norte en la laguna Fea en la laguna Negra.

2. Servicios e infraestructura:

- a. *Localidad más próxima*: Barrancas (departamento Pehuenches), a 85 km en línea recta al SE.
- b. *Estación ferroviaria más próxima*: Zapala, a 305 km en línea recta al S.
- c. *Ruta asfaltada más próxima*: ruta nacional 40 a 85 km en línea recta al SE.
- d. *Disponibilidad de gas y energía eléctrica*: no dispone de ninguno de los servicios.

e. *Disponibilidad de agua:* el curso de agua más próximo es el arroyo Puente de Tierra.

f. *Disponibilidad de viviendas / campamento:* no se hallan en la zona, en cercanías existen varios puestos de veranadores.

g. *Existencia de plantas de beneficio:* no hay en la zona.

3. Estacionalidad climática: las lagunas se hallan en el sector de la Cordillera Norte, el relieve es montañoso, con cumbres que tienen alturas comprendidas entre los 2.000 y 3.000 m s.n.m. Presenta una importante red hidrográfica, el clima es frío, con una temperatura media que no supera los 10°C; las precipitaciones fluctúan entre 600 y 1.000 mm, concentradas en la época invernal, en forma de nieve.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: si bien el área visitada y recorrida fue pequeña, se han descripto grandes afloramientos en la vertiente oriental del cerro Barrancas, el depósito más antiguo corresponde a un flujo piroclástico, asociado a un domo proximal central, parcialmente cubierto por coladas de obsidiana y depósitos de tefra. Se han reconocido hasta 8 coladas de obsidiana superpuestas, derramadas con disposición radial a partir de 3 conductos migrantes en sentido este-oeste y 3 conos pumíceos intercalados (Hildreth et al., 2010).

5. Sistema de explotación: la recolección-extracción se podría realizar de forma manual de muestras de tamaño puño o de bloques de obsidiana en superficie, en el afloramiento o en inmediaciones del mismo dada la dispersión natural de los bloques.

6. Geología del yacimiento:

a. *Geomorfología:* en este sector de la región cordillerana el relieve conserva los típicos rasgos morfológicos de una previa glaciación del tipo alpino, la que con distintos grados de conservación se expresa con formas de erosión tales como artesas, circos y, de agradación como morenas y planicies glacifluviales. La laguna Fea ocupa un antiguo

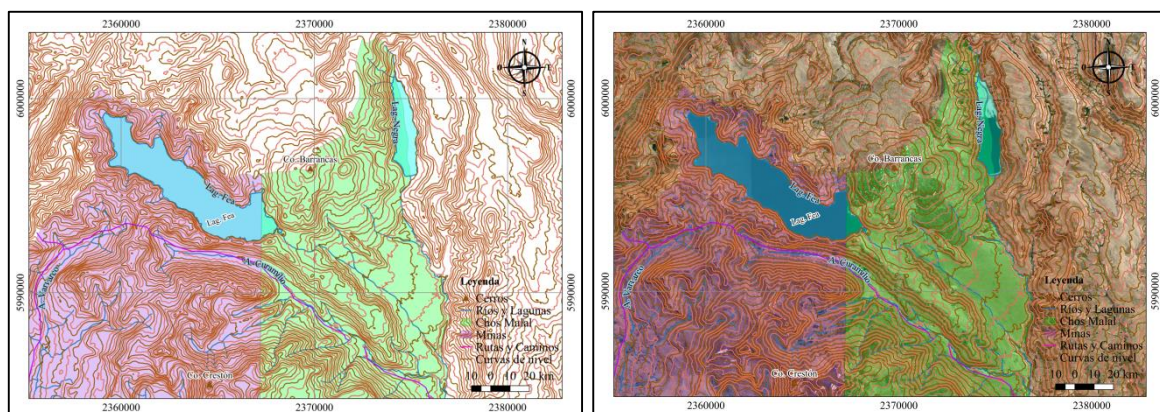


Fig. 42: ubicación del área de interés.

valle glaciar en forma de U, de trazo prácticamente recto. En la cabecera del valle se observa un circo glaciar, constituido por estructura deprimida en forma de cubeta de paredes escarpadas en tres lados, abierta por el lado que desciende al valle; es la zona dónde se acumuló la nieve y dónde se formó el hielo. En los laterales, por encima del valle glaciar principal, se observan los valles de los glaciares afluentes; también se observan aristas y horns, caracterizados por crestas sinuosas de bordes agudos y picos piramidales agudos que se proyectan por encima de los alrededores. Las aristas se formaron por el aumento de tamaño de los circos, a medida que estos crecen, la divisoria que los separa se reduce a una estrecha partición de forma afilada o pudieron formarse cuando la divisoria que separa las lenguas de hielo, que ocupan valles paralelos, en movimiento se va estrechando progresivamente a medida que los glaciares pulen y ensanchan los valles adyacentes. Los horns se forman cuando grupos de circos, situados alrededor de una sola montaña elevada, aumentan de tamaño y convergen formando un horn aislado. En el sector NO de la laguna se hallan dos tarns, lagos o estanques de montaña; los cuales no fueron observados en el campo, sí en las imágenes satelitales, ya que las observaciones geológicas fueron efectuadas únicamente en el extremo SSE de la laguna. Los procesos volcánicos más antiguos (Mioceno tardío - Pleistoceno), aparecen integrando el paisaje bajo la forma de planicies estructurales lávicas; su persistencia es controlada por resistentes mantos de lavas suprayacentes. Las emisiones volcánicas dieron lugar al sepultamiento parcial o total de los valles glaciarios previos. Los procesos fluviales modelaron el paisaje, sin embargo esta temprana acción fue interrumpida por los procesos volcánicos, que anarquizaron a la red fluvial y modificó severamente sus perfiles de equilibrio. Los procesos de remoción en masa se manifiestan por medio de múltiples y variados fenómenos, que son definidos por el término genérico de deslizamiento (slide). Este abarca aquellos considerados secos (tipo planar, rotacional y caídas), en los que participan masas rocosas, suelos y detritos; también incluye a los húmedos o flujos densos (reptaje, soliflucción y geliflucción) propios de los terrenos con permafrost; estos fenómenos han contribuido a la degradación de esta parte de la región cordillerana. Otras geoformas del proceso de remoción en masa corresponden a glaciares de rocas activos, que persisten bajo condiciones criogénicas de un clima local de altura (permafrost).

b. Estructura: las lagunas se localizan en el ámbito de la Cordillera Principal, la misma está conformada por rocas cenozoicas en su margen occidental y rocas mesozoicas fuertemente deformadas hacia el este, el control estructural regional está determinado por

7. Marco geológico: la región se ubica en el extremo sudeste del Complejo Volcánico Laguna del Maule (CVLM), en el sector que Sruoga et al. (2015) denominaron Centro Barrancas. Aquí se reconocen depósitos piroclásticos de caída y de flujo, asociados con los 3 conos pumíceos.

Es producto de enfriamiento rápido de material muy fluido y caliente, rico en

Fig. 44: geología del área (tomado de Garrido, 2022 inédito).

elementos volátiles; puede derivar de un flujo de partículas que se comporta como una lava que se desplaza sobre el terreno del entorno del aparato volcánico que lo expulsó, o también puede derivar de un domo de lava de composición riolítica, dada la presencia de esferulitas.

8. Modelo genético: el Centro Barrancas, situado en el extremo sudeste del Complejo Volcánico Laguna del Maule, constituye uno de los centros eruptivos más antiguos y productivos de todo el complejo. Su historia evolutiva reconoce como evento más antiguo el emplazamiento de un domo riolítico, con la generación de un flujo de bloques y ceniza, encauzado en las nacientes del río Barrancas. Posteriormente, se produjo el derrame de 8 coladas de obsidiana y la construcción de tres conos de pómez, con producción de caídas y flujos piroclásticos (Sruoga et al., 2015). La obsidiana es producto de enfriamiento rápido de material muy fluido y caliente, rico en elementos volátiles; puede derivar de un flujo de partículas que se comporta como una lava que se desplaza sobre el terreno del entorno del aparato volcánico que lo expulsó, o también puede derivar de un domo de lava de composición riolítica, dada la presencia de esferulitas.

9. Litotectos y Mineralotectos:

a. Litotectos: Garrido (2018) en un informe interno (inédito), describe en esta zona



Fig. 45: a, b y c) vista de los bloques de obsidiana y de las brechas co-ignimbríticas (fotos: D. Pascua y S. Cocca), d) cabujón de Obsidiana nevada (MOZ-Mi-16793a).

coladas riolíticas vítreas Cerro Barrancas y les asigna una edad de 2 a 2,2 ka, esta unidad está constituida por coladas lávicas y material piroclástico inconsolidado, el material piroclástico está compuesto por fragmentos pumíceos de tamaño lapilli hasta bombas, de textura vítrea. Las coladas de lava hialotraquíticas negras se apoyan sobre estos depósitos piroclásticos.

b. Mineralotectos: sobre la Pampa del Rayo, se observan acumulaciones piroclásticas, que varían desde una brecha co-ignimbrítica, en el área del endicamiento frontal de la Laguna, a flujos ignimbríticos en sectores más alejados; en ambos casos se trata de ignimbritas no soldadas. También se hallan dispersos bloques de obsidiana de variados tamaños. La obsidiana es de color negro brillante, con fractura concoidea y elevada dureza; sus esquirlas son traslucidas, contiene esferulitas de cristales aciculares de sílice, que irradian en un punto central; esta textura es provocada por el intercrecimiento de sus cristales.

Obsidiana, paraje Costa Tilhué. Departamento Pehuenches

1. Generalidades

a. Ubicación y accesos: el punto de referencia se encuentra en el extremo suroeste del Departamento Pehuenches, unos 1,85 km al este del Paraje Costa Tilhué.

Partiendo desde Chos Malal, transitando por Ruta Nacional 40, unos 20 km del Paraje La Salada, se toma camino consolidado hasta Aguada Chacayco y desde allí continuando unos 15 km se accede al lugar.

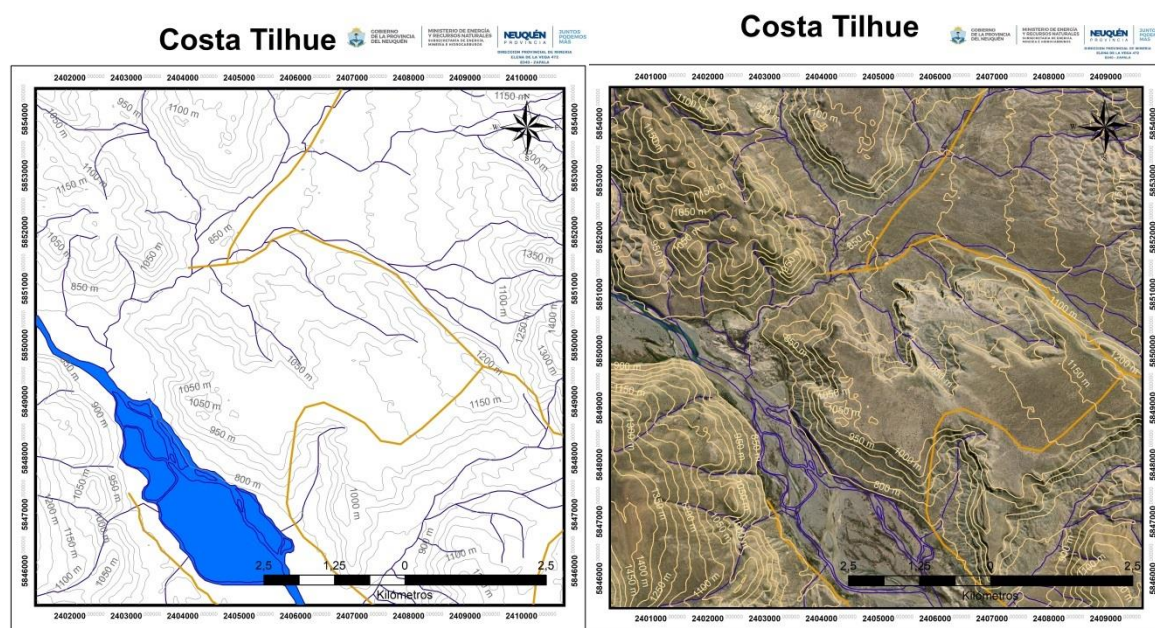


Fig. 46: ubicación del área de interés.

2. Servicios e infraestructura

- a. *Localidad más próxima:* Chos Malal a 21 km al noroeste, en línea recta.
- b. *Estación ferroviaria más próxima:* Zapala a 155 km al sur, hoy sin servicio.
- c. *Ruta asfaltada más próxima:* Ruta Nacional N° 40, 17 km al norte.
- d. *Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua:* no hay disponibilidad de energía eléctrica ni de gas. A 1,85 km al oeste corre el río Neuquén.
- e. *Disponibilidad de viviendas / campamento:* no existe campamento, en los alrededores se hallan varios puestos de crianceros.
- f. *Existencia de plantas de beneficio:* no existen en cercanías.

3. Estacionalidad climática: la zona de interés se encuentra en la Región de Sierras y Mesetas Norte, comprende las sierras, colinas sedimentarias plegadas, pedimentos mesetiformes y mesetas basálticas ubicadas por encima de los 1.000 m.s.n.m. La precipitación media anual, por lo general, es menor a los 200 mm y la temperatura media de 10 a 12° C.

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: el área afectada es una superficie de 100 Has, aproximadamente, mientras que la superficie del afloramiento supera las 10 Has. Se puede cuantificar el área de afectación de extracción-recolección en un 5% de su superficie.

5. Sistema de explotación: a los efectos del presente informe, no se cuentan con procesos extractivos directos, por lo que la recolección es totalmente manual, y esporádica. Dado la metodología antes mencionada se desconocen volúmenes de recolección.

6. Geología del yacimiento

a. *Geomorfología:* en el área se observan geoformas de Paisajes de estructuras plegadas (anticlinales y sinclinales). Estas son geoformas comunes en los ambientes mesozoicos afectados por el plegamiento terciario, que han generado serranías anticlinales y valles sinclinales. Normalmente suelen mostrar una asociada y secundaria participación de estructuras homoclinales.

b. *Estructura:* aquí se diferencian dos zonas de la FPyC de Chos Malal, una interna y una externa, según el predominio de estructuras de basamento y de piel fina. La zona interna corresponde a la parte occidental, interpretada como parte del sistema extensional de Tres Chorros (Vergani *et al.* 1995). Se compone de una serie de altos en el basamento que controlan el estilo estructural, estos han dado lugar a una serie de grandes braquianticlinales, producto de la inversión de estructuras previas, que han generado

resaltos estructurales de más de 2.000 metros. Por el contrario, la estructura de la zona externa está dominada por pliegues de menor longitud de onda, despegados en las evaporitas de la Fm. Auquilco, otorgándole una estructuración de piel fina. Las estructuras de piel fina elongadas en sentido norte-sur y de gran longitud, se encuentran separadas por grandes pampas que reflejan la presencia de bloques de basamento.

7. Marco geológico: en el sector se observan afloramientos de la Fm. Mulichinco, que se compone de sedimentitas continentales, transicionales y marinas; de la Fm. Agrio, que apoya sobre los términos clásticos (continentales, transicionales y marinos) de la Fm. Mulichinco, y es cubierta por los depósitos carbonáticos, clásticos y evaporíticos de la Fm. Huitrín; su composición es predominantemente pelítica (lutitas, lutitas limosas, fangolitas y limolitas), con intercalaciones de sedimentitas carbonáticas (micritas, margas y carbonatos bioclásticos), areniscas y escasos conglomerados finos. También se observan asomos del Basalto Chapúa, este está constituido por piroclastos, escoria y vidrio volcánico de color gris a negro. Las unidades anteriores son cubiertas por Depósitos pedemontanos, coluviales y aluviales, que constituyen depósitos recientes y actuales constituidos por gravas, arenas y limos que se distribuyen rellenando los valles de ríos y arroyos, al pie de laderas y en planicies pedemontanas, habiendo sido acarreados

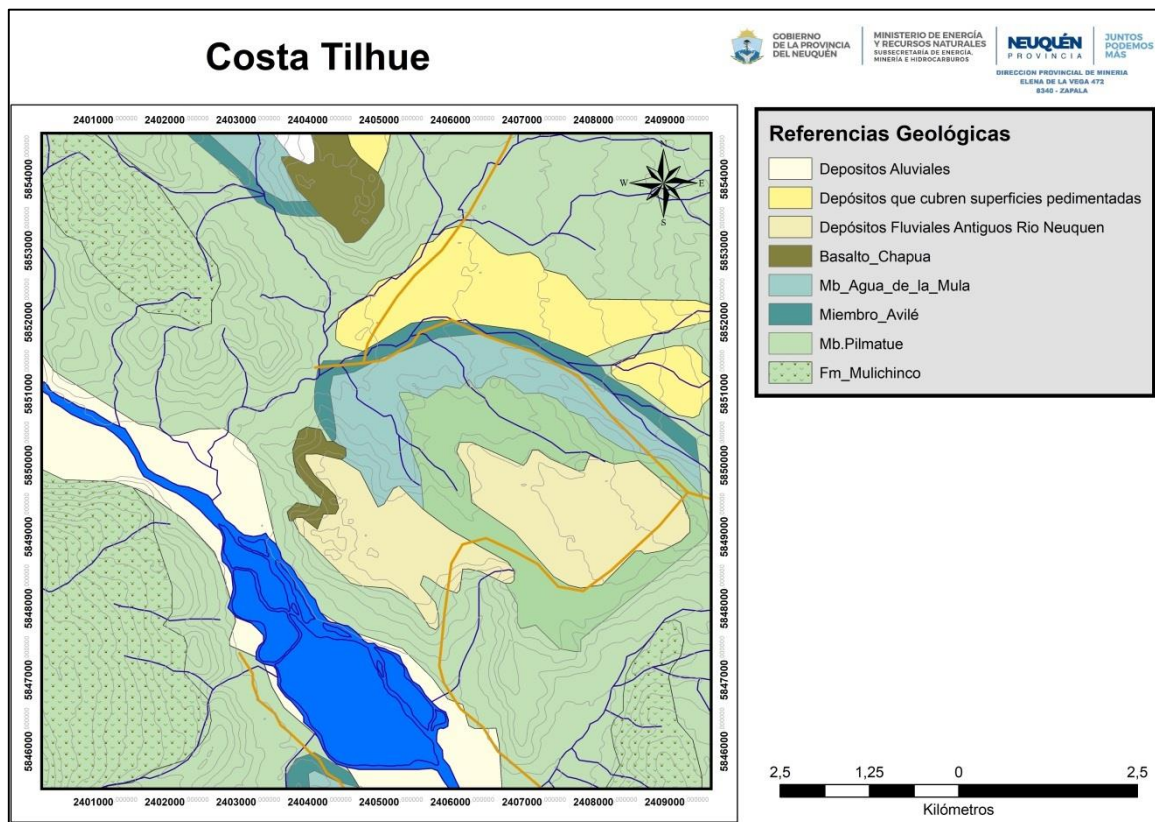


Fig. 47: geología del área.

por acción de la gravedad (coluvios) o por cursos de aguas permanentes y temporarias (aluvios).

a. Estratigrafía: el Basalto Chapúa está constituido por piroclastos, escoria y vidrio volcánico de color gris a negro. Las lavas se desplazaron hacia el sur desde el cerro Wayle, caracterizándose por una superficie muy áspera e irregular, líneas de flujo y grietas y lóbulos en su frente. Pesce (1981) individualizó dos emisiones lávicas formadas por basalto color gris oscuro, vesicular, de textura microporfírica, con fenocristales de olivina en pasta intergranular compuesta por tablillas de plagioclasa (labradorita) y granos intersticiales de piroxeno y olivina. Las vesículas se observan con cierta orientación y aumentan en cantidad hacia la parte superior de las coladas, adquiriendo éstas textura escoriácea.

8. Modelo genético: la obsidiana es un vidrio natural de origen volcánico que se forma por el rápido enfriamiento de magmas ricos en sílice. La lava se solidifica tan rápido que los minerales no tienen tiempo de cristalizar.

9. Litotectos y Mineralotectos

a. Litotectos: el litotecto lo constituye el Basalto Chapúa, conformado por piroclastos, escoria y obsidiana de color gris a negro. Se considera un litotecto de bajo potencial, por estar escasamente distribuido en el sector, estos están presente en los bajos, como así también en las laderas de las geoformas resultantes de niveles más duros del mesozoico.

b. Mineralotectos: el mineralotecto de referencia está constituido por obsidiana, coloreadas en varias tonalidades, la mayoría de las veces desde el gris humo hasta el negro, semitransparente. Las bolas o esferas de obsidiana que aparecen, generalmente de menos de 5 cm de diámetro, se denominan marekanita, otro término para las obsidianas de forma esférica, utilizado especialmente por los coleccionistas de minerales y los



Fig. 48: a) vista de los afloramientos de obsidiana, b) cabujón de obsidiana marekanita o lágrima apache (MOZ-Mi-16789a; fotos D. Pascua y S. Cocca).

gemólogos, es lágrima apache.

Obsidiana. Paraje Cerro Cochicó - Arroyo Cochicó Grande

1. Generalidades:

a. *Ubicación y accesos:* el área se encuentra ubicada a unos 15 km al NE del Paraje Kilka (asentamiento de trashumancia ganadera), desde Zapala se accede transitando por ruta provincial N° 13 y se desvía por huella vecinal unos 15 km hacia el norte, luego de traspasar el puente sobre el Ao. Cochicó Grande próximo al Paraje Kilca.

2. Servicios e infraestructura:

a. *Localidad más próxima:* Villa Pehuenia a 35 km al O-SO y Zapala a 61 km al E, en línea recta todos los casos.

b. *Estación ferroviaria más próxima:* Zapala, a 61 km al NE.

c. *Ruta asfaltada más próxima:* ruta provincial N° 13 a 16 km al SE, en línea recta.

d. *Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua:* no posee los dos primeros servicios, en las cercanías se encuentran numerosos arroyitos.

e. *Disponibilidad de viviendas / campamento:* al pie del Cerro Cochicó se haya un puesto de veranada.

f. *Existencia de plantas de beneficio:* no posee.

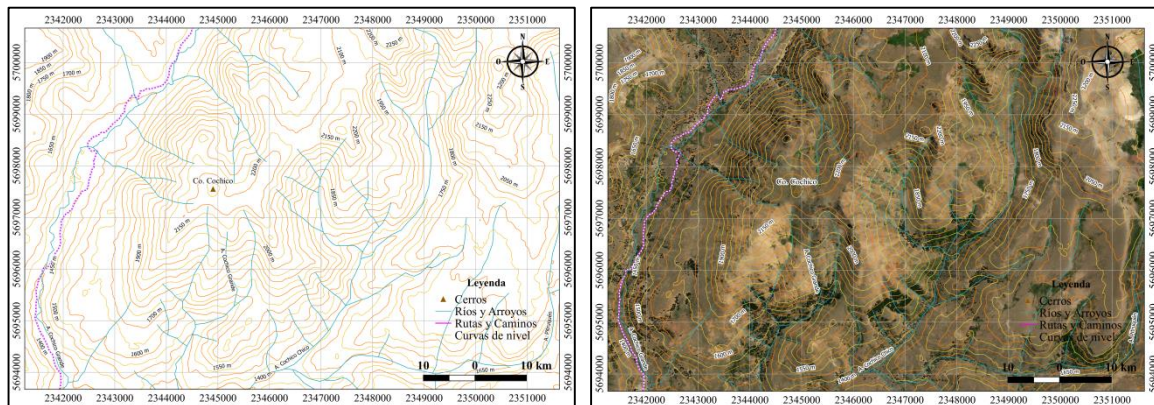


Fig. 49: ubicación de la zona de interés.

3. **Estacionalidad climática:** el paisaje está formado por cordones montañosos y sierras; está atravesado por numerosos ríos y arroyos. El clima es frío y subhúmedo, con una temperatura media que no supera los 10°C, las precipitaciones varían entre los 300 a 700 mm anuales, concentradas en la estación fría. Los vientos soplan desde el oeste.

4. **Dimensionamiento expeditivo del depósito:** los bancos lenticulares de obsidiana coronan los afloramientos de rocas volcánicas observadas en el sitio de interés, tienen un frente de 160 m de largo, 8 a 10 m de espesor y 20 m de ancho o avance; podrían

aventurarse unos 30.000 m³ (80.000 toneladas) de material. ¿El perfil del afloramiento de obsidiana está constituido, de abajo hacia arriba, por 8-10 m de obsidiana negra, vítrea, muy tenaz, con nidos milimétricos de cristobalita? cristalina; un banco de cristobalita con niveles tabulares estrato decrecientes de obsidiana; un nivel de cristobalita casi pura? o una toba? color tiza (en fractura fresca), con presencia de oxidados pardo-grisáceos oscuros. En este último tramo aparecen sectores de obsidiana de tonalidades castañas con inclusiones negras, de aspecto brechado; negras con tonos rojizos y una muy particular negra con tonos castaños y borravino; la menos abundante es la negra propiamente dicha; finalmente hay un nivel de cristobalita en nódulos pequeños, no más de 2 cm de diámetro y derrubio de la toba. Hacia el noroeste se hallaron bloques de variado tamaño de obsidiana arcoíris.

5. Sistema de explotación: la recolección-extracción se podría realizar de forma manual de muestras de tamaño puño o de bloques en el afloramiento o en inmediaciones del mismo dada la dispersión natural de los bloques.

6. Geología del yacimiento:

a. Geomorfología: en el sector se observan varios conos volcánicos de pequeño porte que sobresalen sobre las mesetas, aunque los más elevados se presentan mellados por la erosión de circos glaciarios. Antiguamente, en el valle del arroyo Cochicó Grande, corrieron masas heladas que bajaban desde circos ubicados en los cerros circundantes. Se trata de anfiteatros grandes, con ejemplos de lagunas en su fondo (tarns), escalones rocosos y rocas pulidas y estriadas; los circos colgantes se observan, aunque en escaso número y con dimensiones reducidas. El fondo del valle está ocupado por un aluvio desarrollado y restos de la antigua morena de fondo.

b. Estructura: la Precordillera Neuquina Sur (PNS) agrupa una serie de cordones montañosos de rumbo NNO-SSE a N-S que varían entre 2.600 y 2.825 m.s.n.m. Estructuralmente se encuentra caracterizada por la inversión tectónica de un sistema de fallas extensionales que afecta al basamento y le da el carácter de piel gruesa, y que tuvieron lugar en diferentes episodios del Cretácico-Paleógeno (García Morabito, 2010). La vergencia predominante hacia el oeste marca el límite oriental con la fosa del Bio Bio-Aluminé (García, 2020). Los lineamientos de dirección NNO-SSE a N-S, productos del diastrofismo Terciario son los que originaron grandes ascensos y enormes efusiones volcánicas.

7. Marco geológico: este sector forma parte del zócalo Paleozoico de la Precordillera Neuquina Sur (PNS), la misma es una ramificación hacia el S-SE de la Cordillera Principal.

a. Estratigrafía: las rocas del basamento Precámbrico consisten en esquistos micáceos, filitas grises y pelitas (cuarzo feldespáticas) grises a verdosas, intruídas por rocas plutónicas (granitoides) blanquecinas a rosadas, observadas en quebradas laterales del arroyo Cochico Grande; por encima de ellas se depositan discordantemente vulcanitas permo-triásicas, de colores verdosos a morados con textura porfírica, se trata de andesitas, brechas volcánicas de composición andesíticas y tobas, las que se exponen en las laderas norte y noroeste. Hacia el arroyo Cochico Chico afloran sedimentos marinos (jurásicos) grises, de granos muy finos tales como lutitas, calizas y pelitas, estos estratos son observables en ambas márgenes de dicho arroyo. La sucesión se continúa con rocas efusivas terciarias básicas como andesita y rocas félsicas de grano fino, estas últimas destacadas por sus colores claros y por una marcada pseudo-estratificación formando bancos más o menos subhorizontales; estas unidades y las sedimentarias marinas son intruídas por rocas de composición diorítica cuarzosa, las que afloran en las márgenes del

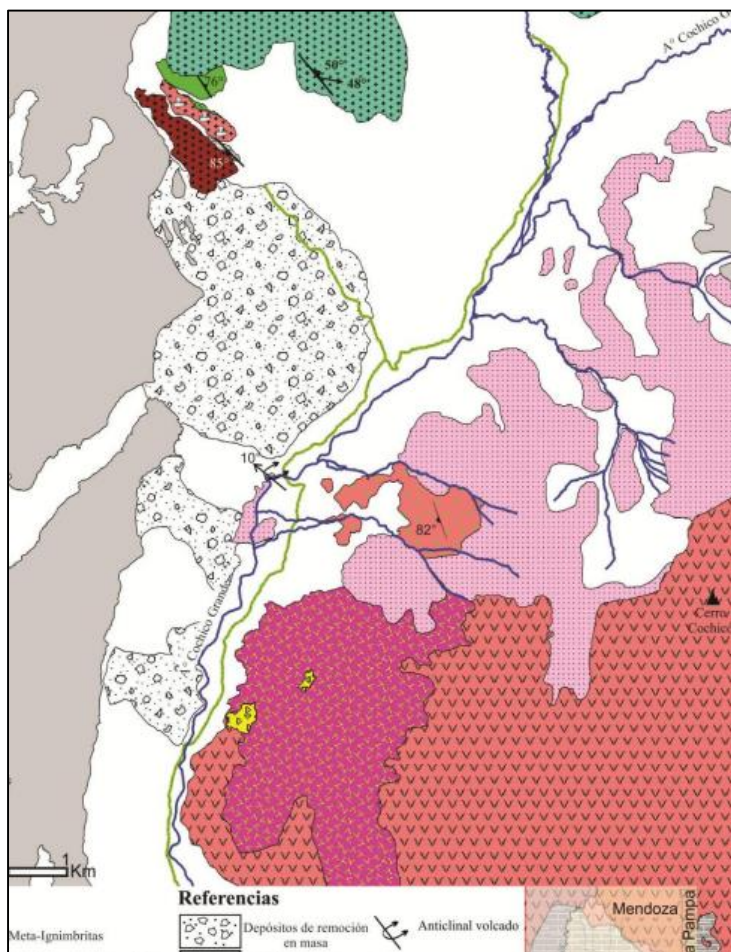


Fig. 50: geología del área (tomado de García, 2020).

arroyo Cochico Chico. Las secuencias se hallan cubiertas parcialmente por coladas basálticas (terciarias y cuaternarias), de estructura columnar y de unos 10 m de potencia, formando extensas mesetas expuestas en el sector oeste y norte del área de reserva. Las formaciones superficiales cuaternarias están dadas por depósitos glaciarios y de piedra pómez (pumita) acumuladas en las márgenes de los arroyos anteriormente nombrados.

8. Modelo genético: la obsidiana es un vidrio natural de origen volcánico que se forma por el rápido enfriamiento de magmas ricos en sílice. La lava se solidifica tan rápido que los minerales no tienen tiempo de cristalizar. Algunas muestras tienen gran



Fig. 51: a) vista de los afloramientos de obsidiana, b y c) muestras de mano de obsidianas, negra con esferulitas y arco iris (fotos D. Pascua), d, e, f y g) cabujones de Obsidiana caoba (MOZ-Mi 16788a, MOZ-Mi 16788g, MOZ-Mi 16788d, MOZ-Mi 16788c; fotos S. Cocca).

número de esferulitas, estas se forman por procesos subsólidos que ocurren cuando el vidrio volcánico se mantiene "caliente" el tiempo suficiente para que la difusión iónica empiece a actuar y a reorganizar estructura atómica del vidrio. En líneas generales, cuantas más esferulitas tenga el vidrio, más tiempo se mantuvo en esas condiciones. La temperatura por arriba de la cual ocurren estos procesos se denomina "temperatura de transición del vidrio" y es dependiente de la composición del vidrio.

9. Litotectos y Mineralotectos:

a. Litotectos: el cerro Cochicó está constituido por rocas de la Fm. Choiyoi de edad permo-triásica (andesitas, brechas, aglomerados e ignimbritas andesíticas; dacitas y tobas dacíticas) al norte, y de la Andesita Colipilli del Eoceno inferior a medio (pórfidos andesíticos, andesitas, traquitas) al sur. En cercanías del depósito hay afloramientos del Basalto Tipilhuque del Plioceno inferior a superior (basaltos olivínicos, andesitas, brechas volcánicas, ignimbritas).

b. Mineralotectos: el perfil del afloramiento de obsidiana está constituido por 8-10 m de obsidiana negra, muy tenaz, con nidos milimétricos de cristobalita cristalina y de aspecto vítreo; un banco de cristobalita con niveles tabulares estrato-decrecientes de obsidiana; un nivel de cristobalita casi pura o una toba de color tiza (en fractura fresca), con oxidados pardo-grisáceos oscuros; a la fractura fresca es color tiza. En este último tramo aparecen sectores de obsidiana de tonalidades castañas con inclusiones negras, de aspecto brechado; negras con tonos rojizos y una muy particular negra con tonos castaño y borraño y varicolores con bandas de distintos colores; la menos abundante es la negra propiamente dicha. Finalmente hay un nivel de cristobalita en nódulos pequeños, no más de 2 cm de diámetro y derrubio de la toba.

Obsidiana. Paraje Portada Covunco

1. Generalidades:

a. Ubicación y accesos: el área se encuentra ubicada a unos 17 km al NO de la localidad de Zapala, se accede transitando por ruta nacional 40 en dirección a Las Lajas. Unos metros luego de cruzar el puente sobre arroyo Covunco se desvía al sur por huella de una antigua cantera.

2. Servicios e infraestructura:

a. Localidad más próxima: Zapala a 17 km al SE y Las Lajas a 33,6 km al SE, en línea recta en ambos casos.

b. Estación ferroviaria más próxima: Zapala, hoy en día sin servicio.

- c. *Ruta asfaltada más próxima:* ruta nacional N° 40 a 300 m al SE, en línea recta.
- d. *Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua:* no posee servicio gas, en las cercanías se encuentra el arroyo Covunco. Dispone de luz y de paneles solares.
- e. *Disponibilidad de viviendas / campamento:* en las cercanías se halla puesto.
- f. *Existencia de plantas de beneficio:* no posee.

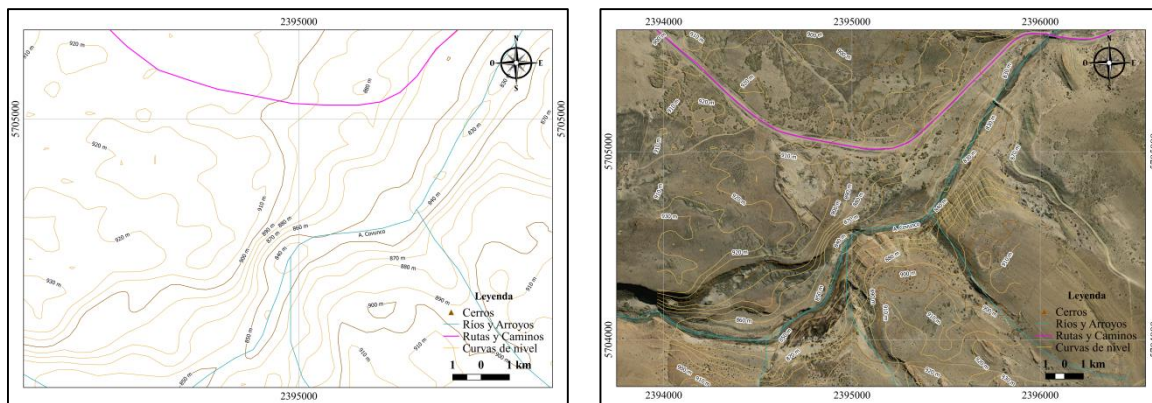


Fig. 52: ubicación de la zona de interés.

3. Estacionalidad climática: el paisaje está formado por cordones montañosos y sierras; está atravesado por numerosos ríos y arroyos. El clima es frío y subhúmedo, con una temperatura media que no supera los 10°C, las precipitaciones varían entre los 300 a 700 mm anuales, concentradas en la estación fría. Los vientos soplan desde el oeste.

4. Sistema de explotación: la recolección-extracción de rodados o nódulos de obsidiana asociadas al arroyo Covunco se podría realizar de forma manual de muestras de tamaño puño o de bloques. Eventualmente con maquinaria.

5. Geología del yacimiento:

a. *Geomorfología:* en el sector se observan Paisajes de estructuras plegadas y Campos volcánicos - Campos lávicos. Los primeros son geoformas comunes en ambientes mesozoicos afectados por el plegamiento terciario, que ha generado serranías anticlinales y valles sinclinales. Los segundos componen amplias extensiones de un paisaje volcánico cubiertas por coladas de relieve superficial regular, sobre el que suelen sobresalir conos volcánicos.

b. *Estructura:* el área se encuentra en el ámbito de la faja plegada y corrida del Agrio, ésta contiene estructuras que involucran al basamento y a los sedimentos mesozoicos de la Cuenca Neuquina, formadas durante la orogenia andina. Esta faja se divide en una zona interna al oeste, dominada por deformación de piel gruesa, y una zona externa al este con deformación de piel fina y participación subordinada del basamento.

6. Marco geológico:

a. *Estratigrafía*: los conglomerados, gravas, arenas y limos que contienen a los rodados o nódulos de obsidiana negra y algunos pocos ejemplares pequeños, castaño corresponden a los Depósitos de Terrazas del Arroyo Covunco y Depósitos aluviales actuales. Estos depósitos conformados por delgadas cubiertas aluvio-coluviales se desarrollan preferentemente tanto sobre sedimentitas jurásico - cretácicas como cenozoicas, apareciendo en numerosos casos disectados por profundos y angostos cañadones.

Se estima que han actuado como superficies de transporte para los productos de erosión provenientes de la destrucción de relieves positivos adyacentes, contribuyendo a la erosión regional que actualmente continúa en la región. Los mismos han sido dispersados tanto por cursos de agua permanente o semipermanente (aluvios) o por acción de la gravedad (coluvios), mostrando granulometría decreciente a medida que la distancia

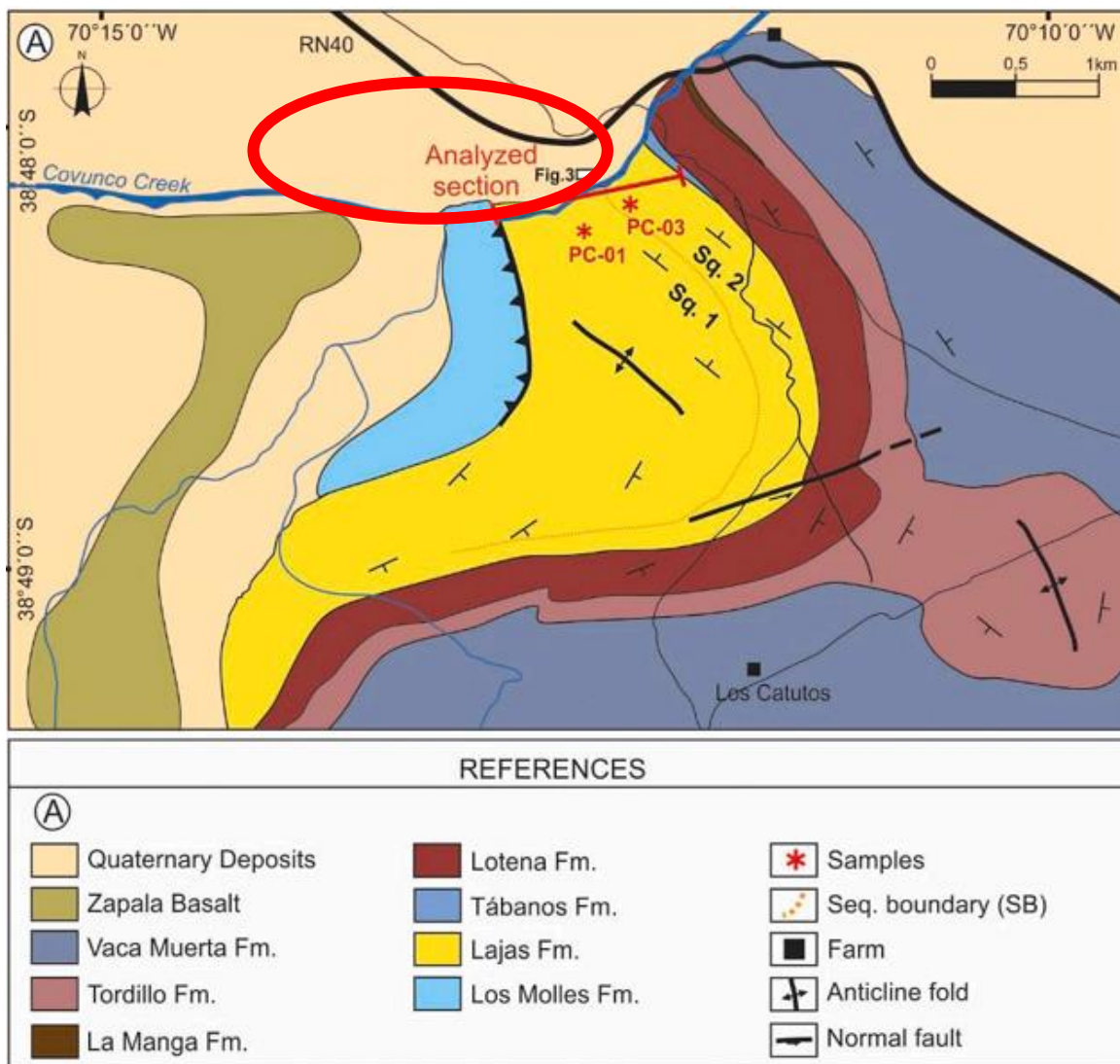


Fig. 53: geología del área de interés (tomado de González Estebenet *et al.*, 2021).

desde el área de aporte aumenta.

7. Modelo genético: la obsidiana se forma cuando un volcán emite lava félsica que se enfría rápidamente con un crecimiento mínimo de cristales, se halla comúnmente en los márgenes de los flujos de lava riolítica, conocidos como flujos de obsidiana. En el campo no se ha podido determinar el volcán que les da origen, posiblemente se halle unos kilómetros al suroeste, ya las obsidianas han sido recolectadas a lo largo del cauce del arroyo Covunco.

8. Litotectos y Mineralotectos:

a. Litotectos: en la antigua cantera y en sus inmediaciones se observan afloramientos de gravas, arenas y limos que contienen rodados de obsidianas. Estos son depósitos inconsolidados de color gris claro a castaño de rodados dispersos, angulosos a subredondeados, mezclada con variables proporciones de arena mediana a fina y limos. Presentan estratificación grosera y en la parte superior, los niveles se hallan cementados por carbonato de calcio.

b. Mineralotectos: sedimentario con componentes volcánicos, obsidiana entre otros. Las obsidianas son visualmente muy variables, en su mayoría, homogéneas de color negro oscuro, negro translúcido, negra con bandas y translúcidas, y negro con manchas o bandas rojizas.



Fig. 54: vista de a) Obsidiana arco iris (propiedad, cortada y pulida por Gerardo Alberto González) (Foto: H. Lucesoli), b y c) tabla de Obsidiana bandeada, translúcida (MOZ-Mi-16792, fotos Hebe Tomkevicius).

Ópalos

El ópalo, según la clasificación de Strunz, es un tectosilicato; está compuesto por sílice amorfa o sílice hidratada ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$); con frecuencia se encuentra rellenando

cavidades. Se clasifica en cuatro tipos según los minerales acompañantes o su estructura: ópalo-CT (cristobalita - tridimita), ópalo-C (cristobalita), ópalo-AG (gel amorfo) y ópalo-AN (red amorfa; denominado Hialita).

Desde el punto de vista mineralógico se clasifican en ópalo común y ópalo noble; el primero no presenta juego de colores y cuando es traslucido no tiene belleza, el segundo puede ser transparente, traslucido e incluso opaco, lo normal es que presente juego de colores (efecto óptico especial de menor o mayor intensidad y belleza). Este efecto, no debe confundirse con la opalescencia, ya que es atribuido a la sucesión de capas, constituidas por diminutas esferas microscópicas (lepisferas) que se distribuyen según determinadas formas geométricas regulares, existiendo pequeños huecos entre estas hileras de esferas; esta estructura actúa como una superficie de difracción tridimensional y produce el fenómeno óptico del juego de colores. Pueden ser de color negro, gris, blanco, marrón, púrpura, amarillo, naranja, verde, azul verdoso o incoloro.

- *Composición y estructura:* hasta hace muy poco se lo ha considerado como sílice amorfa con 2-20% de agua, por modernas técnicas de rayos X y microscopía electrónica, se ha comprobado que está formado por diminutas lepisferas compuestas por sucesivas capas de cristobalita y tridimita, por lo tanto, no es propiamente amorfo sino semi-cristalino. El ópalo de calidad gema se denomina Ópalo-CT.

- *Propiedades físicas:*

- *Dureza:* baja, 5-5,5 en la escala de Mohs, presentando además una notoria fragilidad; cualquier golpe o cambio de temperatura puede fisurarlo. La evaporación del agua que contiene le causa un craqueado que le afea y le quita valor, pudiendo desaparecer el juego de colores.

- *Exfoliación y fractura:* por ser amorfo no presenta exfoliación, la fractura es concoidea.

- *Peso específico:* bajo y algo variable, aproximadamente 2,15.

- *Propiedades ópticas:*

- *Brillo:* vítreo, aunque también en ocasiones resinoso o céreo.

- *Transparencia:* desde muy transparente hasta opaco.

- *Refracción:* al ser amorfo es prácticamente isótropo. Su índice de refracción es bajo, sobre 1,460.

- *Luminiscencia*: la mayoría suelen ser inertes, pero a veces tienen algo de fluorescencia verdosa, amarillenta o azul si contienen uranio; algunos blancos presentan fuerte fluorescencia blancuzca a ultravioleta larga y fosforescencia.

- *Talla*: los ópalos se tallan en oval y esmeralda si tienen buen color, el resto en cabujón, en plancha o en formas irregulares para aprovechar la forma original.

- *Origen y Yacimientos*: se encuentra en depósitos superficiales, formados por disoluciones hidrotermales a baja temperatura, originadas a partir de soluciones de sílice procedentes de la descomposición de diversos silicatos. Se halla rellenando cavidades en las rocas, presentándose en nódulos o vetas y, puede remplazar a la madera.

- *Variedades y color*: gemológicamente destacaremos las siguientes variedades:

- Ópalo blanco: de color blanco, grisáceo o amarillento, a veces lechoso y turbio, sin juego de colores, traslúcidos o semitranslúcidos.

- Ópalo Hidrofana: variedad mate, opaca y porosa, que se torna translúcido y vítreo al sumergirla en agua.

- Ópalo Lechoso: variedad de coloración blanca lechosa a blanca amarillenta o azulada, con brillo vítreo a mate y translúcido. Suele presentar venillas dendríticas y masas de óxido de manganeso.

- Ópalo de colores: traslucido y sin juego de colores. De variada coloración, en la gama de los verdes, amarillo, morado, azulados, etc.

- Ópalo común: amarillo, pardo-amarillo, marrón y negro. Brillo céreo, frágil y de fractura concoidea.

- Prasópalo: de color blanco verdoso a verde amarillento, debido a pequeñas cantidades de Ni. Se forma en las costras de alteración, asociado a ópalos blancos.

- Ópalo Menilito: de color blanco a gris parduzco por estar recubierto por una capa de diatomita. Variedad de ópalo en concreciones, opacas y mates.

- Ópalo Hialita: variedad incolora con un leve matiz azul o verde. Transparente, brillo vítreo. Se encuentra sobre todo en forma de gotas, nódulos, agregados botrioidales o estalactitas. Presenta luminiscencia verde a verde amarillenta.

- Ópalo Ambarino: variedad de color pardo amarillento a pardo anaranjado.

- Ópalo Aluvial: variedad de origen aluvial en forma de pepitas por la acción del agua.

Varios ejemplos neuquinos de ópalos fueron descritos en otras fichas, Ej.: Ea. El Yunkón.

Ópalo. Co. La Bandera (Departamento Picunches)

1. Generalidades:

a. *Ubicación y accesos:* el punto de interés se encuentra unos 28,5 km al NO de Zapala, en el cerro La Bandera. Se accede por Ruta Nacional 40 desde Zapala, con dirección a la Ciudad de Las Lajas, hasta el acceso a la antena repetidora ubicada en dicho cerro, desde allí unos 3 km al suroeste.

2. Servicios e Infraestructura:

- a. *Localidad más próxima:* Las Lajas unos 22 al No y Zapala unos 28,5 km al SE.
- b. *Estación ferroviaria más próxima:* Zapala, hoy sin servicio.
- c. *Ruta asfaltada más próxima:* Ruta Nacional 40 a 3 km.
- d. *Disponibilidad de gas, energía eléctrica y agua:* no existe ninguno de estos servicios.
- e. *Disponibilidad de viviendas / campamento:* dada la proximidad de las localidades antes mencionadas, no cuenta con viviendas. En las cercanías hay varios puestos de crianceros.
- f. *Existencia de plantas de beneficio:* no hay en las cercanías.

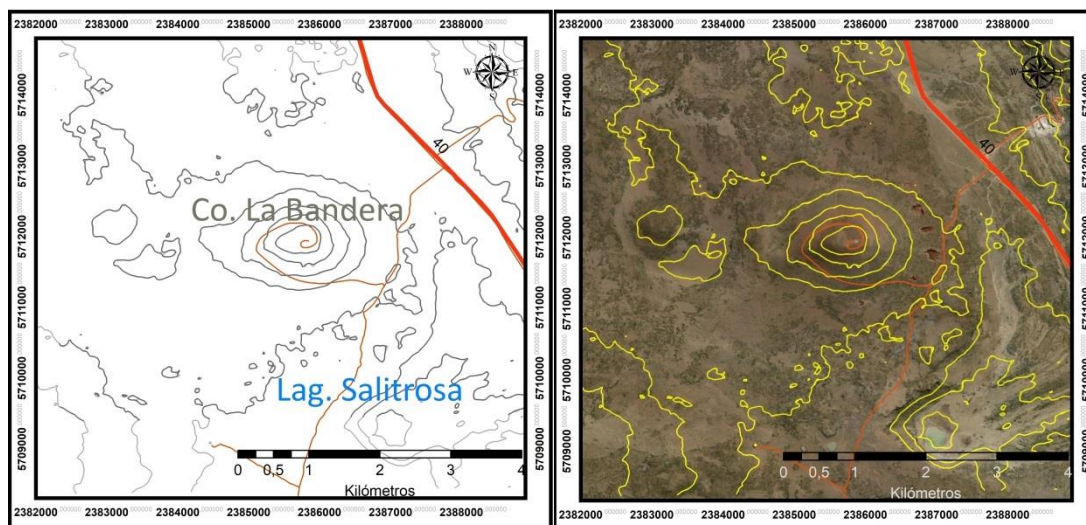


Fig. 55: ubicación de las pertenencias mineras.

3. **Estacionalidad climática:** la zona de interés se halla en un sector de sierras y mesetas, comprende las sierras, colinas sedimentarias plegadas, pedimentos mesetiformes y mesetas basálticas ubicadas al norte de Zapala, por lo general por encima de los 1.000 m.s.n.m. La precipitación anual media por lo general es menor a los 200 mm. La temperatura media de 10 a 12°C. El área se encuentra muy degradada, con abundantes manifestaciones de erosión eólica e hídrica (deflación y acumulación arenosa, surcos y algunas cárcavas).

4. Dimensionamiento expeditivo del depósito: el área afectada cubre una superficie de 400 Has, aproximadamente. Se puede cuantificar las áreas de afectación de extracción-recolección en un 5% de su superficie.

5. Sistema de explotación: la recolección es manual y esporádica. Se desconocen volúmenes de recolección.

6. Geología del yacimiento:

a. Geomorfología: en el sector se observan campos volcánicos y campos lávicos, los campos lávicos componen amplias extensiones de un paisaje volcánico cubiertas por coladas de relieve superficial regular, sobre el que suelen sobresalir conos volcánicos; el paisaje y relieve de un campo volcánico, es mucho mayor y más complejo. En las coladas predomina el tipo de lava pahoehoe. Gran cantidad de volcanes monogénicos se distribuyen sobre la superficie de estos campos volcánicos, algunos muestran una definida alineación que sugiere un control estructural. Suele observarse agrupaciones irregulares (clusters) de ellos, es común en los conos volcánicos monogénicos su aportillamiento (breached cone) y la emisión de breves coladas.

b. Estructura: la región se halla en el sector externo de la Faja plegada y corrida del Agrio, zona de deformación compresiva de retroarco al este del arco volcánico activo, y asociada a pliegues y fallas inversas despegados en los niveles evaporíticos de las estructuras profundas. El sector externo es de naturaleza epidérmica, se desarrolla en el pie de monte del Engolfamiento Neuquino. A partir del Cenozoico comenzaron a actuar en la región distintos eventos diastróficos conocidos genéricamente como Ándicos tuvo lugar el emplazamiento sucesivo de diferentes cuerpos volcánicos y subvolcánicos (Ramos *et al.*, 2011).

7. Marco geológico:

a. Estratigrafía: dentro del campo volcánico Zapala se localizan numerosos conos volcánicos y conos de ceniza, la mayoría de los cuales se relacionan al Basalto Los Mellizos (Leanza *et al.*, 2001), vinculado con importantes centros efusivos tales como los cerros Cansino o Llamuco. Los basaltos que componen esta unidad corresponden al grupo de los basaltos olivínicos, su color dominante es gris oscuro a negro; poseen textura porfírica con pasta afanítica. Los fenocristales son de olivina y en la pasta se destacan finos cristales de labradorita dispuestos en tablillas. La facies piroclástica de esta entidad está formada por brechas ígneas de composición basáltica de color pardo amarillento, de textura brechosa y estructura vesicular, y piroclastos esponjosos bien redondeados de

pequeño tamaño de color rojo morado intenso; también se hallan numerosas bombas de variadas formas y tamaños.

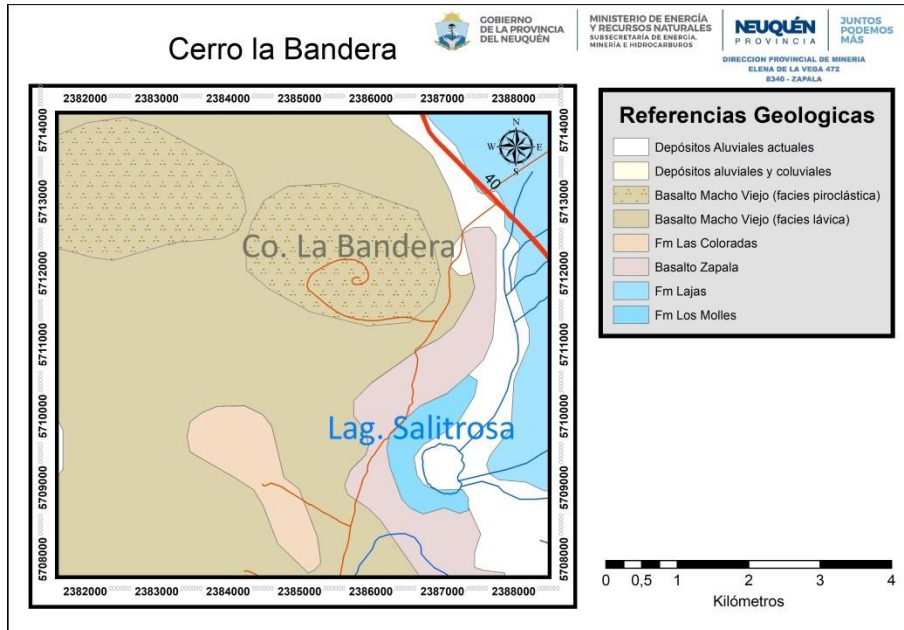


Fig. 56: geología del área.

8. Modelo genético: corresponde al modelo depósitos de placer y sedimentos (12f); asociación: gemas y minerales de colección, según la clasificación del SEGEMAR (1999). La mineralización está representada por ópalo blanco, traslúcido o semitranslúcido, a veces lechoso y turbio. Su origen estaría relacionado a la formación de suelos o procesos pedogenéticos en los que el constituyente silíceo contiene ópalo, ya sea por la precipitación de la sílice de una solución o de los residuos de organismos (tierras de diatomeas), o las arcillas calcinadas por vía natural a partir de un flujo de lava.

9. Litotectos y mineralotectos:

a. Litotectos: la facies piroclástica del Basalto Los Mellizos está formada por brechas ígneas de composición basáltica, de color pardo amarillento, de textura brechosa y estructura vesicular, y piroclastos esponjosos bien redondeados de pequeño tamaño, de color rojo morado intenso, con variaciones a gris oscuro y negro. En torno a los aparatos volcánicos se encuentran con frecuencia numerosas bombas de variadas formas y tamaños. Estos materiales piroclásticos, conocidos y comercializados en el mercado regional bajo la denominación de puzzolanas se destinan mayormente a la elaboración de bloques y otras aplicaciones en mampostería; en menor medida para pavimentación de espacios públicos o jardines (Danieli *et al.*, 2011).

b. Mineralotectos: en este sector, la facies piroclástica de la Fm Los Mellizos contiene a los nódulos de ópalo común, es decir, no presentan juego de colores. El ópalo común es una variedad blanca lechosa a blanca amarillenta, brillo vítreo a mate y es

translúcido, de colores uniformes o veteados; es muy frágil y de fractura concoidea. El ópalo blanco, presenta diferentes tonos de pardo a blancuzco, amarillo pálido, su brillo es vítreo, fractura concoidea, con leve opalescencia. Su génesis es postvolcánica, sedimentaria e hidrotermal; el material es apto para su talla en cabujones



Fig. 57: vista de nódulos de Ópalo.



Fig. 58: vista de cabujones de a, b, c, d y e) Ópalo lechoso, blanco, amarillento a anaranjado y blanco con un matiz azulado.



PRUEBAS Y ENSAYOS

REALIZADOS



Pruebas y Ensayos realizados al material colectado

Sobre el material colectado para éste Catálogo se han hecho algunas pruebas de corte, pulido y rolado, fueron realizadas en los laboratorios de la DPM, del Asentamiento Universitario Zapala, del Sr. Andrés Oteiza en C.A.B.A. y en la localidad de Gualjaina (provincia de Chubut) por el artesano Sr. Jorge Hube; con quien se trabajaron las muestras de gran diámetro, tanto de ágatas, geodas, obsidiana, jaspe, jaspilita, entre otros.

En Laboratorios del INTEMIN (SEGEMAR) se ensayaron las muestras colectadas para incluir en el Boletín de Minerales para lapidación y colección de la República Argentina, el relevamiento de la provincia del Neuquén fue realizado en conjunto.

En el Laboratorio Petrocalcográfico del Asentamiento Universitario Zapala de la Universidad Nacional del Comahue (UNCo) se realizaron secciones petrográficas, calcográficas y petrocalcográficas de las muestras de jaspilita colectadas en el arroyo Chacay. Las determinaciones litológicas y petrográficas se realizaron con microscopio estereográfico binocular y microscopio petrográfico (BIOTRAZA XP-607 LPT) en el Departamento de Geología y Petróleo de la Facultad de Ingeniería de la UNCo y con microscopio estereográfico binocular y microscopio petrocalcográfico (LEICA DM750P y BIOTRAZA XP-148 PLT) en el Laboratorio de Microscopía del AUZa (ver Quintana, 2018).

Cabe aclarar que, a pedido del titular de los pedimentos de geodas de la zona de Loma del Medio, se realizaron análisis ópticos, espectroscópicos, Raman y análisis microquímicos (ver Rainoldi *et al.*, 2020).

Corte

Los cortes de muestras de gran diámetro (> 20 cm) fueron hechos por el artesano Jorge Hube, con máquina provista de disco de 80 cm de diámetro por 0,8 mm de espesor y de 16 mm de diámetro del eje de la máquina cortadora, girando a 2.800 revoluciones por minuto. En la lubricación y refrigeración se utilizó gasoil.

Los cortes de muestras de menor diámetro (< 20 cm) fueron realizados en los laboratorios de la DPM, con máquina provista de disco de 20 cm de diámetro por 0,8 mm de espesor y de aproximadamente 16 mm de diámetro del eje de la máquina cortadora, girando a 2.800 revoluciones por minuto. En la lubricación y refrigeración se utilizó agua.

Se realizaron cortes a jaspes, calcedonias, ágatas, cuarzos, obsidianas, entre otros; preferentemente fueron cortes planos de lapidado recto a una cara o dos caras, eventualmente en algunas muestras se procedió al “feteado” para observar su

comportamiento de transparencia y si presentaba translucidez o comportamiento al traspaso de luz.

En el caso puntual de otras lapidaciones, se procedió a confeccionar cabujones en forma libre, se incluyeron formatos libres de obsidiana de distintos colores para chequear su comportamiento y su fiabilidad; notando preferentemente que es un material que es afectado por el calor que produce la fricción. En los jaspes se comprobó que es un material que reacciona muy bien al corte. En la jaspilita se determinó que no es tan tenaz al corte como las calcedonias o jaspes, presenta una menor resistencia al corte; al ser cortado el material tiñe el lubricante/refrigerante con una coloración rojiza, lo mismo sucede durante el desbaste.

Por todo lo expuesto, se concluye que el material colectado es apto para la confección de diversos productos artesanales, ya que permite la obtención de caras planas pulidas, cabujones y piezas roladas o tamboreadas.

Pulido

Una vez cortadas las piezas se procedió a pulirlas, el carburo de silicio utilizado para el pulido corresponde a los siguientes granos: 80, 220, 400 y 600. Para el pulido final se utiliza óxido de aluminio (potea).

En las piezas de jaspilita pulidas manualmente, se observó que la diferencia de dureza entre las bandas de hematita-magnetita y las de jaspe, va en desmedro del pulido, ya que para un correcto pulido hace falta que los minerales sean aproximadamente de la misma dureza. La hematita pule siempre primero que el jaspe. En los cabujones se vuelve a apreciar la diferencia de dureza, ya que aún con paño y óxido de aluminio, se producen hundimientos en las bandas de mineral de hierro.

Rolado o Tamboreado

El rolado o tamboreado, se realizó con un tambor de pulido con 8 kilos de capacidad. El mismo fue efectuado en dos etapas con distintos abrasivos, la primera con carburo de silicio (carborundo) grano 400 y la segunda con óxido de aluminio (potea).

Únicamente se rolaron fragmentos de jaspilita, se utilizaron las siguientes cantidades de mineral y abrasivo con agua como lubricante: 4 kilos de muestra; 0,5 kilogramos de carburo de silicio grano 400; 0,5 kilos de óxido de aluminio y 2 litros de agua. El tambor giró 10 días con cada abrasivo, a 28 revoluciones por minuto. Como el resultado del material pulido no fue el esperado, se volvió a colocar el tambor de pulido otros 10 días, cambiándole el óxido de aluminio por material nuevo, y agregándosele 1

kilogramo de guijarros de canto rodado de 1 cm de sección, aproximadamente. Así se obtuvo un producto más satisfactorio. Notándose que, hubiera sido preferible colocar en el tambor piezas de jaspilita de tamaño más uniforme, entre 1,5 a 3 cm de sección, sin superficies cóncavas, ni grietas o fisuras.



Fig. 59: vista del material rodado. El mismo corresponde a fragmentos de Jaspilita y guijarros de variada composición.



Usos

Todas las especies descritas, Jaspes, Calcedonias, Ópalos, Ágatas, Obsidianas, entre otras se utilizan en joyería para confeccionar artesanías tales como dijes, cabujones, colgantes, anillos, aros, placas, etc. Los materiales son de interés para fines artesanales y gemológicos (cortado y pulido de piezas), ornamentales y para el mercado coleccionista de minerales (al natural o cortadas y pulidas), tanto en el país como en el exterior. Generalmente, los clientes son lapidadores, artesanos, coleccionistas, gemo-terapeutas y decoradores.

A la Calcedonia se la toma como referente de dureza #7 en la escala de Mohs, aplicándolo como estándar cuando se trata de la dureza de las piedras preciosas para joyas. En cuanto a los Jaspes, en los últimos años, con la aparición de nuevas tecnologías en la confección de máquinas y equipos ha permitido ingresar a los mismos en un mercado que estaba restringido a rocas y minerales que estaba confinado a durezas menores a #5 Escala de Mohs. Las ágatas en todas sus variedades son requeridas por lapidadores y artesanos.

Los cristales de Cuarzo hialino, de gran belleza por su pureza y biterminación, se han vendido y se venden de manera informal a coleccionistas y revendedores especialmente del mercado nacional.

Desde tiempos inmemoriales, la Obsidiana ha sido una de las materias primas más empleadas para la fabricación piezas y herramientas con las cuales se da forma a los artefactos; estos pueden ser cuchillos, puntas de proyectil, raederas, artefactos de molienda, artefactos para tareas agrícolas, etc. Los artefactos se realizaron o se realizan mediante diferentes técnicas: por lascado (golpeando las rocas para darles forma), por picado, pulido o abrasión. Actualmente se utilizan en la fabricación de utensilios cortantes (bisturíes), en la industria de fibras de vidrio, empleadas como aislante térmico; en joyería, con la que se realizan collares y pendientes, así como adornos labrados y esculpidos.

Comercialización (histórica o actual)

La recolección de todas las especies descritas se realiza de manera informal, en pequeñas cantidades, en forma esporádica y artesanalmente. No registran producción, sólo hay antecedentes de recolección de algunos materiales sueltos, cortados y pulidos.

En la Provincia es común observar, en los puestos de artesanos, trabajos muy finos y delicados de Calcedonias, Jaspes y Ágatas engarzados en alpaca, plata o macramé.

Los recursos de Cuarzo hialino son desconocidos, atendiendo a que los cristales aparecen en cavidades de la roca calcárea, o bien se encuentran libres en el regolito por efecto de meteorización de la misma.

Las geodas de la región noreste de la Provincia de Neuquén, han sido colectadas desde los inicios de la exploración petrolera en la región, incluso algunos colectores de éstas les han cambiado el origen y las han denominado como procedente de la Sierra de Chachahuen (provincia de Mendoza). No se tiene datos reales de volúmenes de comercialización.

La cantera de la zona de Portada Covunco no se trabajaba por la obsidiana sino como cantera de ripio para banquetas. En las cabeceras de drenajes cercanas, ubicadas al oeste, se han recolectado rodados de obsidiana. El uso de la obsidiana, en el centro-oeste de la provincia, está asociado a los primeros cazadores-recolectores que la han utilizado para confeccionar puntas de proyectil, raederas, artefactos de molienda, entre otros.

El titular de los pedimentos de Cuarzo, hace aproximadamente 25 años que se dedica a la comercialización de minerales, posee un local comercial en la ciudad de Buenos Aires y un depósito en el barrio de Saavedra, desde donde distribuyen a todo el país y al exterior. Es importador-exportador de minerales desde el año 1992, realizando importaciones desde Brasil, USA, Pakistán y Sudáfrica. Según la Estadística minera la producción de geodas de amatista rosa - Mina El Choique, entre los años 2019 y 2021, fue de 89,28 toneladas; la forma de presentación de las mismas es Embolsadas en Big Bag o en Cajas unitarias. Los destinos de las mismas son Bs. As., Texas (USA) y Hong Kong (China).

Tabla 1: producción de geodas de cuarzo amatista rosa 2019 - 2021, en toneladas.				
Mineral	2019	2020	2021	Total
Cuarzo	22	23,28	44	89,28 Toneladas
Fuente: Departamento Estadística (DGPM).				



Fig. 60: vista de anillos de Jaspe verde, Obsidiana negra y Ágata; cortados, pulidos y engarzados en alpaca por Eva Edith Sepúlveda. Foto Sergio Cocca.



Fig. 61: vista de esclava con cabujón circular de Obsidiana negra; cortada, pulida y engarzada de cobre por Eva Edith Sepúlveda. Foto Sergio Cocca.



Fig. 62: vista de conjunto de colgante, anillo y pulsera con cabujón de Obsidiana negra; cortados, pulidos y engarzados en plata por Eva Edith Sepúlveda. Foto Sergio Cocca.



Ágata cornalina



Fig. 63: vista de llaveros con placa de Ágata cornalina y rodado síliceo; cortados, pulidos y engarzados por Eva Edith Sepúlveda. Foto Sergio Cocca.



Fig. 64: vista de colgante de Jaspe moteado; cortados, pulidos y engarzados en plata por Eva Edith Sepúlveda. Foto Sergio Cocca.



Cabujones de ágatas

Fig. 65: vista de cabujones de Ágatas; cortados y pulidos por Eva Edith Sepúlveda. Foto Sergio Cocca.



Fig. 66: vista de cabujones de Jaspe brechoso; cortados y pulidos por Eva Edith Sepúlveda. Foto Sergio Cocca.



Fig. 67: vista de cabujones de Jaspe común (izq.) y moteado (der.); cortados y pulidos por Eva Edith Sepúlveda. Foto Sergio Cocca.

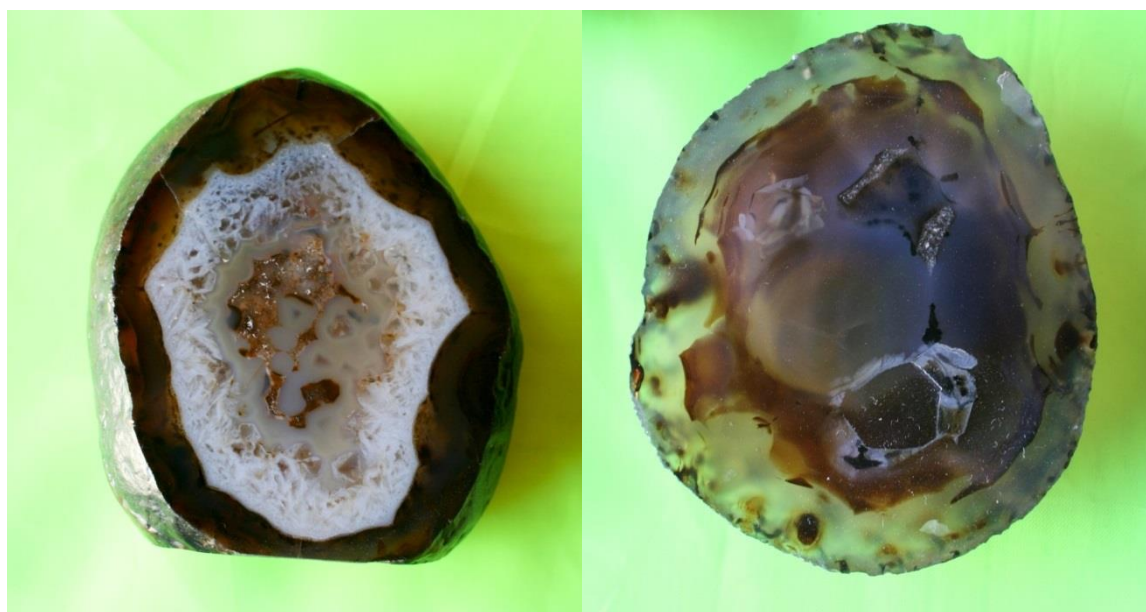


Fig. 68: vista de Ágatas; cortadas y pulidas por Eva Edith Sepúlveda. Foto Sergio Cocca.



Fig. 69: a, b, c, d y e) vista de cabujones de Baritina azul propiedad de Pablo Amado Sosa (San Lorenzo, Santa Fe), f y g) vista de muestras de mano de Baritina azul; todas las piezas cortados y pulidos por Sergio Cocca. Foto Sergio Cocca.



Fig. 70: a) colgante de Ágata, aros de Jaspe prasio, colgantes de Obsidiana negra, colgante de Jaspe castaño oscuro y colgante de Obsidiana caoba engarzados en alpaca; cortados, pulidos y engarzados por Ester Chandía de la localidad de Loncopué; b) colgante de Jaspe bandeado y c) esclava de Jaspe moteado engarzada en alpaca, estos últimos cortados, pulidos y engarzados por Cristina Chandía de la localidad de Loncopué.



Fig. 71: a) muestra de mano de Aragonita, b) cabujón de Aragonita; cortado y pulido por Sergio Cocca, c, d y e) esclavas de Aragonita engarzadas en alpaca; cortadas, pulidas y engarzadas por Alberto Carlini Carranza (Fotos: S. Cocca, Hebe Tomkevicius y Sara Santacreu Escrivá).



ASPECTOS LEGALES

Y

CONCLUSIONES



Aspectos Legales

La gran variedad de gemas, según el Código Nacional de Minería, pertenecen a la primera categoría, hecho este que las vuelve minerales concesibles a través de los procedimientos mineros provinciales vigentes (ver a continuación Leyes mineras de aplicación en la Provincia).

En el presente trabajo se describen especies minerales que se hallan en terrenos fiscales y privados, situación que debe ser cuidadosamente atendida ya que, si bien ante la solicitud de las áreas de interés no es necesario el consentimiento del superficiario, el solo ingreso a dichas áreas sin la debida presentación podría generar conflictos de muy difícil resolución con las personas que son sus titulares o que allí moran.

- Leyes mineras de aplicación en la Provincia del Neuquén
- Ley Nacional N° 24498. Código Nacional de Minería.
- Adhesión Ley Nacional N° 24196. Ley de inversiones mineras.
- Ley Provincial N° 664. Creación de la Dirección Provincial de Minería.
- Ley Provincial N° 3177/19. Ley impositiva provincial.
- Ley Provincial N° 2682. Protección del ambiente y conservación del patrimonio natural y cultural.
- Ley Provincial N° 1995. Multas, aranceles y reglamento de Policía Minera.
- Ley Provincial N° 902. Procedimiento administrativo minero.
- Ley Provincial N° 260. Guías de transporte minero.
- Decreto Provincial N° 3699/97. Reglamentación de ley ambiental.
- Decreto Provincial N° 2967/14. Procedimiento para minerales de tercera categoría en terrenos fiscales.
- Decreto Provincial N° 525/10. Grado de industrialización minera.

Conclusiones

El Boletín N° 5 sobre Recursos Gemológicos de la Provincia del Neuquén está compuesto por manifestaciones, depósitos y yacimientos minerales de diferentes grados de potencialidad económica, a los fines de dar una visión lo más abarcativa posible del conjunto de gemas existentes en todo el territorio provincial.

De este modo, se quiere dar el puntapié inicial al desarrollo de un recurso que hasta el día de hoy ha sido menospreciado, y por consecuencia poco estudiado.

Si bien hay una amplia variedad mineralógica descripta, podrían ser las obsidianas, jaspes, ópalos y calcedonias las expresiones más abundantes y variables dentro de la Provincia.

Los nuevos hallazgos de obsidianas arco iris, plateadas, bandeadas varicolores y caoba marcan el comienzo de una importante caracterización de dichos materiales que ameritarán una publicación aparte y exclusiva.

El desarrollo productivo de este tipo minerales ha mostrado en los últimos años mayor interés, hasta el punto de llegar a registrarse del primer denuncia de un yacimiento de geodas de cuarzo con fines gemológico y coleccionístico, en el catastro minero provincial desde sus comienzos, allá por el año 1887.

El estado actual de las ocurrencias y depósitos, puede responder a una combinación de factores actuantes, como son la calidad poco conocida de los recursos, la distancia a los centros de consumo, la escasa cultura minera de la población y el insuficiente conocimiento técnico y económico que se tiene de ellos.

El crecimiento de los diferentes proyectos, basados en el presente aporte, dependerá de intereses privados, de los municipios más cercanos al recurso y del manejo del mercado que se podría potenciar con la intervención del estado provincial.

Agradecimientos

Debemos un agradecimiento al Centro de Formación Profesional N° 15 gracias a quienes pudimos realizar el rolado del material. Al Sr. Jorge Hube por sus trabajos de lapidación; al Sr. Gustavo Schulz, Sr. Alberto Carlini Carranza y Sr. Andrés Oteiza por el aporte de valiosas contribuciones; al Dr. Alfredo Kuck, a la Dra. Teresita Montenegro, Dr. Raúl de Barrio y al Sr. Johann Zenz por sus inestimables comentarios y sugerencias; y a todos aquellos que directa o indirectamente hicieron posible el presente trabajo.

Bibliografía

- Agüero (A.E.), González (P.D.) y de la Puente (G.S.). 2017. Caracterización geológico-metamórfica del basamento del extremo noroeste de la Cordillera del Viento, Neuquén. XX Congreso Geológico Argentino, San Miguel de Tucumán. Actas: 7-9.
- Angelelli (V.). 1984. Yacimientos metalíferos de la República Argentina. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata-UNLP. Instituto de Geología Aplicada. 704 pp. La Plata.
- Arregui (C.), Carbone (O.) y Martínez (R.). 2011a. El Grupo Cuyo (Jurásico Temprano Medio) en la Cuenca Neuquina. En: Leanza, H.A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J.C. y Vallés, J.M. (Eds.), Geología y Recursos Minerales de la Provincia del Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino. Neuquén, Relatorio: 77-89.
- Arregui (C.), Carbone (O.) y Sattler (F.). 2011b. El Grupo Lotena (Jurásico Medio-Tardío) en la Cuenca Neuquina. En: Leanza, H.A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J.C. & Vallés, J.M. (Eds.), Geología y Recursos Minerales de la Provincia del Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino. Neuquén, Relatorio: 91-98.
- Barredo (S.), Gabriele (R.), Garrido (A.) y Redonte (G.). 2012. Los Principales Sistemas de Cavernas Cársticas de la Provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina 69(4): 556-569.
- Basaldúa (A.). 2018. Geología del sector de la Sierra Auca Mahuida, departamentos de Añelo y Pehuenches, provincia del Neuquén. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Cardozo Soto (H.). El mundo de los minerales y las gemas preciosas. Link: https://www.forominerales.com/forum/gen_imag/El_Mundo_de_los_Minerales_y_las_Gemas_Preciosas/El_Mundo_de_los_Minerales_y_las_Gemas_Preciosas.pdf
- Casé (A.M.), Impiccini (A.), Franchini (M.B.), Danieli (J.C.) y Schalamuk (I.). 2004. La alteración hidrotermal del arroyo Auquén, NO de Neuquén: ¿Un estilo similar a la alteración del depósito epitermal de alta sulfuración? 7º Congreso de Mineralogía y Metalogenia: 161-188, Río Cuarto.
- Casé (A.M.), López Escobar (L.), Danieli (J.C.) y Schalamuk (I.). 2008. Butalón igneous rocks, Neuquén, Argentina: Age, stratigraphic relationships and geochemical features. Journal of South American Earth Sciences 26: 188-203.
- Cesaretti (N.N.), Parnel (J.), Domínguez (E.) y de Brodtkorb (M.K.). 2000. Inclusiones fluidas e isotopos de oxígeno en los cuarzos antigénicos de la Formación

Auquillo, Yesera del Tromen, provincia del Neuquén. En Mineralogía y metalogenia, (eds): Schajamuk (I.), Brodtkorb (M.) y Etcheverry (R.) INREMI, La Plata, Publicación 6, 87-93.

- CIBJO. 1998. Libros de las piedras preciosas, reglas de aplicación para el comercio de piedras - confederación internacional de joyería, plata Diamantes, perlas y piedras preciosas (CIBJO).

- Cox (D.P.) y Singer (D.A.). 1986. Mineral deposit models. United States Geological Survey. Bulletin 1693, págs. 379.

- Crosta (S.). 2015. Carta Minero-Metalogenética 3769-I, Barrancas. Provincias de Mendoza y Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín N° 406, págs. 47, Buenos Aires.

- Cruz-Ocampo (J.C.), Canet (C.) y Peña-García (D.). 2007. Las gemas de México. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo LIX, núm. 1, pág. 9-18.

- Cucchi (R.). 1998. Geología y Recursos Minerales de la Hoja 4169-I, Piedra del Águila. Río Negro y Neuquén. Recursos Minerales: P. Espejo y R. González. Buenos Aires.

- Cucchi (R.) y Leanza (H.A.). 2006. Hoja Geológica 3972-IV Junín de los Andes, Provincia del Neuquén. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina. Boletín N° 357. SEGEMAR. Buenos Aires.

- Dalponte (M.), Gozávez (M.), Ramallo (E.), Carrizo (R.), Fusari (C.), Varas (R.), Lema (H.), Busteros (A.) y Cozzi (G.). Minerales y Rocas de Interés Gemológico, Artesanal y de Colección de la República Argentina.

- Danieli (J.C.), Casé (A.M.) y Deza (M.A.). 1988. Informe final del área de alteración hidrotermal Butalón Norte, departamento Minas, Neuquén. Corporación Minera del Neuquén S.E.P: 1-17 (Inédito).

- Danieli (J.C.), Casé (A.M.), y Deza (M.A.). 1999. El distrito minero de Andacollo, Neuquén. En: Zappettini, E.O. (Ed.), Recursos Minerales de la República Argentina. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino, Anales 35: 1349-1364.

- Danieli (J.C.), Coppolecchia (M.) y Elisondo (M.). 2011. El Grupo Andacollo (Paleozoico Tardío). En: Leanza, H., Vallés, J., Arregui, C., Danieli, J.C. (Eds.), Relatorio XVIII Congreso Geológico Argentino: Geología y Recursos Naturales de la provincia del Neuquén. 5: 49-53.

- Danieli (J.C.), Franchini (M.B.), Impiccini (A.), Casé (A.M.), Schalamuk (I.) y Deza (M.). 2002. Presencia de pirofilita del arroyo Auquén, Varvarco, Neuquén. XV Congreso Geológico Argentino, El Calafate, Actas 1: 406-411.
- Danieli (J.C.), Casé (A.M.), Leanza (H.A.) y Bruna (M.A.). 2011. Minerales y rocas industriales. Relatorio del XVIII Congreso Geológico Argentino. Actas: 725-744. Neuquén.
- Dellapé (D.A.), Pando (G.A.), Uliana (M.A.) y Musacchio (E.A.). 1978. Foraminíferos y ostrácodos del Jurásico en las inmediaciones del arroyo Picún Leufú y la ruta 40 (Provincia del Neuquén, Argentina) con algunas consideraciones sobre la estratigrafía de la Formación Lotena. 7° Congr. Geol. Arg., Actas 2: 489-507. Buenos Aires.
- de Barrio (R.), Domínguez (E.) y M. Brodtkorb, 1994. Los cuarzos autigénicos de la Formación Auquilco en Vega de la Veranada, provincia de Neuquén. II Reunión de Mineralogía y Metalogenia. Publicación del Instituto de Recursos Minerales. Universidad Nacional de La Plata. N° 3: 31-39.
- de Brodtkorb (M.). 2015. Las especies minerales de la República Argentina. Ed.: Asociación mineralógica argentina y Fundación EMPREMIN.
- de Brito Barreto (S.) y Bretas Bittar (S.). 2010. The gemstone deposits of Brazil: occurrences, production and economic impacts. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Vol. 62, núm. 1, pág. 123-140.
- Delpino (D.), Giusiano (A.) y Deza (M.). 1995. Mapa Geológico del Departamento Zapala (escala 1:200.000), Dirección Provincial de Minería, Zapala, Neuquén.
- de la Fuente Cullell (C.). 2004. Valor gemológico de las rocas. Macla: Revista de la Sociedad Española de Mineralogía N°1, pág. 37-40.
- D'Elia (L.). 2012. Caracterización estratigráfica y estructural de la evolución temprana, sin-rift y post-rift inicial, del margen sur de la Cuenca Neuquina entre Sañicó, Neuquén, y el río Limay, Río Negro. Universidad Nacional de La Plata, La Plata.
- Dessanti (R.N.). 1978. Descripción Geológica de la Hoja 28b, Malargüe, Mendoza. Servicio Nacional Minero-Geológico. Boletín 149:1-50. Buenos Aires.
- Digregorio (J.H.) y Uliana (M.A.). 1975. Plano geológico de la Provincia del Neuquén, escala 1:500.000, 2° Congreso Iberoamericano de Geología Económica, Actas 4: 69-93. Buenos Aires.
- DPM, Departamento Estadística. 2012. Estadística provincial minera, págs. 85.
- DPM, Departamento Estadística. 2013. Estadística provincial minera, págs. 107.

- DPM, Departamento Estadística. 2014. Estadística provincial minera, págs. 105.
- DPM, Departamento Estadística. 2015. Estadística provincial minera, págs. 99.
- DPM, Departamento Estadística. 2016. Estadística provincial minera, págs. 64.
- DPM, Departamento Estadística. 2017. Estadística provincial minera, págs. 69.
- DPM, Departamento Estadística. 2018. Estadística provincial minera, págs. 50.
- DPM, Departamento Estadística. 2019. Estadística provincial minera, págs. 57.
- DPM, Departamento Estadística. 2020. Estadística provincial minera, págs. 70.
- DPM, Departamento Estadística. 2019. Estadística provincial minera, págs. 65.
- Ferello (R.). 1947. Los depósitos plantíferos de Piedra del Águila (Neuquén) y sus relaciones. Boletín de Informaciones Petroleras, 278-248-261.
- Figueroa Cancino (J.C.). 2017. Regiones muy ricas de oro y gemas. Información y representaciones sobre piedras preciosas en las primeras fuentes impresas sobre América (1493-1526). Fronteras de la historia vol. 22, N°2. pág. 114-138.
- Fnoll Hach-Alí (P.). 2018. Gemas: historia, identificación y perspectivas. Academia de Ciencias Matemáticas, Físico-Químicas y Naturales de Granada, pág. 82.
- Folguera (A.), Rojas Vera (E.), Spagnuolo (M.), Orts (D.), Sagripanti (L.), Mariot (M.), Ramos (M.), Bottesi (G.) y Ramos (V.). 2011. Los Andes Neuquinos. En: Leanza, H.A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J.C. & Vallés, J.M. (Eds.), Geología y Recursos Minerales de la Provincia del Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino. Neuquén, Relatorio: 349-354.
- Frías Saba (R.), Sánchez (N.P.), Turienzo (M.M.) y Lebinson (F.O.). 2021. Análisis geométrico y cinemático del anticlinal Chos Malal, provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina 78 (4): 594-612.
- Galli (C.A.). 1969. Descripción geológica de la hoja 38c. Piedra del Águila, Provincias de Neuquén y Río Negro. Dirección Nacional de Geología y Minería. Boletín 111. Buenos Aires.
- García (C.J.). 2020. Geología y metamorfismo del basamento Ígneo-Metamórfico del arroyo Cochicó Grande en el paraje Kilka, Precordillera Neuquina Sur. Trabajo final de grado, Universidad Nacional de Río Negro.
- García Giménez (R.), Morante (M.), Medina (J.A.) y Leguey (S.). 1985. Posibilidades gemológicas de los ópalos y materiales silíceos de la zona de Esquivias Valdemoro, en la cuenca de Madrid. Boletín Sociedad Española de Mineralogía: 65- 72.
- García Guinea (J.). 1983. Materiales gemológicos españoles, minerales, perspectivas generales. Boletín del Instituto Gemológico Español, N° 24, pág. 9-18.

- García Guinea (J.) y Galán Huertos (E.). 1985. Materiales gemológicos: yacimientos de cuarzo. Boletín del Instituto Gemológico Español, N° 26, pág. 27-40.
- García Guinea (J.). 2006. Curso de gemología, guión docente. Link: https://www.researchgate.net/publication/284609381_Guion_Docente_del_Laboratorio_de_Gemologia_del_PAOF_Artigas_Uruguay
- Garrido (A.C.). 2010. Estratigrafía del Grupo Neuquén, Cretácico Superior de la Cuenca Neuquina (Argentina): nueva propuesta de ordenamiento litoestratigráfico. Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales 12(2): 121-177.
- Giacosa (R.), Allard (J.), Foix (F.) y Heredia (N.). 2014. Stratigraphy, structure and geodynamic evolution of the Paleozoic rocks in the Cordillera del Viento (37°S latitude, Andes of Neuquén, Argentina). Journal of Iberian Geology 40: 331-348.
- González Estebenet (M.C.), Naipauer (M.), Pazos (P.J.) y Valencia (V.A.). 2021. U-Pb detrital zircon ages in the Lajas Formation at Portada Covunco: Maximum depositional age and provenance implications for the Neuquén Basin, Argentina Journal of South American Earth Sciences 110: 1-10.
- Götze (J.). 2018. Mineralogy of quartz and silica minerals, pág. 274. <https://doi.org/10.3390/books978-3-03897-349-2>.
- Groat (L.A.) & Laurs (B.M.). 2009. Gem formation, production, and exploration: why gem deposits are rare and what is being done to find them. Elements, Vol. 5: 153-158.
- Groeber (P.). 1929. Líneas fundamentales de la geología del Neuquén, sur de Mendoza y regiones adyacentes. Dirección de Minas, Geología e Hidrología. Publicación 58.
- Groeber (P.). 1946a. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. 1 Hoja Chos Malal. Revista de la Sociedad Geológica Argentina 1: 177-208.
- Groeber (P.). 1947b. Observaciones geológicas a lo largo del meridiano 70°. 3. Hojas Domuyo, Mari Mahuida, Huarhwarco y parte de Epulauken 4. Hojas Bardas Blancas y Los Molles. Revista de la Sociedad Geológica Argentina 2: 347-433.
- Gruta minerales. Catálogo de gemas, pág. 57. Link: <https://fddocuments.nl/document/gruta-catalogo-gemas-g-z.html>
- Gulisano (C.A.), Gutiérrez Preimling (A.R.) y Digregorio (R.E.). 1984. Esquema estratigráfico de la secuencia jurásica del oeste de la Provincia del Neuquén. Actas 9° Congreso Geológico Argentino, 1: 236-259. Buenos Aires.

- Holmberg (E.). 1976. Descripción geológica de la Hoja 32c, Buta Ranquil. Provincia del Neuquén. Boletín del Servicio Geológico Nacional (Argentina) 152: 1-89.
- JICA, 2001. Report on Regional Survey for Mineral Resources in the Southern Andes Area. Argentine Republic. Final Report. Informe MPN-JR-01-077, Tokio - Buenos Aires, págs. 378 y 16 apéndices (inédito).
- Keller (P.). 1990. Gemstones and their origins. Ed.: Van Nostrand Reinhold, New York, págs. 144.
- Lambert (L.R.). 1956. Descripción Geológica de la Hoja 35b, Zapala, Territorio Nacional del Neuquén. Dirección Nacional de Minería, Boletín 83: pág. 93. Buenos Aires.
- Lannefors (N.A.). 1930. El hierro en Piedra del Águila, Territorio Nacional del Neuquén. Dirección General de Minería Geología e Hidrología. Informe Inédito N° 112. Buenos Aires.
- Leanza (H.A.). 1973. Estudio sobre los cambios faciales de los estratos limítrofes jurásico-cretácicos entre Loncopué y Picún Leufú, Provincia de Neuquén, República Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina 28 (2): 97-132. Buenos Aires.
- Leanza (H.A.) y Hugo (C.A.). 1978. Sucesión de ammonites y edad de la Formación Vaca Muerta y sincrónicas entre los paralelos 35° y 40° L.S. Cuenca Neuquina-Mendocina. Asoc. Geol. Arg., Rev. 32 (4): 248-264. Buenos Aires.
- Leanza (H.A.), Marchese (H.) y Riggi (J.C.) 1978. Estratigrafía del Grupo Mendoza con especial referencia a la Formación Vaca Muerta y sincrónicas (límite Jurásico-Cretácico) entre los paralelos 35° y 40° L.S. Cuenca Neuquina-Mendocina. Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 32 (3): 190-208.
- Leanza (A.E.) y Leanza (H.A.). 1979. Descripción geológica de la Hoja 37 c Catan Lil, provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional, Boletín 169: 1-65. Buenos Aires.
- Leanza (H.A.). 1981b. Faunas de ammonites del Jurásico superior y Cretácico inferior de América del Sur, con especial consideración de la Argentina. En: Volkheimer, W y E. Musacchio (Eds): Cuencas sedimentarias del Jurásico y Cretácico de América del Sur. 2: 559-597. Buenos Aires.
- Leanza (H.A.). 1985. Descripción geológica de la Hoja 36 b Cerro Chachil, Provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional, 144 pág. (inédito), Buenos Aires.

- Leanza (H.A.). 1992. Estratigrafía del Paleozoico y Mesozoico anterior a los Movimientos Intermálmicos en la comarca del Cerro Chachil, provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 45 (3-4): 272-299. Buenos Aires.
- Leanza (H.A.). 1993. Jurassic and Cretaceous trigoniid bivalves from west central Argentina. *Bulletin American Paleontology* 105 (343): 1-95. Ithaca.
- Leanza (H.A.). 1994. Estratigrafía del Mesozoico posterior a los Movimientos Intermálmicos en la comarca del Cerro Chachil, provincia del Neuquén. *Asoc. Geol. Arg., Rev.* 48 (1): 71-84. Buenos Aires.
- Leanza (H.A.).y Hugo (C.A.). 1995. Revisión estratigráfica del Cretácico inferior continental en el ámbito sudoriental de la Cuenca Neuquina. *Revista Asociación Geológica Argentina*. 50 (1-4): 30-32.
- Leanza (H.A.).y Hugo (C.A.). 1997. Hoja Geológica 3969-III Picún Leufú, Provincias del Neuquén y Río Negro. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR, Boletín 218: 1-135. Buenos Aires.
- Leanza (H.A.).y Hugo (C.A.). 2001. Hoja Geológica 3969-I, Zapala, provincia de Neuquén. Estructura: D. Repol. Recursos Minerales: R. González y Juan C. Danieli. SEGEMAR, Boletín 275, 128 pp. Buenos Aires.
- Legarreta (L.) y Gulisano (C.). 1989. Análisis estratigráfico secuencial de la Cuenca Neuquina (Triásico superior - Terciario inferior), Argentina. En: Chebli, G. A. y Spalletti. L. A. (Eds.): *Cuencas Sedimentarias Argentinas. Serie Correlación Geológica N° 6*: 221-243. San Miguel de Tucumán.
- Legarreta (L.) y Uliana (M.A.). 1991. Jurassic/Cretaceous marine oscillations and geometry of a backarc basin fill, central Argentine Andes. En: Mc Donald D.I.M. (Ed.): *Sedimentation, Tectonics and Eustacy. I.A.S. Sp. Public. 12*: 429-450. London.
- Ley 1919. Código de Minería de la Nación, 1887, y sus modificaciones.
- Linares (E.M.), Cagnoni do Campo (M.) y Osters (H.). 1988. Geochronology of metamorphic and eruptive rocks of southeastern Neuquén and northwestern Río Negro provinces. Argentine Republic. *Journal of South American Earth Sciences* 1 (1): 53-61.
- Llambías (E.J.) y Rapela (C.W.). 1989. Las vulcanitas de Collipilli, Neuquén, y su relación con otras unidades paleógenas de la Cordillera. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 44: 224-236.
- Llambías (E.J.), Kleiman (L.E.) y Salvarredi (J.A.). 1993. El magmatismo Gondwánico. En V.A. Ramos, *Geología y Recursos Naturales de Mendoza. XII Congreso Geológico Argentino y 2º Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Mendoza* 1: 53-64.

- Llambías (E.J.) y Leanza (H.A.). 2005. Depósitos laháricos en la Formación Los Molles en Chacay Melehue, Neuquén: evidencia de volcanismo jurásico en la Cuenca Neuquina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 60: 552-558.
- Llambías (E.J.), Leanza (H.A.) y Carbone (O.). 2007. Evolución tectono-magmática durante el Pérmico al Jurásico temprano en la Cordillera del Viento (37°05'0"S-37°15'0"S): Nuevas evidencias geológicas y geoquímicas del inicio de la Cuenca neuquina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62: 217-235.
- Llambías (E.J.) y Sato (A.M.). 2011. Ciclo Gondwánico: la provincia magmática Choiyoi en Neuquén. En: Leanza, H.A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J.C., Vallés (Eds.), *Geología y Recursos Naturales de la provincia del Neuquén*, Relatorio: 53-62.
- Malvicini (L.) y Sesana (F.). 1960. Sobre el hallazgo de Algodonita en la Argentina. *Anales de las Primeras Jornadas Geológicas Argentinas*. Tomo II: 191.
- Malvicini (L.). 1962. Estudio paragénetico de una Algodonita de la mina Kokito II, depto. Picún Leufú, Pcia. de Neuquén.
- Marchese (H.G.). 1971. Litoestratigrafía y variaciones faciales de las sedimentitas mesozoicas de la Cuenca Neuquina, provincia de Neuquén, República Argentina. *Asoc. Geol. Arg., Rev.* 26 (3): 343-410. Buenos Aires.
- Mrázová (Š.) & Gadas (P.). 2011. Obsidian balls (marekanite) from Cerro Tijerina, central Nicaragua: petrographic investigations. *Journal of Geosciences* (56): 43-49.
- Nullo (F.). 1979. Descripción Geológica de la hoja 39c, Paso Flores, provincia de Río Negro. Servicio Geológico Nacional, Boletín 167.
- O'Donoghue (M.). 1988. *Gemstones*. Ed. Chapman and Hall: 372.
- O'Donoghue (M.). 2006. Ed. *Gems* (6th edition): Oxford (Elsevier: Butterworth/Heinmann), pág. 874.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2015. Aspectos Físicos: suelo, clima y agua, Provincia del Neuquén, pág. 32.
- Parent (H.) y Garrido (A.). 2015. The ammonite fauna of the La Manga Formation (Late Callovian-Early Oxfordian) of Vega de la Veranada, Neuquén Basin, Argentina. *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.* 275/2, 163-217, Stuttgart.
- Pazos (P.J.), González Estebenet (M.C.), Cocca (S.E.) y Pascua (D.V.). 2018. The oldest (Pre-callovian) of thyreophoran dinosaur tracks in the Southern Hemisphere: ichnological and geological implications. 5th International Paleontological Congress. París, France.

- Pazos (P.J.), González Estebenet (M.C.), Cocca (S.E.) y Pascua (D.V.). 2019. The oldest record of a tyreophoran track in Gondwana: Geological implications of subaerial exposure in the lower part of the Lajas Formation at the Covunco section (Neuquén Basin), Patagonia, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences* Volume 94: 1-12.
- Pesce (A.). 1989. Evolución volcano-tectónica del complejo efusivo Copahue - Caviahue y su modelo geotérmico preliminar. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 44: 307-327.
- Quintana (J.M.). 2018. Nuevas observaciones geológicas sobre los depósitos de Jaspilita (Formación Colomichicó) en el área de Varvarco, Cordillera del Viento, Provincia del Neuquén. Trabajo Final, Licenciatura en Cs. Geológicas. Facultad de Ingeniería, UNCo, pág. 114.
- Ramos (V.A.), Mosquera (A.), Folguera (A.) y García Morabito (E.). 2011b. Evolución tectónica de los Andes y del Engolfamiento Neuquino adyacente. En Leanza (H.), Arregui (C.), Carbone (O.), Danieli (J.C.) y Vallés (J.) (eds.) *Relatorio Geología y Recursos Naturales de la provincia del Neuquén*, 18° Congreso Geológico Argentino, *Recursos Minerales* 62: 335-348.
- Ramos (V.A.), Folguera (A.) y García Morabito (E.). 2011. Las provincias geológicas del Neuquén. En Leanza (H.), Arregui (C.), Carbone (O.), Danieli (J.C.) y Vallés (J.) (eds.) *Relatorio Geología y Recursos Naturales de la provincia del Neuquén*, 18° Congreso Geológico Argentino, *Recursos Minerales* 62: 317-326, Buenos Aires.
- Rainoldi (A.L.), Rossman (G.R.), Di Martino (L.) y Oteiza (A.). 2020. Pink amethyst from the El Choique mine, Patagonia, Argentina. *The Mineralogical Record*, Vol. 51 (2): 293-303.
- Riccardi (A.C.). 1993. El Jurásico en la Argentina. En: Riccardi, A.C. y Damborenea, S.E. (Eds). *Léxico Estratigráfico de la Argentina*, Volumen 9, Jurásico. *Asociación Geológica Argentina, Serie B (Didáctica y Complementaria)*, 21: 9-27.
- Roll (A.). 1939. La cuenca de los Estratos con Dinosaurios al sur del río Neuquén. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales. Carpeta 37 de la Dirección Nacional de Geología y Minería*.
- Roller (E.), Guichón (M.E.), Rabassa (J.) y Scanavino (R.A.). 1976. Estudio geológico del valle del río Limay entre Piedra del Águila y El Chocón (Provincias del Neuquén y Río Negro). 6° Congreso Geológico Argentino. *Actas* 1: 498-523.

- Roller (E.), Dellape (D.A.) y Manceñido (M.O.). 1984c. Estudio geológico del valle del río Limay entre Piedra del Águila y El Chocón (Provincias del Neuquén y Río Negro). 9º Congreso Geológico Argentino. Actas 1: 478-497.
- Rovere (E.I.), Caselli (A.), Tourn (S.), Leanza (H.A.), Hugo (C.A.), Folguera (A.), Escosteguy (L.) y Geuna (S.). 2004. Hoja Geológica 3772-IV, Andacollo, provincia del Neuquén. Programa Nacional de Cartas Geológicas de la República Argentina a escala 1: 250.000. Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales, Boletín 298, pág. 104.
- Segal (S.) y Crosta (S.). 2011. Atlas de asociaciones paragenéticas de menas de la República Argentina. Serie Publicaciones N° 172. Instituto de Geología y Recursos Minerales, SEGEMAR, Buenos Aires.
- SENA. 1972. Gemología (lapidación de piedras preciosas). Ministerio de Trabajo y Seguridad Social de Colombia, Bogotá.
- Servicio Geológico Minero Argentino, Instituto de Geología y Recursos Minerales (SEGEMAR). 1999. Programa Nacional de Cartas Geológicas y Temáticas de la República Argentina, Normativa para las Cartas Minero-Metalogenéticas de la República Argentina.
- Servicio Geológico Minero Argentino. 2021. Minerales para lapidación y colección de la República Argentina. Anales y publicaciones regionales y de síntesis [40]. Link: <https://repositorio.segemar.gov.ar/handle/308849217/4112>
- Sesana (F.). 1968. Rasgos petrológicos de la comarca de Río Chico, Río Negro. 3º Jornadas Geológicas Argentinas 3: 99-107.
- Stipanovic (P.). 1965. El Jurásico en Vega de la Veranada (Neuquén). El Oxfordense y el Diastrofismo Divesiano (Agassiz-Yaila) en Argentina. Revista de la Asociación Geológica Argentina XX-4: 403-478.
- Stipanovic (P.). 1967. Consideraciones sobre las edades de algunas fases magmáticas del Neopaleozoico y Mesozoico. Revista de la Asociación Geológica Argentina. 22 (2) 104-133.
- Stipanovic (P.) y Methol (E.J.). 1972. Macizo de Somuncurá. En Geología Regional Argentina. Academia de Ciencias de Córdoba. 581-599.
- Suárez (M.) y De la Cruz (R.). 1997. Volcanismo pliniano del Lías durante los inicios de la cuenca de Neuquén, Cordillera del Viento, Neuquén, Argentina. VII Congreso Geológico Chileno, Actas 1: 266-270.

- Sruoga (P.), Elissondo (M.), Fierstein (J.), García (S.), González (R.), Rosas (M.). 2015. Actividad explosiva postglacial del Centro Barrancas, Complejo Volcánico Laguna del Maule (36° 05' S, 70° 30' O). Peligrosidad en Argentina. XIV Congreso Geológico Chileno, La Serena.
- Sruoga (P.), Elissondo (M.). 2016. Historia eruptiva postglacial del Centro de Barrancas, Laguna del Maule Volcánico Complejo (36° 10'S, 70° 30'W), Chile. IAVCEI Commission on Volcano Geology - 3rd International Workshop Etna - Aeolian Islands.
- Stern (C.R.), Pereda (I.) y Aguerre (A.M.). 2012. Multiple primary and secondary sources for chemically similar obsidians from the area of Portada Covunco, west-central Neuquén, Argentina. *Archaeometry* 54 (3): 442-453.
- Sureda (R.J.). 2008. Historia de la mineralogía. Instituto Superior de Correlación Geológica. Serie Correlación Geológica 23, pág. 189.
- Turner (J.C.M.). 1965. Estratigrafía de la comarca de Junín de los Andes (Provincia de Neuquén). Academia Nacional de Ciencias en Córdoba. Boletín 44.
- Turner (J.C.M.). 1976. Descripción geológica de la Hoja 36a Aluminé, Provincia del Neuquén. Servicio Geológico Nacional, Boletín 145.
- Uliana (M.A.). 1979. Geología de la región comprendida entre los ríos Colorado y Negro, provincias de Neuquén y Río Negro. Tesis doctoral, Universidad Nacional La Plata, 117 pág. (inédito). La Plata.
- Universidad Nacional de General San Martín (UNSAM) y Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR). 1999. Cuarzo. Publicación técnica N° 4: pág. 97.
- Volkheimer (W.). 1964. Estratigrafía de la zona extraandina del departamento Cushamen (Chubut) entre los paralelos 42° y 42°30' y los meridianos 70° y 71°. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 19(2): 85-107.
- Weaver (Ch.). 1931. Paleontology of the Jurassic and Cretaceous of west central Argentine. University of Washington, Memoir, 1, págs. 469. Seattle.
- Wichmann (R.). 1927. Resultados de un viaje de estudios geológicos en los Territorios del Río Negro y del Chubut. Dir. General de Minería Geología e Hidrología. Publ. N° 33. Buenos Aires.
- Yrigoyen (M.). 1972. Cordillera Principal, en Geología Regional Argentina. Academia Nacional de Ciencias en Córdoba, 345-364.
- Zanettini (J.C.M.), Méndez (V.) y Zappettini (E.O.). 1987. El Mesozoico y Cenozoico sedimentarios de la comarca de Los Miches, Provincia del Neuquén. *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 42: 338-348.

- Zanettini (J.C.M.) y López (H.). 1989a. Prospección geoquímica en el área de reserva Las Ovejas, provincia del Neuquén. Corporación Minera del Neuquén - Dirección General de Fabricaciones Militares: 1-9 (inédito).
- Zanettini (J.C.M.) y López (H.). 1989b. Prospección geológico-minera en el área de reserva Varvarco, provincia del Neuquén. 1ª parte. Corporación Minera del Neuquén - Dirección General de Fabricaciones Militares: 1-10 (inédito).
- Zanettini (J.C.M.). y Deza (M.A.). 1990. Prospección geológico-minera en el área de reserva Varvarco, Provincia del Neuquén, 2ª parte. Corporación Minera del Neuquén. Dirección General de Fabricaciones Militares: 1-9 (inédito).
- Zanettini (J.C.M.). 2001. Hoja Geológica 3772-II Las Ovejas, provincia del Neuquén. Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 263: 1-44.
- Zanettini (J.C.M.). 2011. Recursos de Minerales Metalíferos. En: Leanza, H.A., Arregui, C., Carbone, O., Danieli, J.C. y Vallés, J.M. (Eds.), Geología y Recursos Naturales de la Provincia del Neuquén. XVIII Congreso Geológico Argentino, Neuquén, Relatorio: 709-724.
- Zappettini (E.O.), Méndez (V.) y Zanettini (J.C.M.). 1987. Metasedimentitas mesopaleozoicas en el noroeste de la Provincia del Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina 42: 206-207.
- Zappettini (E.O.). 1999a. Clasificación de depósitos minerales de Argentina. En: Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E.O. Zappettini), IGRM, SEGEMAR, Anales 35: 75-103. Buenos Aires.
- Zappettini (E.O.). 1999c. El yacimiento de hierro Huantraico, Neuquén. En: Recursos Minerales de la República Argentina (Ed. E.O. Zappettini), IGRM, SEGEMAR, Anales 35: 1751-1756. Buenos Aires.
- Zappettini (E.O.) y Dalponte (M.). 2009. Hallazgo de hierro bandeado en el basamento del sector noroccidental de la Cordillera del Viento, provincia del Neuquén: aspectos estratigráficos y metalogenéticos. Revista de la Asociación Geológica Argentina, 64 (3):550-554.
- Zappettini (E.O.) y Dalponte (M.). 2010a. Geoquímica y mineralogía de ETR de los depósitos tipo BIF de la Cordillera del Viento, provincia del Neuquén. Actas 10º Congreso de Mineralogía y Metalogenia, UNRC: 251-256. Córdoba.

- Zappettini (E.O.) y Dalponte (M.). 2010b. Lower Jurassic Algoma-type BIF mineralization at Cordillera del Viento, NW Neuquén, Argentina. 13° Quadrennial IAGOD Symposium 2010 Proceedings: 278-279. Adelaida, Australia.

- Zappettini (E.O.), Chernicoff (C.), Santos (S.), Dalponte (M.), Belousova (E.) y McNaughton (N.). 2012. Retrowedge-related Carboniferous units and coeval magmatism in the northwestern Neuquén province, Argentina. Int J Earth Sci (Geol Rundsch) 101: 2083-2104.

- Zöllner (W.) y Amos (A.J.). 1955. Acerca del Paleozoico superior y Triásico del cerro La Premia, Neuquén. Revista de la Asociación Geológica Argentina 10: 127-135.

- <https://www.mindat.org/>
- <https://www.mineralesweb.es/oxidos/var/opalo.htm>
- <https://www.webmineral.com/strunz.shtml>

