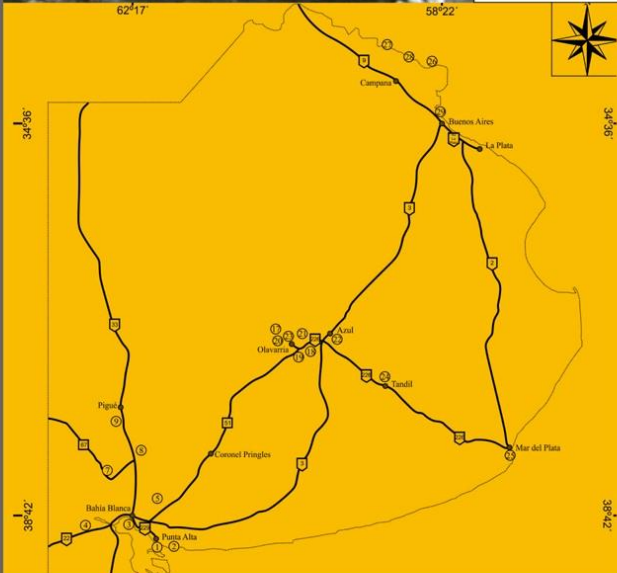
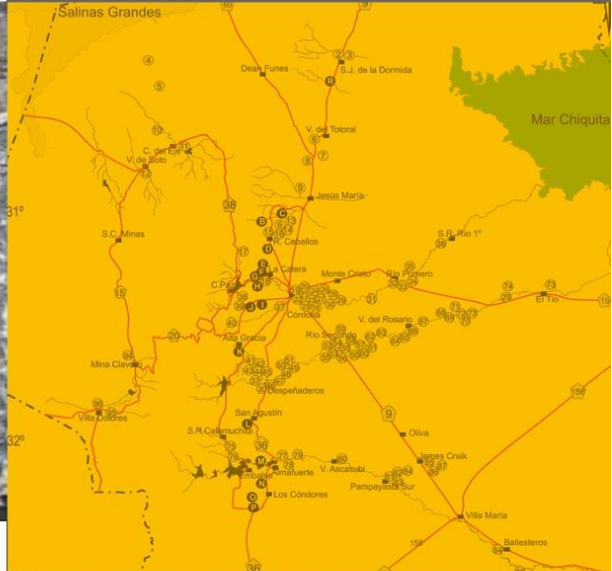
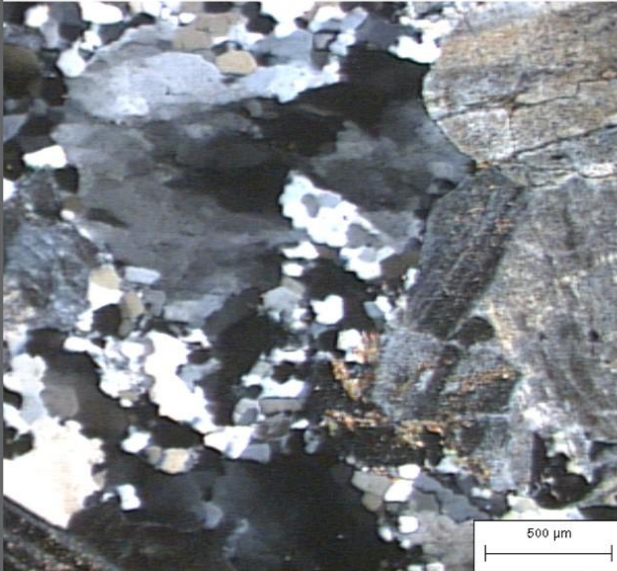


Publicación Especial Agregados Pétreos de las provincias de Buenos Aires y Córdoba



ASOCIACION ARGENTINA
DE GEOLOGIA APLICADA
A LA INGENIERIA

Publicación Especial Agregados Pétreos de las provincias de Buenos Aires y Córdoba



CÁMARA DE LA PIEDRA
DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES



GOBIERNO DE LA
PROVINCIA DE
CÓRDOBA
Ministerio de Industria,
Comercio y Trabajo
Secretaría de Minería

Publicación Especial
Agregados Pétreos
de las provincias de
Buenos Aires
y Córdoba

ISBN 978-987-21766-2-4



ASOCIACION ARGENTINA
DE GEOLOGIA APLICADA
A LA INGENIERIA

Bonalumi, Aldo A.
**Publicación especial agregados pétreos de las provincias
de Buenos Aires y Córdoba** / Aldo A. Bonalumi ; edición
literaria a cargo de Aldo A. Bonalumi y Silvina A. Marfil.
- 1a ed. - Córdoba : Asagai, 2011.

90 p.; 30x21 cm.

ISBN 978-987-21766-2-4

1. Geología. I. Bonalumi, Aldo A., ed. lit. II. Marfil, Silvina A.,
ed. lit. III. Título
CDD 551

Fecha de catalogación: 30/06/2011

No se permite la reproducción total o parcial de este libro
ni el almacenamiento en un sistema informático, ni la transmisión
de cualquier forma o cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia,
registro u otros medios sin el permiso previo y por escrito
de los titulares del Copyright.

DERECHOS RESERVADOS
© 2011 Editorial ASAGAI
email: editores@asagai.org.ar
<http://www.asagai.org.ar>

IMPRESO EN ARGENTINA

Indice

PREFACIO		II
CAPITULO 1	Introducción.	01
CAPITULO 2	Agregados: Definición, clasificación, examen petrográfico.	03
CAPITULO 3	Agregados de la Provincia de Córdoba.	06
CAPITULO 4	Agregados de la Provincia de Buenos Aires.	25
CAPITULO 5	Importancia del uso del examen petrográfico en los agregados y en el estudio del hormigón.	67
GLOSARIO		75
LISTA DE AUTORES		80

Publicación Especial
Agregados Pétreos de las provincias de Buenos Aires y Córdoba

Prefacio

La presente publicación, dedicada a los agregados pétreos de dos de las principales provincias proveedoras en nuestro país, constituye una excelente noticia para los diversos sectores de la sociedad vinculados con la temática, así como un aporte al conocimiento de los mismos desde una perspectiva estrictamente técnica.

La selección de los temas incluidos le permitirá al lector acceder a un campo de conocimiento e información que los autores, geólogos provenientes de diversos sectores de las provincias involucradas, han abordado con la finalidad de brindar un estado de situación referido a los agregados pétreos resultando, de este modo, un aporte técnico de gran valía.

Los agregados pétreos son materia prima para el desarrollo de la industria de la construcción y, por extensión, de la sociedad, por cuanto su uso deriva en una mejora de la calidad de vida de las personas. Las casi 100.000.000 de toneladas anuales que producen en conjunto las provincias de Buenos Aires y Córdoba dan idea clara de la envergadura de esta actividad, que, como pocas otras, tiene un efecto multiplicador en las economías regionales.

Por ello la presente publicación constituirá, sin lugar a dudas, una referencia obligada para los usuarios de los materiales objeto del presente trabajo desde cualquier perspectiva de la que se trate.

Por último, deseo agradecer a los autores de los diferentes capítulos por su trabajo, que se verán recompensados con el debido reconocimiento.

MSc Geólogo Norberto Jorge Bejerman

Presidente

Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería (ASAGAI)

Introducción

Bonalumi, A. - Sfragulla, J.

Se está trabajando, en conjunto, con colegas de las Provincias de Córdoba y Buenos Aires en la elaboración de una publicación sobre los agregados de las provincias de Buenos Aires y Córdoba, dentro de la Comisión “Agregados” de la Asociación Argentina de Geología Aplicada a la Ingeniería.

Este proyecto surgió a partir de la necesidad que posee la República Argentina de contar con rutas de buena calidad, y siendo las Provincias de Buenos Aires y Córdoba las que están geográficamente mejor posicionadas para cubrir la demanda no solo en calidad sino que también en cantidad, se considera importante contar con datos petrográficos de canteras y áreas potenciales proveedoras de agregados que sean de utilidad para la industria vial, en primer lugar, y también para la del hormigón, como fiel competidor de las mezclas bituminosas y gran consumidor de piedra partida. Un relevamiento de materias primas que señale los principales materiales a ser utilizados potencialmente como agregados, que llena sin dudas períodos de inacción en la materia. Esto no solo ayudará a mantener la oferta minera, la reactivación regional sino que también hará aportes concretos al saneamiento ambiental, y afianzará a Buenos Aires y Córdoba como proveedores de rocas tradicionales y más económicas.

En un futuro cercano, y en algunos casos en la actualidad, los problemas ambientales, la disminución de la calidad de la roca o simplemente la falta de reservas ante el crecimiento sostenido de la demanda, provocarán que algunas empresas deban alumbrar nuevas canteras y relocalizar sus plantas de tratamiento. Dichas empresas deberán delimitar nuevos yacimientos, preferentemente en zonas de acceso sin complicaciones y alejados de centros poblados; y de no ser así, ambas provincias podrían ver resentida su producción futura y disminuir su importancia nacional como proveedoras de estos materiales.

Las dos provincias que se analizan en este trabajo muestran indicadores optimistas en cuanto a reservas y calidad, también ambas son conscientes de su protagonismo geopolítico en materia de abastecimiento de materiales pétreos a la zona más densamente poblada del país, y naturalmente no ignoran que de perderse el mercado, esto impactaría en forma acentuada y negativamente en perjuicio del ambiente. Si no se tiene claro que el centro del país debe proveer materias primas minerales ya que la relación precio/flete es muy baja, y hay que trasladar las áreas de extracción a la Cordillera de Los Andes u otras regiones, dicha relación alcanzaría valores catastróficos que la obra pública nacional no podría solventar, con el consecuente perjuicio en el desarrollo, ya que el incremento en los precios por el factor flete haría, con frecuencia, que una obra pública no se concretase, más aún cuando el mercado abastecido es más de la mitad de la población total del país (57%) y el más alejado de las provincias cordilleranas. Tampoco habrá que dejar de tener en cuenta, como se dijo, el impacto ambiental negativo que provocaría tener que alejarse de los actuales centros de producción de piedra de ambas provincias, ya que las miles de toneladas diarias de CO₂ emitidas a la atmósfera serían tan perjudiciales como innecesarias, solo baste mencionar que actualmente entre ambas provincias despachan casi 5000 camiones diarios, cuya energía para el transporte la genera la combustión de gas oil.

Tomando como base la problemática descrita, es importante dar a conocer la realidad actual de la situación en ambas provincias, a fin de generar respuestas concretas cuando las necesidades del mercado así lo demanden. Esta responsabilidad es un objetivo central de este trabajo a la luz de la preocupación que existe en el sector productor, ya que en Buenos Aires se han promulgado leyes que en poco tiempo más no permitirán la extracción de agregados, disminuyendo en casi un tercio su producción si es que no es reemplazada la misma en otros sectores extractivos cercanos.

Si se tiene en cuenta que actualmente un alto porcentaje de áridos de muy baja calidad es extraído de cursos de aguas o canteras secas que dejarán de producir, la necesidad de conocer nuevos afloramientos, aptos en calidad y cantidad, es tan necesaria como limitado es el tiempo que se dispone. El natural y lógico aumento de la producción deberá tener indudablemente una respuesta dada por el conocimiento de potenciales yacimientos de materiales para agregados que permita acompañar al crecimiento de la demanda.

Un llamado de atención que está teniendo el sector de la construcción es que ya hay claros indicadores que marcan como las arenas naturales están siendo cada vez más escasas. En otras palabras, en grandes áreas de las zonas de consumo masivo de agregados se está terminando la arena. Un desafío que no es nuevo a nivel mundial, pero sí lo es para nuestro país, es que en muy corto plazo, habrá que pensar en fabricar arena, exactamente igual como hoy se tritura piedra para llenar el vacío dejado por los cantos rodados naturales, y falta muy poco para que tecnológicamente la arena sea un producto de trituración y no de dragado de ríos o de canteras secas de origen aluvional.

No es posible dejar de mencionar la importancia capital que tiene la calidad de los agregados. Es fundamental que se tome conciencia a nivel general que la vida útil de una obra pública o privada está directamente relacionada con la calidad de la roca que se la construye. Cómo no poner énfasis en este tema, si hoy en día la mayor inversión que realiza un gobierno es la obra pública reflejada en caminos, puentes, presas, viviendas, escuelas, hospitales, etc. que consumen anualmente decenas de millones de toneladas de piedra, que sin lugar a dudas convergen en lo que se entiende como desarrollo interno de infraestructura.

El presente trabajo tiene también como destinatario a los productores de piedra partida de todo el país, quienes se verán identificados con algunos conceptos vertidos aquí. Ya que las cartas muestran la ubicación de los yacimientos, facilitará la reactivación regional de áreas deprimidas, incentivando la industria del triturado pétreo y generando mano de obra. Será posible contar con datos precisos de materiales y formaciones geológicas que los contienen y que ayuden a la planificación vial. El conocimiento sostenido de la geología permitirá conservar el mercado de la piedra partida a nivel nacional y contribuirá en forma activa y gradual a la reconversión de la actual forma de explotación de áridos de río y cursos secos, que tan negativamente impactan en el ambiente, contribuyendo a la toma de decisión de las PyMEs que abastecen de piedra partida a la red vial que se construye, y posibilitará exigir (si fuera necesario) en futuras licitaciones, la tipología de material a utilizar desde el punto de vista de su calidad y ubicación geográfica.

Un promedio de producción, que involucra arena y piedra, indica que solo las provincias de Buenos Aires y Córdoba han producido un promedio de casi 80.000.000 de toneladas anuales desde 2003. Estos materiales figuran entre los que más “Valor Agregado” es posible adicionar en el mundo, pues hoy el metro cuadrado de un departamento de alta gama, en Puerto Madero (Buenos Aires), Nueva Córdoba (Córdoba) o Bº Martín (Rosario) toma valores enormes a la hora de comparar el valor de la piedra partida con el edificio y su estructura hecha con HORMIGÓN, donde el cemento pasa a ser un componente minoritario.

Agregados: Definición, clasificación, examen petrográfico

Luna, F. S.

Introducción

Agregados, término usado en Argentina, o también llamados áridos en otros países, se define de acuerdo a la Norma IRAM 1569 como “material granular resultante de la desintegración natural y desgaste de las rocas o que se obtiene mediante la trituración de ellas, de escorias siderúrgicas o de otros materiales suficientemente duros, que permitan obtener partículas de forma y tamaño estable”.

La arena natural, la grava y los agregados de trituración o machaqueo son fundamentales para el entorno fabricado por el hombre y representan un alto porcentaje de los materiales utilizados en la industria de la construcción. Se debe destacar que en un hormigón convencional, la proporción de la mezcla agregado fino + grueso oscila entre el 70 y 80%. La reutilización de los agregados se está volviendo una práctica más corriente y la sustitución de agregados naturales por agregados artificiales, fabricados a partir de productos residuales de otras industrias, representa una pequeña parte de esta industria (*Smith & Collis 1994*).

La producción de agregados para obras civiles y para la construcción de edificios, es una de las mayores industrias del mundo.

A pesar de la importancia de los materiales geológicos en el diseño y construcción de las obras de ingeniería civil, la ingeniería geológica se ha dedicado tradicionalmente más a la interacción de la estructura con su entorno geológico que al comportamiento de los agregados rocosos en la estructura misma. Este desequilibrio se ha reconocido e intentado corregir en los campos de la formación, la práctica y la investigación; sin embargo hay un factor inhibitorio que es la profusa, pero altamente dispersa naturaleza de la literatura sobre los agregados. Faltan manuales de referencia y libros de texto, e incluso revisiones extensas de publicaciones, que den una completa cobertura del tema. Si bien esto está empezando a cambiar, la información disponible está dispersa en multitud de normas, especificaciones, informes de investigación, documentos profesionales, y artículos en la prensa comercial. Por lo tanto, aquellos que se dedican a la construcción, pero no son especialistas en los materiales, suelen encontrar dificultades en localizar los textos que los puedan guiar, a la hora de definir e implementar los requisitos de las especificaciones.

Descripción y clasificación de agregados

La correcta descripción, y en particular la clasificación de los agregados de acuerdo a su uso en la industria de la construcción, han planteado problemas desde hace mucho tiempo, no solo de naturaleza científica, sino también desde el punto de vista comercial.

Las rocas naturales se pueden clasificar de diversas maneras, dependiendo del método utilizado, de la naturaleza de la roca y del uso para el que se requiera la clasificación. La mineralogía, la génesis, el tamaño de grano, el color, la edad, los fósiles que contenga y las características físicas tales como resistencia a la compresión, son algunos de los múltiples enfoques que se han utilizado. El método más frecuente es el desarrollado a partir del clásico enfoque geológico, que se basa fundamentalmente en la génesis. Así, las rocas naturales se dividen en tres clases principales: ígneas, sedimentarias y metamórficas. Estos grupos tienen sucesivas subdivisiones, principalmente en base de su mineralogía y textura.

Las numerosas subdivisiones posibles de este sistema geológico básico dan lugar, inevitablemente, a una nomenclatura que es demasiado incómoda para su empleo en la industria de la construcción. Como consecuencia, se han desarrollado diversos esquemas para simplificar la clasificación de los agregados, algunos para uso general y otros para propósitos específicos.

Virtualmente para todos los sistemas de clasificación, es preciso un examen petrográfico con una descripción detallada que concluya en una denominación específica, de uso común y que se ajuste a las necesidades ingenieriles. La definición debe ser clara y amplia como para evaluar el comportamiento del agregado y permita detectar sustancias potencialmente perjudiciales.

En cualquier clasificación de agregados que incluya la composición petrográfica del material, es esencial que la roca o depósito haya sido identificado correctamente. Esta identificación se basará en un enfoque geológico clásico y la debe realizar un geólogo experimentado. Uno de los objetivos principales de estos sistemas de clasificación es promocionar la uniformidad en la nomenclatura, de modo que todos los petrólogos llamen a la misma roca con el mismo nombre. En la práctica no siempre se consigue este deseable objetivo, debido a la falta de consistencia de las descripciones petrográficas, y de un enfoque unificado de las clasificaciones. La falta de uniformidad puede conducir a problemas contractuales, en especial si la clasificación de los agregados no viene acompañada por una clasificación petrográfica detallada.

Sistemas de clasificación y descripción en ingeniería

Se han hecho diversos intentos para describir y clasificar las rocas, tanto desde un punto de vista técnico como geológico. La mayoría se refieren al material “in situ” y esos métodos de descripción se han asociado con la mecánica de rocas, para ello se han tomado tres puntos de vista básicos: el primero basado en la petrografía del material, el segundo en los parámetros de la roca derivados de los ensayos (normalmente relacionados con sus características de resistencia) y el tercero en las condiciones de campo de la masa rocosa, que incluye detalles como las discontinuidades y el grado de meteorización. Si bien este sistema descriptivo no es directamente aplicable a los agregados procesados, es muy importante para la descripción de rocas en los frentes de las canteras y para la exploración de nuevas canteras en afloramientos rocosos o testigos de sondeos.

El empleo de términos locales o tradicionales

Debido a la complejidad de los sistemas de clasificación geológicos convencionales, los nombres locales o tradicionales se utilizaron, y a menudo aún se utilizan, para describir los materiales a partir de los cuales se producen agregados comerciales. En algunos casos, se utilizan para describir las rocas con nombres que son muy diferentes de lo que sugiere el significado científico normal de dichos términos. Así, el término “granito” se suele utilizar para describir una roca “dura”, e incluso se le ha dado dicho nombre a algunas rocas sedimentarias, como las grauwacas, areniscas y hasta al mismo mármol. Del mismo modo el término “mármol” se usa de modo general, para describir muchas calizas compactas y otros tipos de rocas, que no han sufrido metamorfismo.

Consideraciones básicas en la descripción y clasificación de agregados. Examen petrográfico

En el caso de los agregados, el propósito de una clasificación debe agrupar materiales que muestren una característica o características relacionadas con su uso. Para conseguir dicho objetivo y que sea de uso práctico desde un punto de vista técnico, comercial y contractual, la clasificación debe satisfacer los siguientes requerimientos básicos:

- (i) ser conceptualmente simple;
- (ii) clasificar materiales sobre la base de las características relacionadas con su uso como agregados;
- (iii) utilizar términos que se puedan definir de forma precisa y sean utilizables en las especificaciones contractuales;
- (iv) evitar agrupaciones de las que se pudiera inferir de modo no intencionado, propiedades comunes que no existen en realidad;
- (v) ser aplicables a todos los tipos de agregados;
- (vi) ser potencialmente ampliable, según necesidades, utilizando información suplementaria con respecto a un material determinado o el uso para él pretendido;

Una clasificación y sistema descriptivo para agregados, debe contener los siguientes elementos esenciales:

- (i) una descripción del tipo de agregado;
- (ii) una descripción de sus características físicas;
- (iii) una clasificación petrológica.

A éstas se puede añadir información adicional, como una descripción petrográfica detallada y el resultado de los ensayos normalizados.

Además, debe indicarse

- (i) si es natural o artificial;
- (ii) en el caso de que sea natural, si es roca triturada, grava o arena;
- (iii) si es una mezcla de varios tipos de rocas, expresar una proporción aproximada
- (iv) si la muestra es total o ha sufrido separación;
- (v) si ha sido lavada;
- (vi) en el caso de una grava o arena, si es sin triturar, parcialmente triturada o triturada;
- (vii) en el caso de grava o arena, el origen o sea si es continental o marino.

Se podría discutir sobre si utilizar cualquier agregado natural para una construcción sin ningún conocimiento del tipo de roca es aceptar el mismo riesgo de problemas imprevistos que podrían surgir cuando se utiliza en una obra cualquier material desconocido. La inclusión de un nombre petrográfico preciso en la descripción de un agregado sirve para dos funciones principales:

(i) las especificaciones a veces requieren o prohíben el uso de tipos de rocas determinadas (*IRAM 1512, 1531*), de modo que, desde una posición contractual, el conocimiento de la composición petrográfica del agregado puede ser esencial;

(ii) una clasificación petrográfica precisa incluye cierta información básica sobre las características de un agregado, en términos de su composición mineralógica, tamaño de grano y textura. Esto puede ayudar en la toma de decisiones; como por ejemplo a la hora de seleccionar la batería de ensayos más adecuada para evaluar la aptitud de un agregado.

La cantidad de información que se puede obtener fácilmente, con respecto al posible comportamiento del agregado, a partir de un simple nombre petrográfico, es, naturalmente, muy limitada. No obstante, para poder proporcionar esta clasificación es necesario un examen petrográfico (*IRAM 1649*) relativamente detallado, realizado por un geólogo/petrologo calificado. Si se realiza por un petrólogo experto en tecnología de agregados, podrá suministrar información adicional muy útil, por ejemplo:

- (i) Planificar una batería de ensayos adecuados;
- (ii) Interpretar los resultados de otros ensayos;
- (iii) Detección de sustancias potencialmente perjudiciales, siendo las más corrientes:¹
 - (a) partículas porosas y susceptibles a las heladas;
 - (b) partículas friables, blandas, recubrimientos;
 - (c) tipos de rocas susceptibles a contracciones o hinchamientos;
 - (d) existencia de sales o minerales solubles;
 - (e) formas de sílice o carbonato que podrían ser reactivas frente a los álcalis en el hormigón;
 - (t) carbón, lignito y otra materia orgánica;
 - (g) piritas y otros contaminantes metálicos;
 - (h) mica;
 - (i) conchillas.

Un examen petrográfico detallado es imprescindible cuando se esté desarrollando una nueva cantera de agregados, en especial si los materiales son de calidad marginal. El examen petrográfico no se debe utilizar para sustituir a los demás ensayos normalizados, sino como un complemento de éstos.

Trabajos citados en el texto

DIRECCIÓN NACIONAL DE MINERÍA.

Extracto de la Producción rocas de aplicación (2003 - 2007)

IRAM 1569 1990.

Morteros, hormigones y sus componentes.

IRAM 1512 2006.

Agregado fino para hormigón de cemento.

IRAM 1531 2006.

Agregado grueso para hormigón de cemento.

IRAM 1649 2008.

Examen petrográfico de agregados para hormigón.

SMITH & COLLIS 1994.

Áridos Naturales y de Machaqueo para la Construcción, 2° edición,

Editado versión española por L. Suarez & M. Regueiro. The Geological Society - Pub. Especial N°9.

¹ Algunos de éstos son solo perjudiciales en ciertas aplicaciones o bajo ciertas condiciones o en determinadas concentraciones

Agregados de la Provincia de Córdoba

Bonalumi, A. - Sfragulla, J., Locati, F. - Poklepovic, F.

Sinopsis de la geología de Córdoba

En la provincia de Córdoba se reconocen dos regiones topográficamente contrastadas: las Sierras de Córdoba y las planicies que las rodean. Las sierras forman parte de la provincia geológica de las Sierras Pampeanas de Argentina, que está conformada por una serie de cordones montañosos de dirección Norte-Sur ubicados en el centro y noroeste del país; las mismas están formadas por bloques de basamento metamórfico-plutónico, levantados a favor de fallas inversas durante el acortamiento andino (Neógeno-Cuaternario). Estas sierras se dividen en dos subprovincias con características diferentes, las Sierras Pampeanas Orientales (SPO) y las Sierras Pampeanas Occidentales (SPOC) (*Camino, 1979*).

Las Sierras Pampeanas Orientales (o Sierras de Córdoba) se componen de varios cordones meridianos que se extienden desde los 29° hasta los 33° 30' de latitud sur (aproximadamente 500 km), separados por valles longitudinales que mantienen la misma dirección (*Gordillo y Lencinas, 1979*). Están conformadas por cuatro cordones mayores: de oeste a este el cordón formado por las Sierras de Serrezuela, del Coro, Guasapampa, Pocho y Altautina; el cordón de la Sierra Grande y de Comechingones; el formado por la Sierra Chica y de las Peñas y el cordón más oriental conocido como Elevación Pampeana, a lo que hay que agregar al norte de la Sierra Chica la Sierra Norte, que se extiende desde Deán Funes y supera el límite interprovincial con Santiago del Estero. Los cordones serranos presentan un perfil topográfico asimétrico, es decir, una ladera suave, tendida y la opuesta, abrupta; están separados por valles longitudinales angostos, como por ejemplo el de Punilla. Esta forma ("estructura de bloques fallados") caracteriza a todas las Sierras Pampeanas.

Desde el punto de vista geológico (Figura 1), las SPO están formadas en su mayor parte por rocas metamórficas de alto grado (facies de anfibolitas superiores a granulitas) y en menor proporción por rocas de grado medio a bajo y cuerpos intrusivos. Las rocas metamórficas son en su mayor parte gneises y migmatitas, orto y paraderivados de edad Cámbrica inferior (520 - 540 Ma, *Sims et al., 1998*). En menor proporción afloran mármoles, anfibolitas y fajas discontinuas de rocas máficas a ultramáficas. Existen también pequeños afloramientos de metapelitas en zona de clorita y biotita, que están restringidos al borde occidental de las sierras (*Gordillo y Lencinas, 1979, Bonalumi et al., 1999, Rapela et al., 1998* y bibliografía allí citada). Dentro de este contexto se reconocen, dentro de las rocas metamórficas, importantes fajas de deformación dúctil que dan lugar a la formación de milonitas (*Martino et al., 1993a y b, Martino, 2003*).

Las rocas máficas y ultramáficas se agrupan en dos fajas, oriental y occidental (*Kraemer et al., 1995*). La faja oriental, ubicada al este del ambiente serrano, está constituida por serpentinitas. La faja occidental, ubicada en el sector centro occidental de las sierras, está formada por una serie de afloramientos de metagabros y serpentinitas, éstas posiblemente generadas en una dorsal centro-oceánica (*Escayola, 1994*).

Estas dos fajas definen dos grandes ambientes principales (*Kraemer et al., 1995; Bonalumi et al., 1999*).

- a) Al oeste, una zona externa representada por rocas metamórficas de grado medio a alto y grado bajo. La zona presenta una notable escasez de mármoles, de rocas ortoderivadas y una relativa simplicidad estructural respecto a la región oriental.
- b) Al este, una zona interna caracterizada por gneises de grado medio a alto, fajas y macizos migmatíticos, abundancia en bancos de mármol y anfibolitas, con mayor participación de rocas ortoderivadas y con una gran complejidad estructural, con desarrollo de fajas de cizalla dúctil (*Martino et al., 1993a y b*).

La actividad intrusiva en las SPO es compleja, reconociéndose diversas etapas de emplazamiento de magmas con diferentes afinidades químicas, desde el Cámbrico Inferior hasta el Devónico-Carbonífero. En términos generales se diferencia una etapa

magmática de arco compuesto por granitoides calcoalcalinos (*Lira et al., 1997*) de edad Cámbrica inferior (530 ± 4 Ma, *Rapela et al., 1998*), aflorantes predominantemente en el borde oriental de las Sierras de Córdoba (Sierras Chicas y Sierra Norte de Córdoba).

Durante el Ordovícico inferior se generaron pequeñas intrusiones de trondhjemitas, tonalitas y granodioritas (grupo "TTG", 499 ± 5 y 478 ± 8 Ma), (*Rapela et al., 1999, Pankhurst et al., 2000, Bonalumi y Baldo, 2003*) cuyos afloramientos más importantes se hallan en las Sierras Chicas.

En el lapso Devónico-Carbonífero se emplazan en los sectores centrales de la Sierra Grande y Sierra de Comechingones dos grandes batolitos de composición granítica rica en potasio: los batolitos de Achala, (368 ± 2 Ma, *Dorais et al., 1997*; 337 ± 30 Ma y 358 ± 9 Ma, *Rapela et al. 1991*) y Alpa Corral - Cerro Áspero (369 ± 9 Ma, *Pinotti, 1998*) y plutones menores como el de Capilla del Monte.

Durante el Carbonífero medio – superior se produce la depositación de conglomerados, areniscas y arcilitas de origen continental (*Hünicken y Pensa, 1980*) en el borde occidental de las SPO, más precisamente en la base oeste de la Sierra de Pocho.

En el Cretácico superior - Terciario inferior (110-55 Ma), y como respuesta a fenómenos distensivos que afectaron a toda la placa Sudamericana, se produjo, esencialmente en el sector oriental de las SPO, un magmatismo de mediana importancia areal compuesto por rocas basálticas alcalinas asociadas a depósitos sedimentarios continentales (*Gordillo y Lencinas, 1967; Kay y Ramos, 1996*) que afloran en Sierra de Los Cóndores, Piedras Moras, Despeñaderos y El Pungo. Al mismo período pertenecen las grandes unidades de sedimentos rojos presentes en las sierras de Pajarillo, Copacabana y Masa.

En el lapso Mioceno-Plioceno (7,5 a 5,3 Ma), en la región centro oeste de las SPO se produjo un magmatismo compuesto por vulcanitas y rocas piroclásticas ricas en potasio (Complejo Volcánico de Pocho) asociado a la subducción de bajo ángulo de la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana (*Kay y Gordillo, 1990, 1994*), este fenómeno también es el responsable de la estructuración actual de las sierras en bloques basculados mayoritariamente al este (*Jordan y Allmendinger, 1986*).

Durante el Terciario superior y Cuaternario se produce, tanto en el área serrana como en las llanuras circunvecinas, el depósito de cuerpos de rocas sedimentarias continentales generadas en ambientes fluviales y aluviales.

Trabajos citados en el texto

BONALUMI, A. A., ESCAYOLA, M., KRAEMER, P., BALDO, E. Y MARTINO, R. 1999.

Precámbrico, Paleozoico inferior de la Sierra de Córdoba.

En: Geología Regional Argentina. Caminos, R. (Ed.). Anales 29, Capítulo 6:136-140. Instituto de Geología y Recursos Minerales. SEGEMAR. Buenos Aires.

BONALUMI, A. A. Y BALDO, E., 2003.

Ordovician Magmatism in the Sierras Pampeanas of Córdoba.

En: Aspects of the Ordovician System in Argentina, Aceñolaza, F. G. (Ed.). Serie Correlación Geológica 16:243-256.

CAMINOS, R. 1979. '

Sierras Pampeanas Noroccidentales.

Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, 1: 225-291. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.

DORAIS, M.J., LIRA, R., CHEN, Y. Y TINGEY, D., 1997.

Origin of biotite-apatite-rich enclaves, Achala batholith, Argentina.

Contributions to Mineral and Petrology, 130:31-46.

ESCAYOLA, M. 1994.

Fajas ultramáficas de la Sierra Grande de Córdoba entre Inti Yaco y San Miguel.

Departamento Calamuchita. Provincia de Córdoba, República Argentina. Tesis Doctoral Inédita.

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. 227 pags.

GORDILLO, C.; LENCINAS, A., 1967.

Geología y petrología del extremo norte de la sierra de Los Cóndores. Córdoba.

Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, tomo XLVI-1:73-108. Córdoba.

GORDILLO, C.; LENCINAS, A., 1979.

Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis.

En Turner, J.C. (Ed.): Segundo Simposio de Geología Regional Argentina, Academia Nacional de Ciencias, Vol. I., 2: 577-650, Córdoba.

HÜNICKEN, M.A. Y PENZA, M.V. 1980.

Estratigrafía y tectónica de las sedimen. neopaleozoicas (Fm. Chancaní) y de las filitas (Fm. La Mermela) del borde occidental de las Sierras de Pocho y Guasapampa.

Academia Nacional de Ciencias, Actas Tomo 53 (entregas 1a.-4ta.): 255-286. Córdoba.

JORDAN, T. E. Y ALLMENDINGER, R.O., 1986.

The Sierras Pampeanas of Argentina; a modern analogue to the Rocky Mountain foreland deformation.

American Journal of Science, 286:737-768.

- KAY, S. M.; GORDILLO, C. E. 1990.
Pocho volcanic rocks in the Sierra de Cordoba - Melting of depleted continental lithosphere above a shallow subduction zone.
X Congreso Geológico Argentino I :60-63. San Juan.
- KAY, S. M. Y GORDILLO, C. E., 1994.
Pocho volcanic rocks and the melting of depleted continental lithosphere above shallowly dipping subduction zone in the central Andes.
Contributions to Mineralogy and Petrology, 117: 25-44.
- KAY, S. M. Y V. A. RAMOS, 1996.
El magmatismo cretácico de las Sierras de Córdoba y sus implicancias tectónicas.
Actas 13º Congreso Geológico Argentino y 3er Congreso de Exploración de Hidrocarburos, 3: 453-464. Buenos Aires.
- KRAEMER, P. E.; ESCAYOLA, M. P.; MARTINO, R. D.; 1995.
Hipótesis sobre la evolución tectónica neoproterozoica de las Sierras Pampeanas de Córdoba (30° 40' – 32° 40'), Argentina.
R.A.G.A. 50 (1-4). 47-59.
- LIRA, R., MILLONE, H. A., KIRSCHBAUM, A. M. Y MORENO, R. S. 1997.
Calc-alkaline arc granitoid activity in the Sierra Norte-Ambargasta Ranges, central Argentina.
Journal of South American Earth Sciences, 10: 157-177.
- MARTINO, R. D., 2003.
Las fajas de deformación dúctil de las Sierras Pampeanas de Córdoba: una reseña general.
R.A.G.A. 58 (4): 549-571.
- MARTINO, R.D.; LAW, R.D. Y SIMPSON, C. 1993a.
Evidence for orthogonal contractional orogeny in the Pampean Ranges of Córdoba, Central Argentina.
EOS, 74 (16): 302.
- MARTINO, R.D.; SIMPSON, C. Y LAW, R. 1993b.
Taconic (Ocolytic) aged west directed ductile thrust in basement rocks of the Sierras Pampeanas, Argentina.
Abstracts with programs Geological Society of America, 25 (6): A 233. Boston.
- PANKHURST, R. J.; RAPELA, C. W.; FANNING, C. M.; 2000.
Age and origin of coeval TTG, I- and S-type granites in the Famatinian belt of NW Argentina.
Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, 91, 151-168.
- PINOTTI, L. P., 1998.
El Batolito Cerro Áspero, provincia de Córdoba. Modelo de intrusión y su relación con la evolución de las Sierras Pampeanas.
Tesis Doctoral, Departamento de Geología, Universidad Nacional de Río Cuarto, 203 pp (inédito).
- RAPELA, C.W., PANKHURST, R. J., CASQUET, C. BALDO, E. SAAVEDRA, J. , GALINDO, C. Y FANNING, C. M., 1998.
The Pampean orogeny of the southern proto-Andes: evidence for Cambrian continental collision in the Sierras de Córdoba.
En: Pankhurst, R.J y Rapela, C.W. (Eds.) The Proto-Andean Margin of South America, Geological Society, London, Special Publication N° 142: 182-217.
- RAPELA, C. W., PANKHURST, R. J., DAHLQUIST, J., FANNING, C. M., 1999.
U-Pb SHRIMP ages of Famatinian granites: new constraints on the timing and tectonic setting of I- and S-type magmas in an ensialic arc.
Resúmenes II South American Symposium on Isotope Geology, Carlos Paz, Argentina: 264-267.
- RAPELA, C. W., R. J. PANKHURST, A. KIRSHBAUM, Y E. G. BALDO, 1991.
Intrusivas de edad carbónica en el Batolito de Achala. Evidencias de una anatexis regional en las Sierras Pampeanas?.
Actas VI Congreso Geológico Chileno: 40 43. Viña del Mar.
- SIMS, J. P., IRELAND, T. R., CAMACHO, A., LYONS, P., PIETERS, P. E., SKIRROW, R. G., Y STUART SMITH, P. G., 1998.
U-Pb, Th-Pb and Ar-Ar geochronology from the southern Sierras Pampeanas, Argentina: implications for the Palaeozoic tectonic evolution of the western Gondwana margin.
En: R.J. Pankhurst y C.W. Rapela (eds.) The Proto-Andean Margin of Gondwana. Geological Society (London) Special Publication, 142: 259-281.

Los agregados de Córdoba

En la provincia de Córdoba se han desarrollado numerosas explotaciones de áridos de trituración y fluviales. Las canteras en explotación en 2010 se presentan en la Figura 2, elaborada a partir del Catastro Minero de la Tercera Categoría de la Secretaría de Minería de Córdoba. Además, en la Figura 1 se pueden observar las áreas con potencial productivo de rocas aptas para triturados, producto del trabajo exploratorio conjunto realizado por la Secretaría de Minería de Córdoba y la Dirección Provincial de Vialidad.

A continuación se describen (con formato de ficha resumen) las principales canteras que producen triturados pétreos. Las canteras identificadas en el mapa como A, C, D y K no han sido fichadas debido a que eran explotaciones de muy reciente data. Tampoco se presentan datos sobre las canteras de áridos fluviales, debido a que su estudio está en marcha. Estas canteras en su mayoría producen arenas de excelente calidad, provenientes de la destrucción de rocas del basamento metamórfico-plutónico que aflora en las sierras de Córdoba.

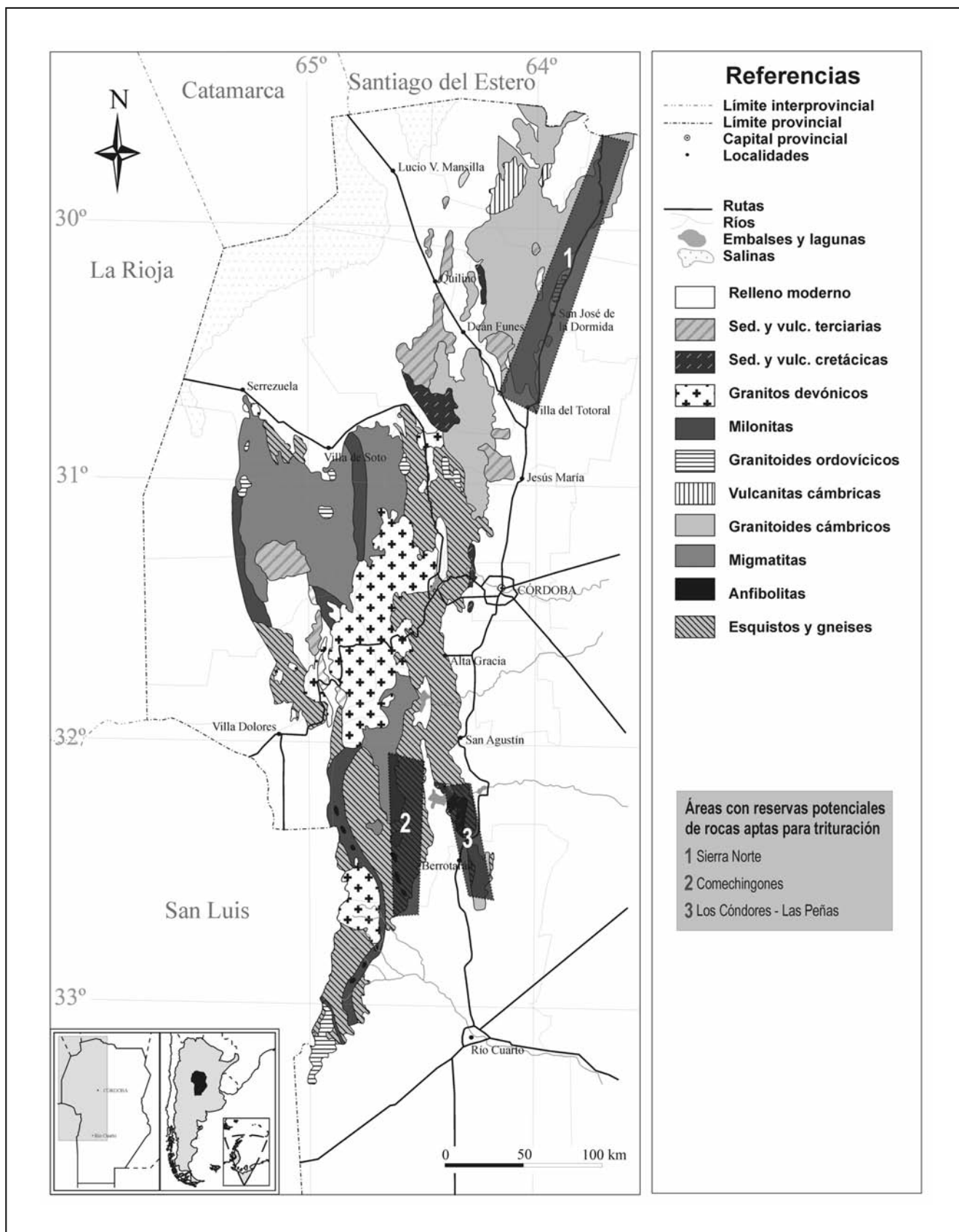


Figura 1: Mapa geológico de Córdoba y áreas con potencial para áridos de trituración.

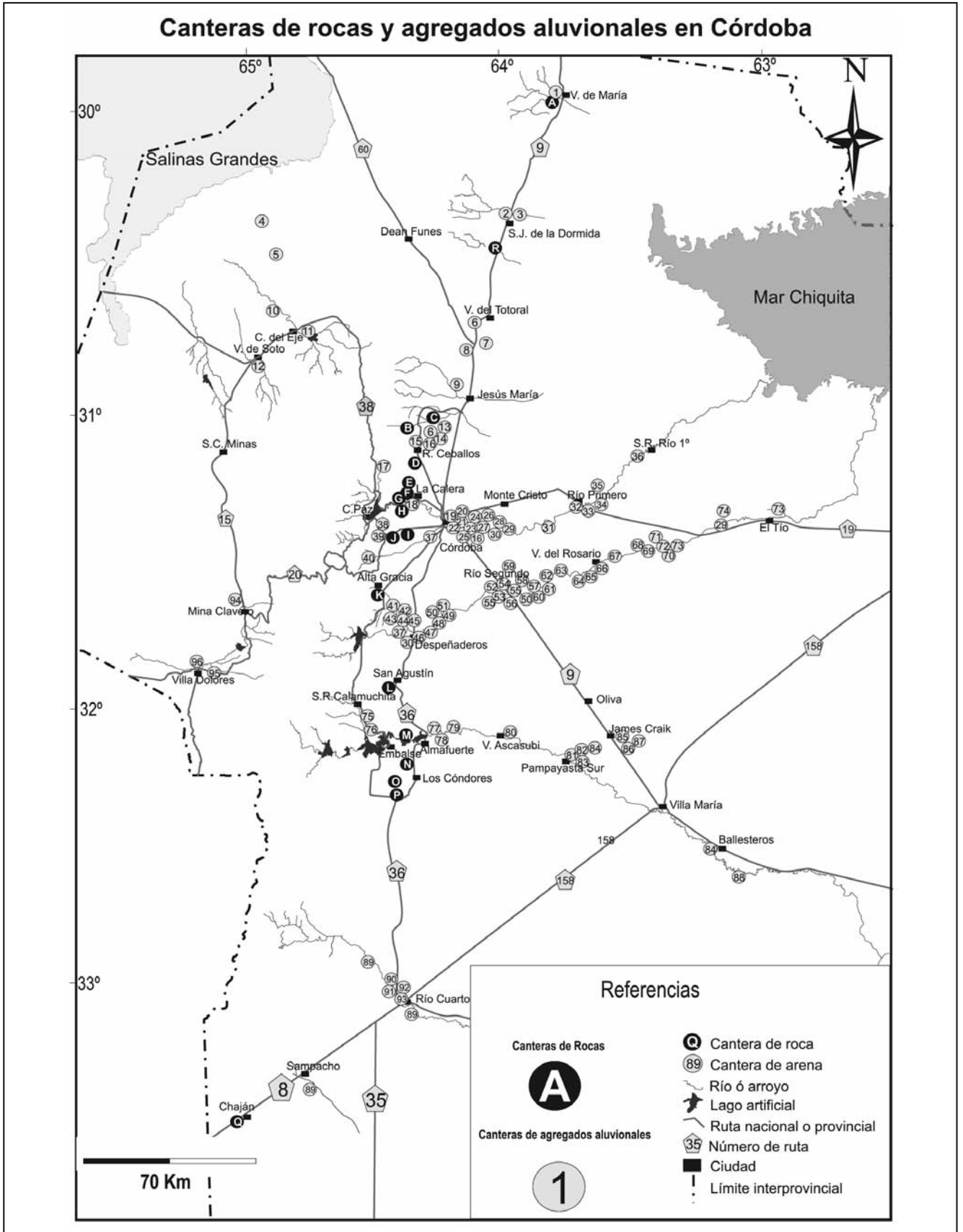


Figura 2: Mapa de ubicación de canteras en Córdoba.

Código de la cantera en el mapa: B

Tipo de explotación: A cielo abierto.

Geología de los frentes de explotación: Los distintos frentes en explotación lo conforman principalmente rocas metamórficas gneises biotíticos y anfibolitas. Subordinadamente yacen intrusivos graníticos.

Discontinuidades en los frentes de explotación: La roca presenta foliación grosera y esporádicamente se detectan finas fajas cataclásticas y presencia de pseudotaquilitas.

Ubicación y vías de acceso: Se encuentra ubicada a 2 km de la localidad de El Manzano, en dirección suroeste. Se accede por Ruta Provincial E-53.

Características de los agregados

Compacidad: Buena.

Morfología: Subangulosa; 28% de partículas lajosas y 31% de partículas elongadas.

Recubrimientos: No se observan partículas de polvo adheridas.

Observación mesoscópica

Color: Gris a gris con motas blancas.

Estructura: Masiva.

Origen: Metamórfico.

Tamaño de grano: Medio a fino.

Grado de alteración: Incipiente.

Petrografía

Litología: Gneis.

Minerales mayoritarios: Cuarzo, plagioclasa y biotita.

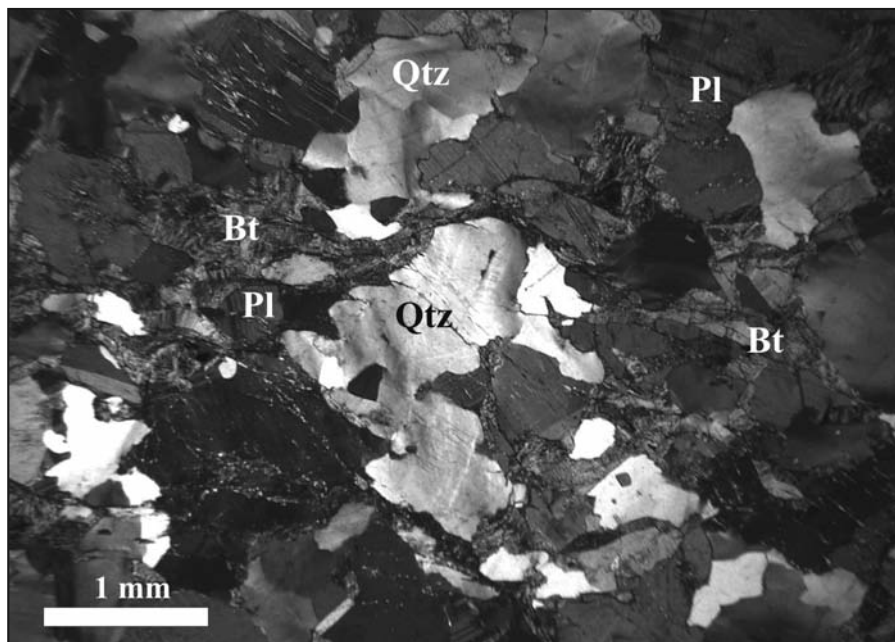
Minerales minoritarios: Minerales opacos, apatito y circón.

Minerales de alteración: Clorita, epidoto y sericita.

Textura: Granolepidoblástica.

Breve descripción microscópica:

La litología que principalmente se explota en la cantera corresponde a gneises compuestos por cuarzo anhedral (≤ 2 mm) en un 35%, plagioclasa subhedral (~ 4 mm) en un 35% y, biotita subhedral, clorita subhedral y minerales opacos anhedral (~ 1 mm) en un 25%; cantidades menores ($\sim 5\%$) de apatito, epidoto, circón y sericita. La plagioclasa presenta maclas deformadas, en ocasiones se altera a epidoto, calcita y sericita. La biotita se encuentra parcial a totalmente cloritizada, con evidencias de deformación que produce la flexión de los cristales, mineral que incluye granos de circón y minerales opacos. El cuarzo presenta, por lo general, contactos intergranulares netos, extinción ondulante y es común el desarrollo de lamelas y bandas de deformación. El subgranulado es incipiente y se localiza en algunos bordes de granos. Se observan finas fajas cataclásticas asociadas a deformación frágil donde se produce la trituración del cuarzo, principalmente asociada a contactos entre granos y el desarrollo de pseudotaquilitas de muy poco espesor (ancho máximo 0,5 mm). De forma subordinada se explotan anfibolitas e intrusivos graníticos. Estos últimos presentan un importante contenido de cuarzo ($\sim 40-45\%$) y evidencias de deformación como la formación de cintas de cuarzo anastomosados con fuerte extinción ondulante y desarrollo de bandas de deformación. En sectores más subordinados se observan generación de subgranos y granos recrystalizados.



Código de la cantera en el mapa: E

Tipo de explotación: Cantera a cielo abierto, material empleado como agregado pétreo.

Geología de los frentes de explotación: En los distintos frentes afloran rocas del basamento ígneo-metamórfico, lo que condiciona la heterogeneidad litológica de los agregados.

Discontinuidades en los frentes de explotación: Se observa que las rocas metamórficas presentan áreas de marcada deformación, sectores afectados por fallas de distinta envergadura y marcada fracturación.

Ubicación y vías de acceso: Localizada a 2 km de la localidad de Villa Allende en dirección noroeste. Se accede por Ruta Provincial E-54.

Características de los agregados

Compacidad: Buena.

Morfología: Las partículas son subangulosas a angulosas, la lajosidad (9 a 31%) y elongación (10 a 32%). Varían según el proceso de trituración y litologías explotadas.

Observación mesoscópica

Color: Gris oscuro a negro con motas blancas.

Estructura: Presenta foliación metamórfica, que en sectores se acentúa debido al desarrollo de fajas de deformación que afectan las rocas confiriéndole foliación milonítica. Producto de esta deformación se generan los "gneises de ojos" del sector.

Origen: Metamórfico e ígneo.

Tamaño de grano: Medio a fino.

Grado de alteración: Variable según las condiciones del frente de explotación.

Petrografía

Litología: Gneis biotítico milonitizado, subordinadamente gneis anfibólico y anfibolitas.

Minerales mayoritarios: Cuarzo, biotita, plagioclasa y feldespato potásico.

Minerales minoritarios: Muscovita, granate, anfíboles, minerales opacos, apatito y circón.

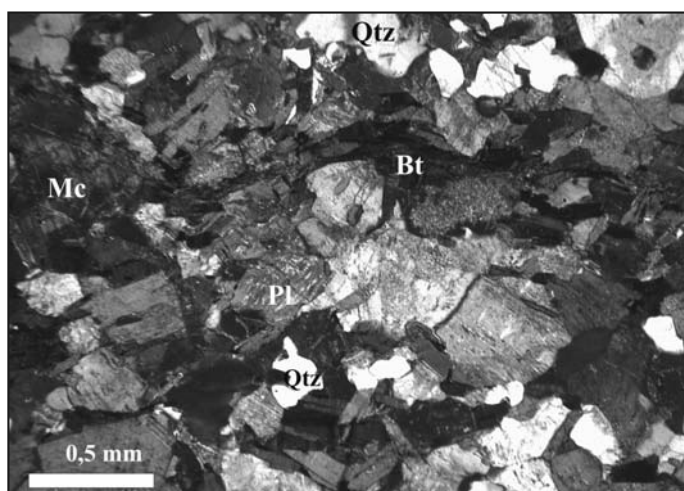
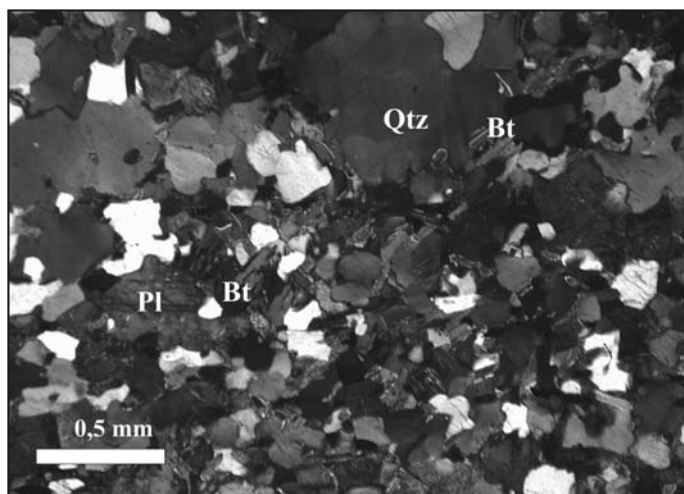
Minerales de alteración: Sericita y epidoto.

Textura: Lepidogranoblástica a milonítica.

Breve descripción microscópica:

Es una roca con desarrollo de foliación metamórfica que en sectores pasa a milonítica; se reconocen bandas ricas en cuarzo (45%) intercaladas con bandas ricas en biotita subhedral (20%) con cristales $\leq 0,6$ mm. Se diferencian porfiroclastos de plagioclasa subhedral (< 4 mm) con escasa sericitización y cristales de menor tamaño ($\sim 0,2$ mm) dentro de las bandas ricas en cuarzo (20%). Es frecuente el desarrollo de cintas de cuarzo orientadas según el sentido de la foliación, constituidas por cristales elongados de hasta 2 mm, de bordes suturados y con marcada extinción ondulante, observándose la generación de subgranos y de granos recrystalizados principalmente en los límites de los granos que conforman las cintas de cuarzo. La muscovita, mineral de distribución heterogénea, menor a 1 mm (5%) muestra evidencias de flexión y crenulación. En menor proporción ($< 5\%$) se observan cristales de circón y apatito de 50 μm , minerales opacos subhedral a anhedral $\leq 0,4$ mm y fragmentos de granate (1 mm) anhedral y fracturados.

Si bien los gneises biotíticos milonitizados son los que abundan, también se incorporan a la molienda mármoles, anfibolitas y gneises granatíferos. Éstos últimos son los segundos en abundancia y se diferencian de los gneises biotíticos milonitizados principalmente por su menor grado de deformación y por la presencia de granate como porfiroclastos fracturados de hasta 1 cm (10-15%). La biotita (30%), el cuarzo (35%) y la plagioclasa (20%) se distribuyen de manera homogénea formando la matriz equigranular subhedral de la roca con cristales ≤ 1 mm. En determinados sectores se observan bandas de cuarzo orientadas según la foliación de la roca, constituidas por granos anhedral y de fuerte extinción ondulante que presentan fisuramiento y marcado desarrollo de inclusiones fluidas. Los cristales de plagioclasa presentan alteración parcial a sericita en su sector central. En sectores localizados de la roca los cristales son de mayor tamaño y evidencian fuerte deformación. Los porfiroclastos presentan inclusiones de cuarzo, biotita y plagioclasa de forma anhedral y por lo general redondeadas.



Código de la cantera en el mapa: F

Tipo de explotación: Cantera a cielo abierto, material empleado como agregado pétreo.

Geología de los frentes de explotación: Explota materiales anfibólicos, que corresponden a rocas del basamento ígneo-metamórfico.

Discontinuidades en los frentes de explotación: Se observan que las rocas metamórficas están afectadas por eventos de deformación frágil, sectores afectados por fallas de distinta envergadura y marcada fracturación.

Ubicación y vías de acceso: Se encuentra ubicada a 1,5 km de la localidad de La Calera en dirección norte. Se accede por Ruta Provincial E-64.

Características de los agregados

Compacidad: Buena

Morfología: Las partículas son subangulosas a angulosas.

Recubrimientos: No presentan recubrimientos externos, ni polvo adherido.

Observación mesoscópica

Color: Gris oscuro a negro verdoso.

Estructura: Presenta foliación metamórfica que en sectores se acentúa debido al desarrollo de fajas de deformación que afectan las rocas confiriéndole foliación milonítica. Producto de esta deformación se generan los “gneises de ojos” del sector.

Origen: Metamórfico.

Tamaño de grano: Medio a fino.

Grado de alteración: Variable según las condiciones del frente de explotación

Petrografía

Litología: Anfibolita .

Minerales mayoritarios: Hornblenda, plagioclasa y cuarzo.

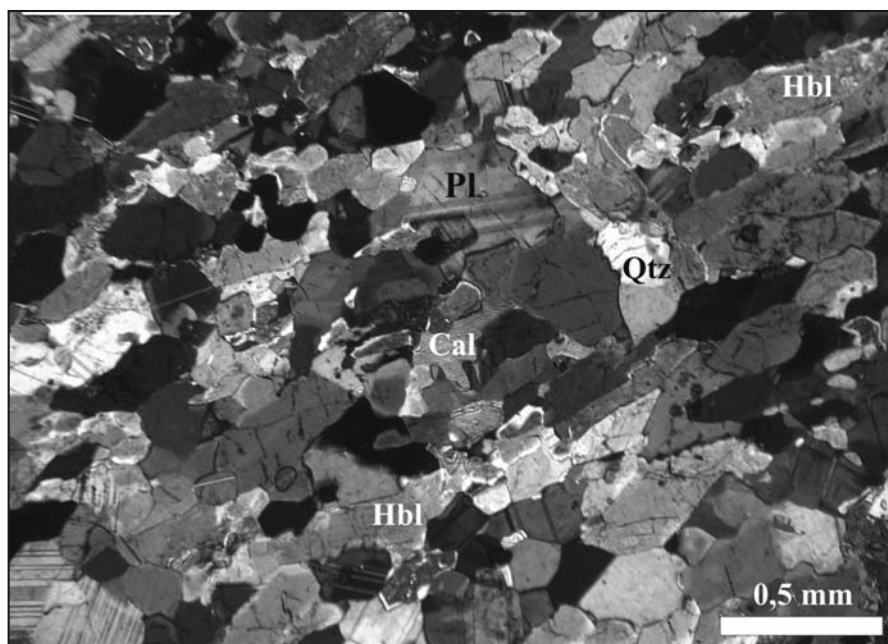
Minerales minoritarios: Titanita, biotita, circón y minerales opacos.

Minerales de alteración: Calcita, epidoto, clorita y sericita.

Textura: Nematoblástica. Presenta planos de foliación marcados.

Breve descripción microscópica:

La roca está compuesta principalmente por cristales de hornblenda subhedral a euhedral (~ 80 %) de 0,5 a 1 mm que se intercalan con cristales de plagioclasa subhedral (15 %). En menor proporción (≤ 5 %) se observa cuarzo, titanita, biotita, circón y minerales opacos. La hornblenda se observa sin alteración, mientras que la plagioclasa en algunos sectores está parcialmente alterada, la asociación mineral de reemplazo está conformada por sericita + epidoto + calcita. El escaso cuarzo presenta leve extinción ondulante. Se observan óxidos asociados a los minerales ferromagnesianos.



Código de la cantera en el mapa: G

Tipo de explotación: A cielo abierto. Explora materiales ortogneísicos para la producción de agregados.

Geología de los frentes de explotación: Los diferentes frentes de explotación están constituidos por rocas metamórficas de alto grado denominadas genéricamente "gneis".

Discontinuidades en los frentes de explotación: Por lo general la roca es homogénea aunque en sectores se observa una foliación grosera. En zonas muy localizadas se puede observar el desarrollo de fajas miloníticas y la generación de venas pseudotaquilíticas.

Ubicación y vías de acceso: Se encuentra ubicada a 2 km de la localidad de La Calera en dirección oeste. Se accede por Ruta Provincial E-55.

Características de los agregados

Compacidad: Muy buena.

Morfología: Angulosos a subangulosos; generalmente con tendencia a la forma cúbica, algunas partículas de morfología elongada.

Recubrimientos: No poseen.

Observación mesoscópica

Color: Gris oscuro.

Estructura: Masiva.

Origen: Metamórfico.

Tamaño de grano: Medio a fino.

Grado de alteración: Incipiente.

Petrografía

Litología: Ortogneis piroxénico.

Minerales mayoritarios: Plagioclasa, biotita, cuarzo, hornblenda, ortopiroxeno, biotita, clinopiroxeno, granate, muscovita y feldespato potásico.

Minerales minoritarios: Minerales opacos, allanita, circón y apatito.

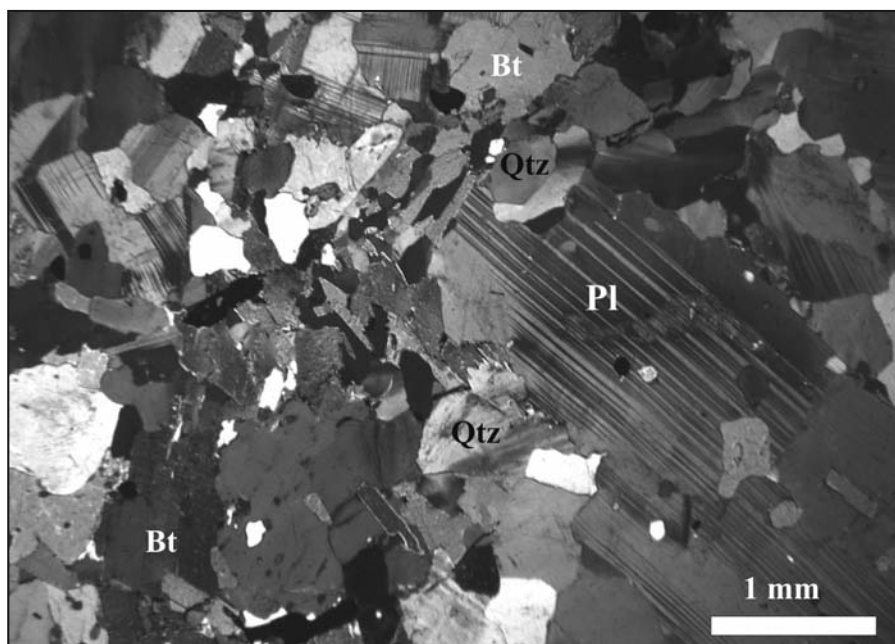
Minerales de alteración: Calcita, titanita, sericita, epidoto, clorita, cummingtonita y óxidos.

Textura: Granoblástica a ligeramente foliada.

Breve descripción microscópica:

Aproximadamente el 95% de los agregados lo constituyen los ortogneises hornbléndicos y piroxénicos, menos de 5% lo integran los ortogneises miloníticos. El ortogneis piroxénico, la variedad más distribuida, corresponde a una roca de textura granoblástica equigranular a ligeramente foliada; sin embargo se pueden observar otras variedades litológicas dentro del mismo cuerpo como ortogneises piroxénicos granatíferos, ortogneises hornbléndicos, ortogneises porfíricos y ortogneises miloníticos.

La variedad homogénea presenta dos tipos de plagioclasa subhedral (6-4 mm y 1-2 mm) conformando un mosaico de cristales (1 - 3 mm) junto con biotita subhedral y cuarzo, ortopiroxeno, clinopiroxeno, hornblenda, minerales opacos, ortopiroxeno de tipo anhedral ± feldespato potásico, granate, muscovita, allanita, circón y apatito. Alterando al ortopiroxeno se identificó cummingtonita en pequeños cristales fibrosos. La calcita, epidoto, clorita, sericita y titanita aparecen también asociados a procesos de retrogradación. Los óxidos se observan como alteración de los minerales opacos o alterando a ferromagnesianos. Los contenidos modales de: 50-53% plagioclasa, 10-15% cuarzo, 17-19% piroxeno, 5-8% biotita, 5-8% hornblenda, 3-5% minerales opacos y ≤ 5% de los restantes minerales. En sectores muy localizados se observan zonas con intensa deformación dúctil que generaron un ortogneis milonítico con porfiroclastos de plagioclasa (1-6 mm) en una matriz (≤ 30 μm) rica en biotita y con desarrollo de cintas de cuarzo con fuerte extinción ondulante. En sectores todavía más restringidos se puede observar el desarrollo de venas pseudotaquilíticas.



Los contenidos modales de: 50-53% plagioclasa, 10-15% cuarzo, 17-19% piroxeno, 5-8% biotita, 5-8% hornblenda, 3-5% minerales opacos y ≤ 5% de los restantes minerales. En sectores muy localizados se observan zonas con intensa deformación dúctil que generaron un ortogneis milonítico con porfiroclastos de plagioclasa (1-6 mm) en una matriz (≤ 30 μm) rica en biotita y con desarrollo de cintas de cuarzo con fuerte extinción ondulante. En sectores todavía más restringidos se puede observar el desarrollo de venas pseudotaquilíticas.

Código de la cantera en el mapa: H

Tipo de explotación: A cielo abierto. Explota principalmente paragneises y ortogneises.

Geología de los frentes de explotación: Los diferentes frentes de explotación están constituidos por rocas metamórficas, denominadas genéricamente "gneis".

Discontinuidades en los frentes de explotación: Por lo general la roca es homogénea aunque en sectores se observa una foliación grosera, localmente se determinaron el desarrollo de fajas miloníticas.

Ubicación y vías de acceso: Se encuentra ubicada a 3 km de la localidad de La Calera en dirección oeste. Se accede por Ruta Provincial E-55.

Características de los agregados

Compacidad: Buena.

Morfología: Subangulosos a subredondeados.

Recubrimientos: No poseen.

Observación mesoscópica

Color: Gris claro a oscuro.

Estructura: Masiva.

Origen: Metamórfico.

Tamaño de grano: Medio a fino.

Grado de alteración: Incipiente.

Petrografía

Litología: Ortogneis hornbléndico.

Minerales mayoritarios: Plagioclasa, cuarzo, biotita, hornblenda, feldespato potásico.

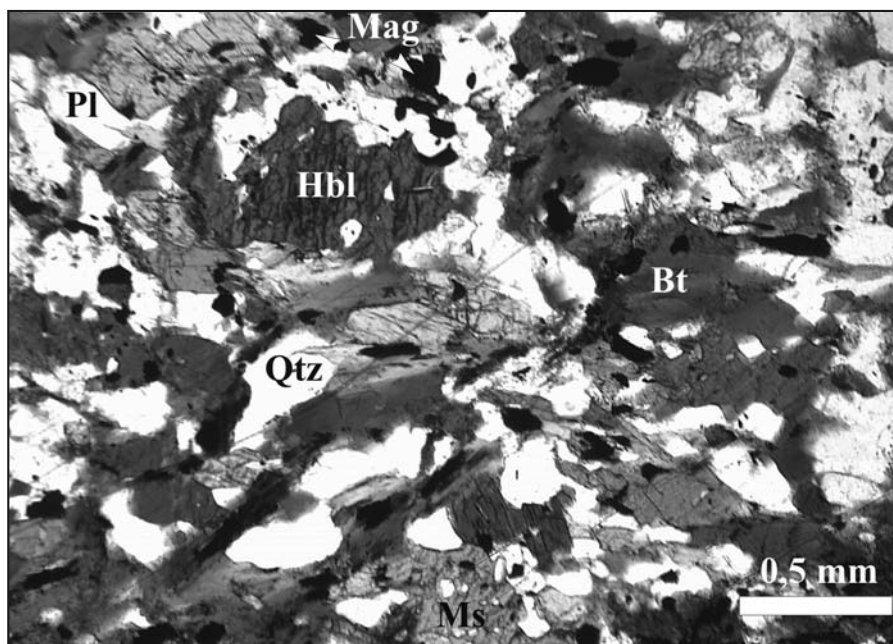
Minerales minoritarios: Minerales opacos, circón y apatito.

Minerales de alteración: Sericita, calcita, epidoto, clorita y óxidos.

Textura: Granoblástica a ligeramente foliada.

Breve descripción microscópica:

Es una roca de textura granoblástica inequigranular constituida por cristales de plagioclasa subhedral de 4 a 0,1 mm (45%), cuarzo subhedral de 2 a 0,1 mm (20%), hornblenda subhedral a anhedral de 0,4 mm (20%), biotita subhedral de 0,6 mm (10%) y cantidades menores (5%) de minerales opacos anhedrales a subhedrales (0,6 mm), apatita euhedral ($\leq 0,4$ mm) y circón subhedral a redondeado (0,1 mm), distribuidos en general de forma homogénea. La hornblenda, la apatita, los minerales opacos y parte de la biotita se agrupan en forma de parches, constituyendo los sectores máficos de la roca. Por otro lado, los cristales poligonales de plagioclasa, cuarzo y la biotita restante se distribuyen de forma homogénea en el resto de la roca. El cuarzo presenta moderada extinción ondulante y en sectores localizados puede ser anhedral o constituir el relleno de fracturas. Algunos cristales de plagioclasa presentan sericitización parcial.



Código de la cantera en el mapa: I

Tipo de explotación: Cantera a cielo abierto, el estéril de la explotación de materia prima para la industria cementera (roca de caja de los mármoles) es el material empleado como agregado pétreo.

Geología de los frentes de explotación: Las metamorfitas presentan un buzamiento subvertical, se intercalan niveles de mármoles y gneis.

Discontinuidades en los frentes de explotación:

Ubicación y vías de acceso: Se encuentra ubicada a 10 km de la Ciudad de Córdoba, en dirección sureste, accediendo por la Ruta Nacional N° 20, desviando por Ruta Provincial E-81 a la altura de Yocsina. Cuenta con disponibilidad de vías férreas para el transporte

Características de los agregados

Compacidad: Buena a muy buena.

Morfología: Angulosos a subangulosos.

Recubrimientos: No posee.

Observación mesoscópica

Color: Gris verdoso oscuro.

Estructura: Los gneis muestran una foliación grosera.

Origen: Metamórfico.

Tamaño de grano: Fino a medio.

Grado de alteración: Incipiente.

Petrografía

Litología: Gneis biotíticos y calcosilicáticos, ortoanfibolitas y subordinadamente mármoles.

Minerales mayoritarios: Cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita, calcita, anfíboles

Minerales minoritarios: Apatito, minerales opacos, granate.

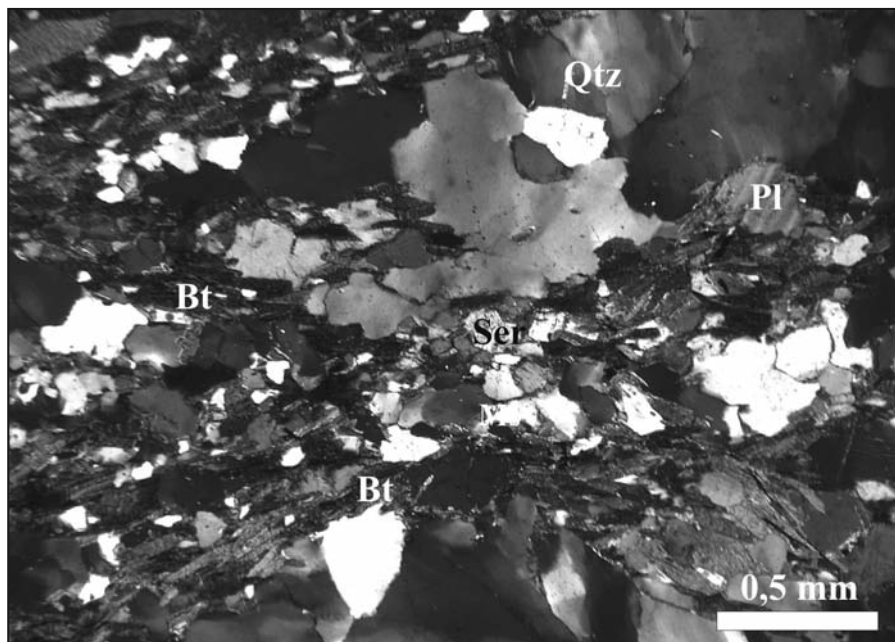
Minerales de alteración: Clorita, óxidos e hidróxidos de hierro, argilominerales, sericita.

Textura: Granoblástica a lepidoblástica.

Breve descripción microscópica:

El gneis calcosilicático presenta una textura granoblástica de grano fino, conformado por cuarzo, plagioclasa, biotita, anfíboles, calcita, y fases minerales accesorias como apatito, circón y minerales opacos. Se encuentran afectados parcialmente por procesos de cloritización.

La anfibolita muestra una textura granoblástica a nematogranoblástica, de grano fino, integrada mineralógicamente por hornblenda (20-25%), plagioclasa (50-60%), cuarzo (<10%) y diópsido (5-10%), sienta la titanita y minerales opacos (<5%) los minerales accesorios más frecuentes. Los cristales de diópsido están asociados a la hornblenda y minerales opacos (magnetita), presenta un tamaño variable entre 0,5 y 1,2mm, observándose una textura coronítica con el anfíbol. En sectores se observa una leve foliación de los anfíboles. La alteración es incipiente y restringida, manifestándose la neoformación de epidoto.



Los mármoles integran el ~10% de la muestra, presentan una textura granoblástica integrada por calcita y dolomita, de grano fino, con cristales de flogopita, cuarzo y muscovita como accesorios; se observa una subgranulación producto de eventos de deformación.

Código de la cantera en el mapa: J

Tipo de explotación: Cantera a cielo abierto, la explotación es destinada a la producción de agregados pétreos.

Geología de los frentes de explotación: Litológicamente los frentes de explotación están conformados por rocas del basamento ígneo metamórfico, principalmente gneis biotíticos y subordinadamente intrusivos graníticos.

Discontinuidades en los frentes de explotación: Fallas de desarrollo local, áreas milonitizadas, marcada fracturación en los intrusivos graníticos y gneis masivos.

Ubicación y vías de acceso: Se encuentra ubicada a 10 km de la Ciudad de Córdoba, en dirección sureste, accediendo por la Ruta Nacional N° 20, desviando por Ruta Provincial E-81.

Características de los agregados

Compacidad: Buena.

Morfología: Subangulosos a subredondeados.

Recubrimientos: No posee.

Observación mesoscópica

Color: Gris con motas blancas.

Estructura: foliación grosera dominante, algunos agregados con marcada foliación por su abundancia con a agregados con textura milonítica.

Origen: Metamórfico.

Tamaño de grano: Fino a medio.

Grado de alteración: Incipiente.

Petrografía

Litología: Gneis biotíticos granatíferos, subordinadamente granitoides.

Minerales mayoritarios: Cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita.

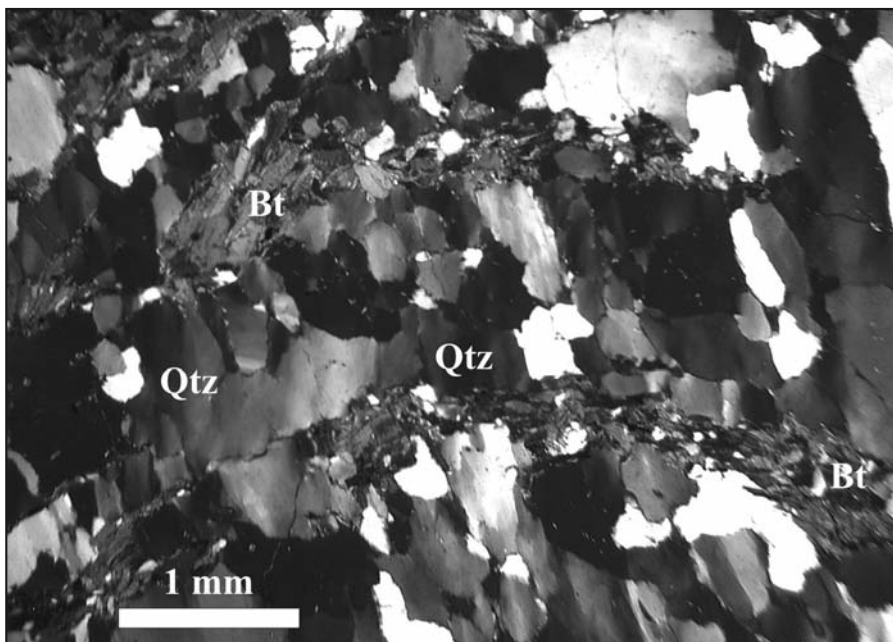
Minerales minoritarios: Granate, apatito, minerales opacos.

Minerales de alteración: Clorita, óxidos e hidróxidos de hierro, argilominerales, sericita.

Textura: Lepidoblástica a granoblástica.

Breve descripción microscópica:

El gneis biotítico granatífero constituye el 83% de la muestra, aproximadamente el 10% lo integran gneis anfibólicos o ortoanfibolitas, el 1% de metamorfitas micáceas. El gneis biotítico granatífero presenta una textura lepidoblástica de grano fino a medio (0,5 a 1,5 mm), granos anhedral de cuarzo, plagioclasa y escasos granos de feldespato potásico conforman el leucosoma. Los cristales de cuarzo de morfología anhedral muestran extinción ondulante en parches y lamelas; los feldespatos muestran una alteración incipiente caracterizada con la neoformación de argilominerales y sericita. El melanosoma lo constituyen cristales tabulares de biotita de tamaño variable (200 µm - 1mm) orientados, mineral que se encuentra parcialmente reemplazado por clorita+óxidos e hidróxidos de hierro. Los cristales de granate (hasta 3 mm) se presentan inalterados, fracturados y poiquilíticos, están asociados paragenéticamente con la biotita. En sectores se observa una marcada foliación de la biotita, que define una textura lepidoblástica.



Los granitoides presentan una textura holocristalina equigranular grosera, con un tamaño de grano medio a fino. Este tipo de agregados está en proporciones menores al 6% de la muestra total.

Código de la cantera en el mapa: L

Tipo de explotación: A cielo abierto, tres frentes de explotación. El material presenta un uso diversificado, la producción sin selección composicional es utilizada como agregados pétreos y el material seleccionado se emplea como materia prima para diferentes productos.

Geología de los frentes de explotación: Explota principalmente calizas metamórficas, dolomitas, gneises y cuerpos menores de anfibolitas e intrusivos graníticos (tonalitas y granitos).

Discontinuidades en los frentes de explotación: La deformación frágil afecta localmente a las rocas carbonáticas generando zonas cataclásticas con argilominerales, y pone en contacto los mármoles con el resto del basamento ígneo-metamórfico. La fracturación de los frentes de cantera es moderada.

Ubicación y vías de acceso: Se encuentra ubicada a 4 km de la localidad de San Agustín, en dirección sureste. Se accede por Ruta Nacional N° 36.

Características de los agregados

Compacidad: Moderada.

Morfología: Subredondeados a subangulosos, con 12 a 22% de agregados lajosos y 12 a 33% de elongados.

Recubrimientos: No posee, se observan partículas de polvo adheridas.

Observación mesoscópica

Color: Blanco a grisáceo.

Estructura: Masiva.

Origen: Metamórfico.

Tamaño de grano: Fanerítico, grano medio a fino.

Grado de alteración: En el contacto intrusivo-mármol se produce una fuerte serpentinización.

En algunos agregados la serpentina está presente en proporciones modales entre 25% y 30%.

Breve descripción microscópica:

La producción de agregados pétreos involucra a proporciones variables de las distintas litologías, cuya composición promedio está integrada por 45-50% de mármoles, 31-36% granitoides y 10-17% de metamorfitas. La litología principal que se explota en la cantera corresponde a mármoles calco-dolomíticos encontrándose variedades muy puras donde casi no se observan otros accesorios aparte de la calcita y dolomita euedral (~ 1 - 4 mm) y variedades con flogopita subhedral (~ 1 mm), olivino subhedral (0,1 a 1 mm) con diferentes grados de serpentinización, espinelos y minerales opacos (~ 0,2 - 4 mm). Se observa serpentina alterando a los granos de olivinos y en algunos casos reemplazándolos completamente, clorita como alteración del espinelo y óxidos asociados a las fracturas dentro de los olivinos. En las variedades impuras se observa calcita-dolomita (45-80%), olivino (10-35%), flogopita (5-15%), serpentina (5-30%) y, espinelo, opacos, clorita y óxidos (≤ 5%). De forma subordinada se explotan intrusivos graníticos que en algunos casos presentan intensa deformación, gneises biotíticos deformados con granate y sillimanita, y anfibolitas. Esto reviste importancia ya que tanto el gneis como los intrusivos graníticos poseen cuarzo tensionado en proporciones de importancia (~45%), generación de subgranos y granos recristalizados (≤ 100 μm). Las rocas graníticas (granito biotítico y leucogranito) presentan una textura holocristalina fanerítica con textura hipidiomórfica, inequigranular de grano medio. Constituida por cuarzo, microclino y plagioclasa, la biotita es el mineral accesorio más frecuente.

Petrografía

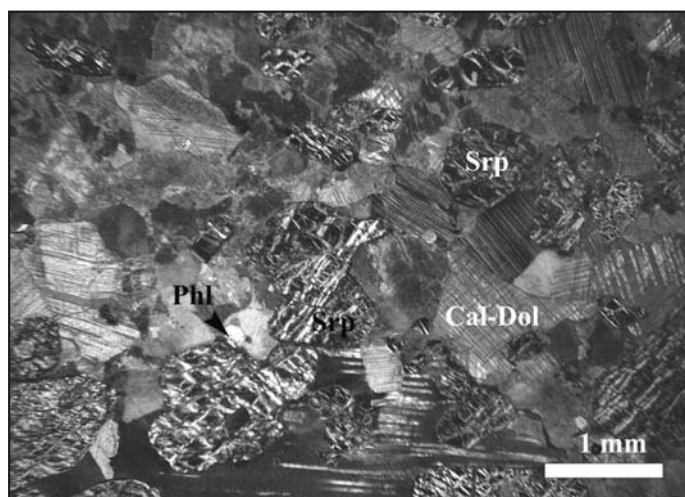
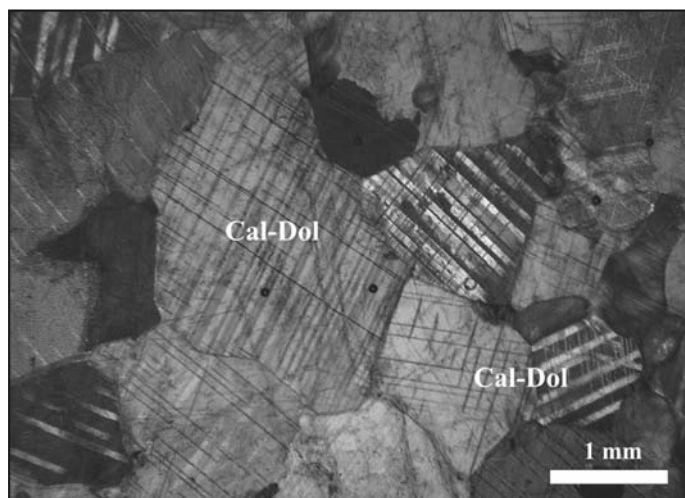
Litología: Mármoles calco-dolomíticos.

Minerales mayoritarios: Calcita, dolomita y olivino.

Minerales minoritarios: Flogopita, diópsido, espinelo, brucita, tremolita, escapolita y minerales opacos.

Minerales de alteración: Serpentina, clorita y óxidos.

Textura: Granoblástica inequigranular. Algunos contactos entre cristales de calcita presentan recristalización de menor tamaño. Se observan escasas fisuras intergranulares e intragranulares algunas rellenas de serpentina.



Código de la cantera en el mapa: M

Tipo de explotación: Cantera a cielo abierto, destinada a la producción de agregados pétreos.

Geología de los frentes de explotación: Litológicamente los frentes de explotación están conformados por rocas del basamento ígneo metamórfico, anfibolitas, gneis biotíticos e intrusivos menores de composición granítica.

Discontinuidades en los frentes de explotación: Fallas de desarrollo local que afecta principalmente el contacto entre la anfibolita y el gneis, las áreas milonitizadas afectan al gneis biotítico.

Ubicación y vías de acceso: Se encuentra ubicada en la Sierra de Los Cóndores, a 6 km de la localidad de Almafuerde en dirección oeste. Se accede por la ruta Provincial E-63 desde la Ruta Nacional N°36.

Características de los agregados

Compacidad: Buena a moderada.

Morfología: Subangulosos a sub-redondeados.

Recubrimientos: No posee.

Observación mesoscópica

Color: Gris verdoso oscuro y gris con motas blancas.

Estructura: Los gneis muestran una foliación grosera y en algunos agregados se observa una marcada foliación del filosilicato (biotita).

Origen: Metamórfico.

Tamaño de grano: Medio.

Grado de alteración: Incipiente a moderada.

Petrografía

Litología: Anfibolita y gneis biotítico granatífero, subordinadamente granitoides.

Minerales mayoritarios: Plagioclasa, hornblenda, cuarzo, biotita y feldespato potásico.

Minerales minoritarios: Granate, apatito, minerales opacos.

Minerales de alteración: Óxidos e hidróxidos de hierro, argilominerales, sericita.

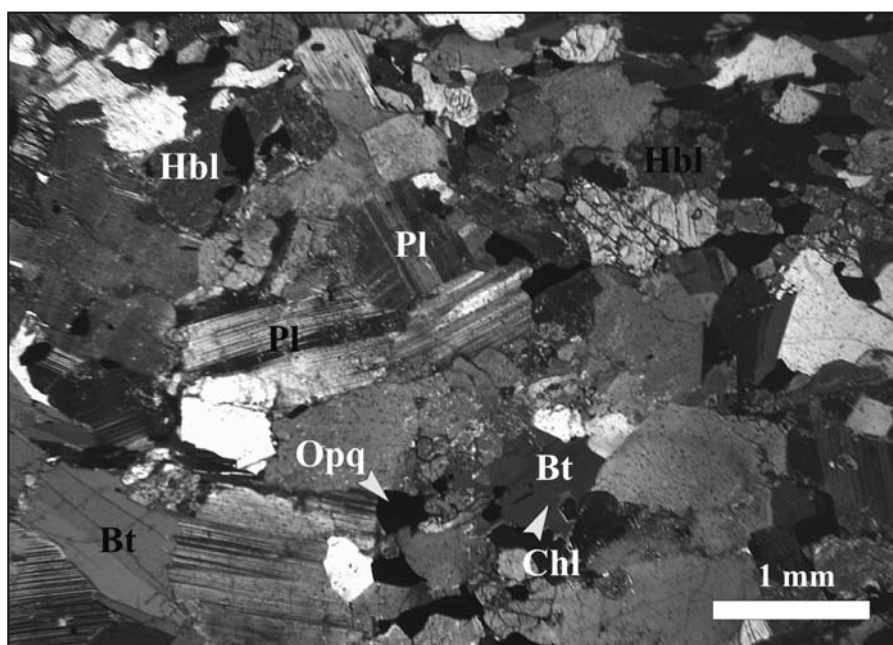
Textura: Granoblástica y lepidoblástica.

Breve descripción microscópica:

La anfibolita presenta una textura granoblástica de grano medio a fino, integrada mineralógicamente por ~30% de hornblenda (0,50 a 1 mm), ~60% de plagioclasa (0,25 a 1 mm) y <10% de cuarzo anhedral; los accesorios más conspicuos lo integran cristales euhedrales de apatito y minerales opacos.

Los cristales de hornblenda y plagioclasa muestran un hábito subhedral a euhedral, con una incipiente alteración clorita+epidoto y sericita, respectivamente, restringida a los bordes y planos de clivajes. En los cristales de plagioclasa se observan evidencias de deformación principalmente frágil, dislocaciones de los planos de maclas y fracturas intergranulares.

El gneis biotítico granatífero presenta una textura lepidoblástica de grano medio, conformado por cuarzo, plagioclasa, biotita y fases minerales accesorias como apatito, circón y minerales opacos. La plagioclasa se encuentra parcialmente alterada a argilominerales y la biotita fuertemente cloritizada.



Código de la cantera en el mapa: N

Tipo de explotación: A cielo abierto. Explora materiales graníticos.

Geología de los frentes de explotación: los diferentes frentes de explotación están constituidos por rocas leucocráticas graníticas. Este cuerpo dómico, denominado “El Montecillo”, intruye a la metamorfita regional integrada por anatexitas biotíticas y biotíticas granatíferas.

Discontinuidades en los frentes de explotación: Por lo general la roca es homogénea, presentando un marcado diaclasado y fisuración que facilita la explotación.

Ubicación y vías de acceso: Se encuentra ubicada en la Sierra de Los Cóndores, a 12 km de la localidad de Almafuerte en dirección suroeste. Se accede por un camino secundario desde la Ruta Nacional N°36.

Características de los agregados

Compacidad: Buena, es una roca masiva y coherente.

Morfología: Angulosos a subangulosos; generalmente con tendencia a las formas elipsoidales.

Recubrimientos: No poseen.

Rugosidad: Moderada.

Observación mesoscópica

Color: Blancuzca con tonalidades rosadas.

Estructura: Masiva

Origen: Ígnea.

Tamaño de grano: Fino a medio.

Grado de alteración: Nulo a incipiente.

Petrografía

Litología: Sienogranito.

Minerales mayoritarios: Mineralógicamente está compuesto por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, granate, biotita y muscovita.

Minerales minoritarios: Rutilo, circón, minerales opacos.

Minerales de alteración: Sericita, muscovita, argilominerales, óxidos e hidróxidos de hierro

Textura: Holocristalina hipidiomórfica inequigranular.

Breve descripción microscópica:

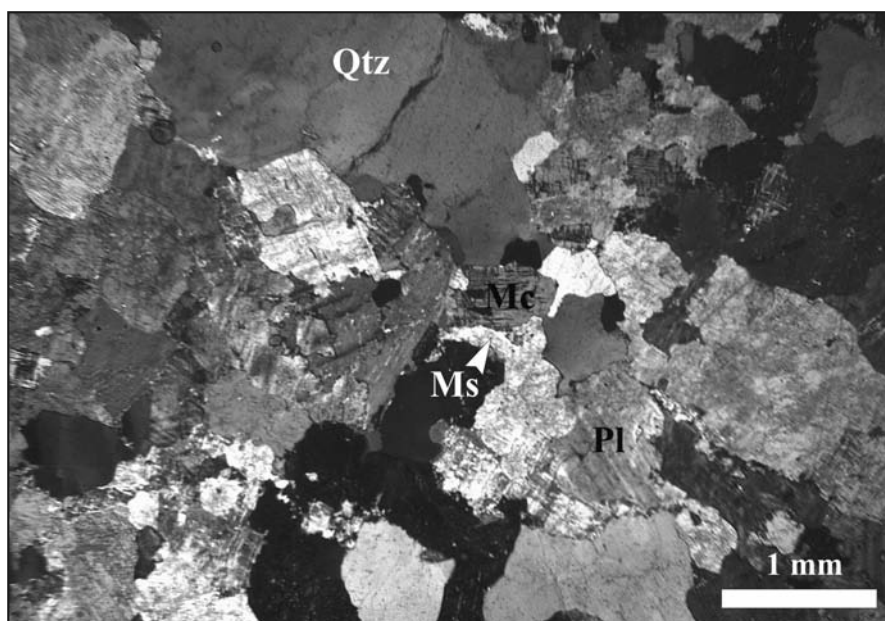
Está integrado por diferentes facies, leucogranito microclínico peritítico, microclínico y plagioclásico (subordinado); es una roca masiva, coherente, de colores claros. Presenta una textura holocristalina hipidiomórfica inequigranular, mineralógicamente integrada por cuarzo (23-30%), feldespato potásico y plagioclasa, siendo el granate y rutilo los principales accesorios. El cuarzo es de forma anhedral, su tamaño oscila entre 2 y 4 mm, engloba a cristales de feldespato potásico, plagioclasa, pertitas, granate y rutilo. Es común encontrarlos con extinción ondulante y ocasionalmente fracturados.

El feldespato potásico (16-38%) se presenta en cristales pequeños (0,5 a 1 mm), subhedros y alterados a sericita y muscovita. Se observa su maclado en enrejado con el desarrollo de pertitas en flamas y parches (16-51%); en los contactos microclino-plagioclasa se desarrollan las texturas mirmequíticas. La plagioclasa (8-21%) muestra un hábito subhedral a euhedral, de tamaño <0,5 mm. En los pequeños cristales euhedrales de granate (0,3 a 2 mm), se observan agregados de biotita y óxidos de hierro en las fracturas y bordes.

La facies microclínica, fanerítica de grano medio de textura holocristalina hipidiomórfica inequigranular con el desarrollo de mirmequitas y pertitas (7-10%) en cordones, parches y flama. Mineralógicamente integrada por cuarzo de forma anhedral (25-30%) extinción ondulante con eventuales fracturas intragranulares, tamaño variable (<1 a 4mm). En las texturas mirmequíticas se observan pequeños cuarzos goticulares. El microclino de morfología anhedral (~45%), de tamaño variable (<1-3mm), presenta una alteración incipiente a sericita y argilominerales.

La facies microclínica, fanerítica de grano medio de textura holocristalina hipidiomórfica inequigranular con el desarrollo de mirmequitas y pertitas (7-10%) en cordones, parches y flama. Mineralógicamente integrada por cuarzo de forma anhedral (25-30%) extinción ondulante con eventuales fracturas intragranulares, tamaño variable (<1 a 4mm). En las texturas mirmequíticas se observan pequeños cuarzos goticulares. El microclino de morfología anhedral (~45%), de tamaño variable (<1-3mm), presenta una alteración incipiente a sericita y argilominerales.

Cristales subhedrales de plagioclasa (1 a 3mm, 12 - 21%), frecuentemente con texturas mirmequíticas en contacto con microclino. El granate, de tamaño variable (0,5 - 1,2 mm). Los bordes de los granates se encuentran alterados a biotita y muscovita, con presencia de óxidos de Fe.



Código de la cantera en el mapa: O

Tipo de explotación: A cielo abierto, material destinado a la producción de agregados pétreos.

Geología de los frentes de explotación: Coladas basálticas de composición variable.

Discontinuidades en los frentes de explotación: sectores con variaciones en la densidad del diaclasado, fracturación, fallamiento y zonas fuertemente alteradas.

Ubicación y vías de acceso: Vías de ruta pavimentada y ferrocarril. Ubicada en la Sierra de Los Cóndores, sobre la Ruta Provincial N° 5, a 3 km de la intersección con la Ruta Nacional N° 36.

Características de los agregados

Compacidad: Moderada.

Morfología: Redondeados a subangulosos.

Recubrimientos: Escasos, producto de relleno de fracturas. Generalmente presenta polvo adherido a las partículas, de naturaleza arcillosa.

Observación mesoscópica

Color: Pardo a pardo-rojiza.

Estructura: Masiva a amigdaloides.

Origen: Roca ígnea subvolcánica.

Tamaño de grano: Muy fino, textura porfídica con una pasta afanítica.

Grado de alteración: moderado.

Petrografía

Litología: Basanita analcímica.

Minerales mayoritarios: Olivino, clinopiroxeno y nefelino.

Minerales minoritarios: Leucita, flogopita, magnetita, analcima.

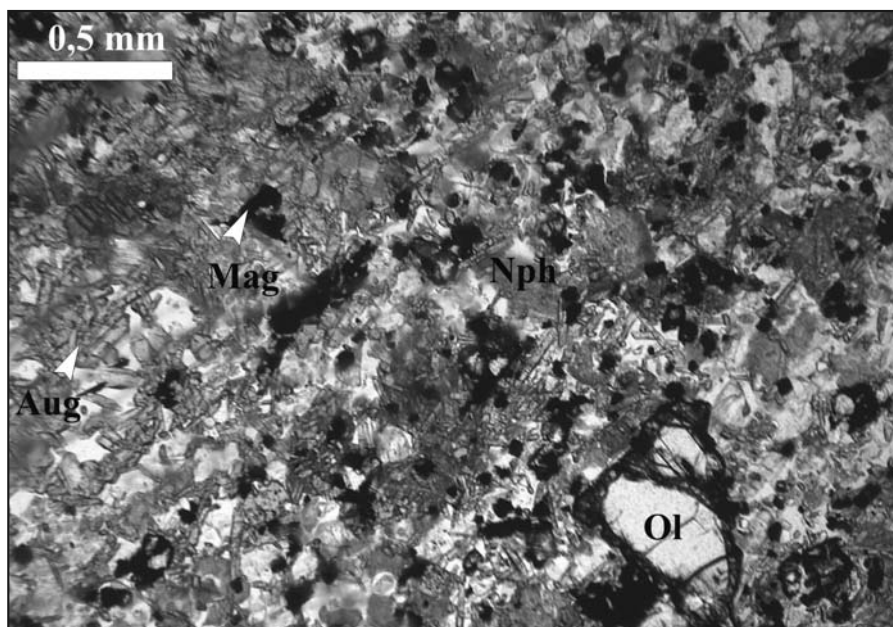
Minerales de accesorios: Apatito, escaso vidrio volcánico.

Minerales de alteración: Analcima, "iddingsita", goethita, hematita.

Breve descripción microscópica:

El basalto inalterado presenta una textura holocristalina porfídica, con una matriz afanítica con variaciones texturales. Los fenocristales lo constituyen exclusivamente los cristales euhedrales a subhedrales de olivino de dimensiones variables entre 150 μm y 0,8 mm. Cristales aciculares de augita-egirina, octaedros de magnetita, granos anhedrales de feldespatoideos integran los minerales de la pasta.

El basalto fuertemente alterado presenta una textura holocristalina porfídica de matriz afanítica en la cual se observan las texturas de reemplazo producto de la desestabilización de las fases primarias por aquellas de neoformación. En esta litología el proceso de ceolización es extremo, observándose la presencia de cristales de analcima distribuidos en la pasta entre un 15 y 20% de la muestra, constituyendo una fase esencial. Los cristales de olivino se encuentran totalmente reemplazados, no observándose núcleos relictos del mineral precursor. Se observan cavidades, amígdalas, rellenas por minerales secundarios como calcita y analcima.



Código de la cantera en el mapa: P

Tipo de explotación: A cielo abierto, material destinado a la producción de agregados pétreos.

Geología de los frentes de explotación: Coladas basálticas de composición variable.

Discontinuidades en los frentes de explotación: sectores con variaciones en la densidad del diaclasado y fracturación, se observan fallas locales. La alteración está asociada localmente a la intersección de los principales planos de fractura y a zonas densamente fracturadas o diaclasadas.

Ubicación y vías de acceso: Vías de ruta pavimentada y ferrocarril. Ubicada en la Sierra de Los Cóndores, en proximidad de la Ruta Nacional N°36 y la Ruta Provincial N°5.

Características de los agregados

Compacidad: Moderada a alta.

Morfología: Subredondeados a subangulosos, con 15 a 27% de agregados lajosos y 18 a 32% elongados.

Recubrimientos: Escasos, producto de relleno de fracturas. Generalmente presenta polvo adherido a las partículas, de naturaleza arcillosa.

Observación mesoscópica

Color: Pardo a pardo-rojiza.

Estructura: Masiva.

Origen: Roca ígnea subvolcánica.

Tamaño de grano: Muy fino, textura porfídica con una pasta afanítica.

Grado de alteración: Incipiente a moderado.

Breve descripción microscópica:

El basalto inalterado presenta una textura holocristalina porfídica, con una matriz afanítica con variaciones texturales entre intersertal y microlítica. Los cristales euhedrales a subhedrales de olivino conforman exclusivamente los fenocristales, se presentan en cristales individuales inmersos en una pasta afanítica, con un tamaño variable entre 250 µm y 3 mm. La pasta está conformada predominantemente por clinopiroxeno de la serie augita-egirina, minerales opacos (magnetita) de distribución uniforme, granos de olivinos y féldespatoides identificados ópticamente como nefelina y leucita. Los cristales de augita-egirina presentan un hábito prismático, en ocasiones con una leve orientación. Escasos minerales de alteración han sido observados, sólo un mineral parduzco que reemplaza incipientemente a los fenocristales de olivino a través de sus fracturas y bordes denominado genéricamente como "iddingsita"; éste corresponde a una asociación mineral conformada por clorita-esmectita, goethita, ±cuarzo, ±calcita que acompañan la alteración. La alteración es más manifiesta en los cristales de olivinos distribuidos en la pasta, que frecuentemente culmina con el reemplazo pseudomórfico. Los cristales de magnetita se encuentran parcialmente alterados (marritización), se observan con la luz del condensador óxidos e hidróxidos de Fe que rodean a la magnetita.

En los basaltos con alteración moderada, el proceso de alteración-meteorización afecta a los fenocristales de olivino y a los minerales de la pasta (olivino y magnetita) que son reemplazados por clorita-esmectita, celadonita, goethita, óxidos-hidróxidos de hierro; se observan máculas ferruginosas y una marcada ceolitización. El clinopiroxeno de la serie augita-egirina, determinado ópticamente como augita constituye un mineral abundante en la pasta, los cristales de hábito prismático corto y partición transversal muestran una variación composicional con el avance de la alteración al miembro sódico de la serie (egirina). Los minerales opacos se encuentran transformados a goethita y hematita, según su orden de abundancia; se observaron eventuales cristales de flogopita como mineral de alteración; los féldespatoides son reemplazados por analcima conformando cristales poiquiliticos. El porcentaje de analcima determinado para esta litología varía entre 7 y 12%.

Petrografía

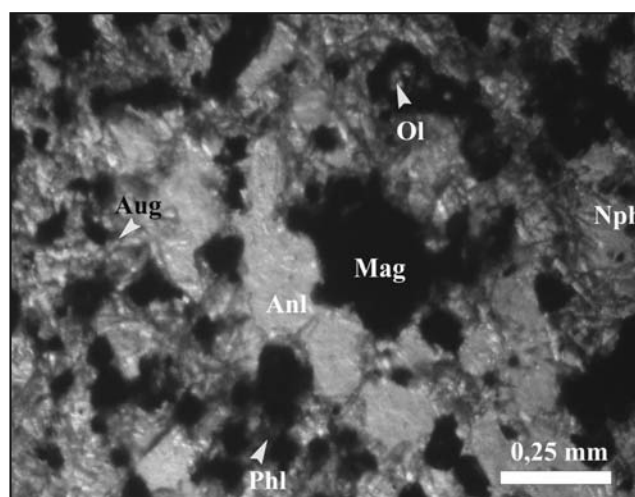
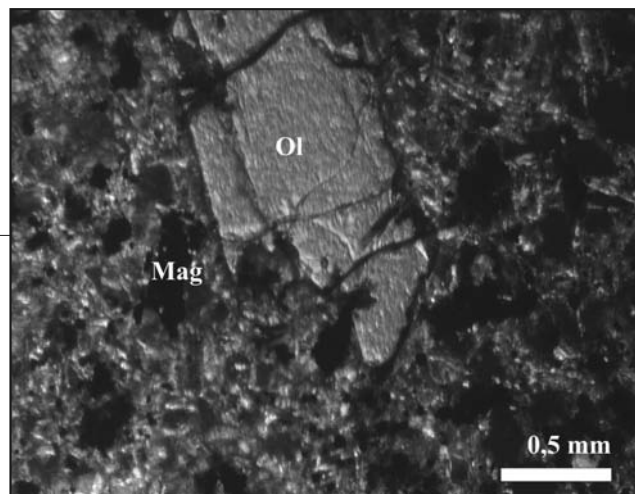
Litología: Basanita nefelínica analcímica.

Minerales esenciales: Olivino, clinopiroxeno y nefelina.

Minerales minoritarios: Leucita, magnetita, analcima.

Minerales accesorios: Apatito.

Minerales de alteración: Analcima, minerales del grupo de las ceolitas, "iddingsita", goethita, hematita.



Código de la cantera en el mapa: Q

Tipo de explotación: Cantera a cielo abierto, material empleado para la producción de agregado pétreo.

Geología de los frentes de explotación: Lacolito de composición basáltica (melanefelinitas olivínicas).

Discontinuidades en los frentes de explotación: La roca basáltica se presenta fracturada, con sectores intensamente fracturados que generan bloques menores facilitando su explotación. En los planos de fractura y diaclasado se genera la alteración de los fenocristales de olivino. En el frente de cantera se observan zonas de fallas subverticales de escaso desarrollo que genera microbrechas.

Ubicación y vías de acceso: se encuentran en el extremo sur de las Sierras de Córdoba, en el Cerro La Leoncita, próximo a la localidad de Chaján. Se accede por la Ruta Nacional N°8.

Características de los agregados

Compacidad: Muy buena.

Morfología: Las partículas son subangulosas a angulosas.

Recubrimientos: No presentan recubrimientos externos, ni polvo adherido.

Observación mesoscópica

Color: Gris verdosa.

Estructura: Masiva.

Origen: Ígneo.

Tamaño de grano: Muy fino.

Grado de alteración: Incipiente a moderada pero restringida a los planos de fracturas.

Petrografía

Litología: Basanita nefelínica.

Minerales mayoritarios: Olivino, clinopiroxeno, minerales opacos, biotita

Minerales accesorios: Biotita, analcima, apatito.

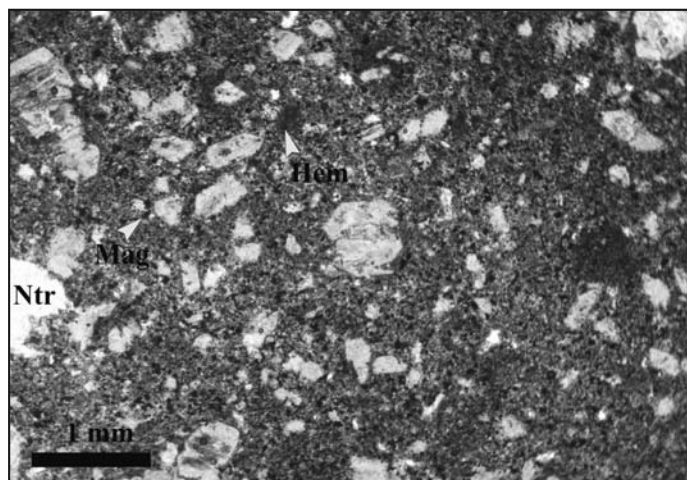
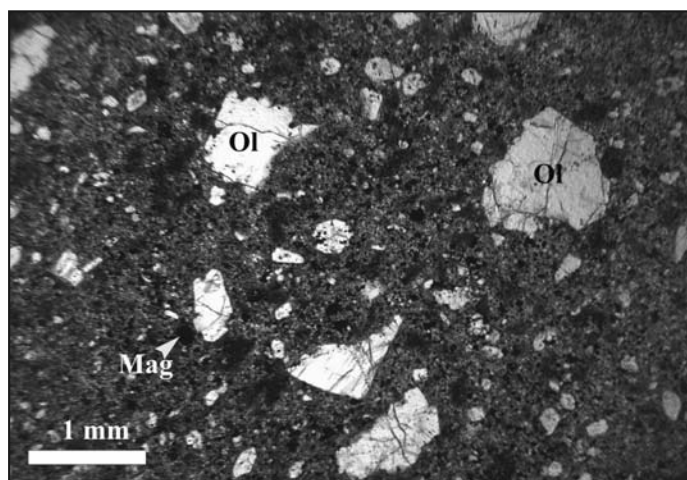
Minerales de alteración: Clorita, calcita, óxidos e hidróxidos de hierro

Textura: holocristalina porfídica.

Breve descripción microscópica:

El basalto inalterado muestra una textura holocristalina porfídica con una pasta afanítica, los fenocristales lo constituyen cristales euhedrales a subhedrales de olivino, con un tamaño de grano variable entre 150 µm a 2 mm. Los fenocristales muestran engolfamiento con minerales de la pasta, incluyen minerales opacos de mayores dimensiones que la pasta. La alteración de la roca se manifiesta con el reemplazo centripeto de los fenocristales de olivino por la asociación mineral clorita, cuarzo y goethita conocida genéricamente como "iddingsita". El basalto débilmente alterado muestra el reemplazo selectivo del olivino en los bordes de los fenocristales, conservándose relictos del mineral precursor. Con el incremento del grado de alteración el reemplazo del olivino es pseudomórfico y penetrativo hacia los minerales de pasta.

La pasta afanítica (<75 µm) está conformada por clinopiroxeno (augita-egirina), minerales opacos (magnetita), olivino, nefelina y biotita. Escasos minerales de alteración han sido observados, un mineral parduzco que reemplaza al olivino a través de fracturas denominado genéricamente como iddingsita, clorita y calcita acompañan la alteración. Esporádicamente se observan amígdalas que están rellenas por ceolitas, se observan algunas cavidades tapizadas por augita-egirina.



Código de la cantera en el mapa: R

Tipo de explotación: A cielo abierto. Explotación para la producción de agregados pétreos.

Geología de los frentes de explotación: Domo granítico, composicionalmente homogéneo pero con variaciones texturales.

Discontinuidades en los frentes de explotación: Se observa un intenso diaclasamiento y fallamiento de tipo frágil a escala del afloramiento.

Ubicación y vías de acceso: Se ubicada a 10 km al sur de la localidad de San José de la Dormida, en la Sierra de San Pedro Norte. Se accede por la Ruta Nacional N° 9.

Características de los agregados

Compacidad: Buena.

Morfología: Subangulosos a angulosos, se observan pátinas de óxidos principalmente sobre las superficies de diaclasamiento.

Recubrimientos: Presenta polvo adherido.

Observación mesoscópica

Color: Rosado a gris rosado.

Estructura: Masiva.

Origen: Ígneo.

Tamaño de grano: Fanerítico, grano medio a fino.

Grado de alteración: Incipiente, localmente moderada.

Petrografía

Litología: Monzogranito biotítico, subordinadamente un monzogranito biotítico-muscovítico.

Minerales mayoritarios: Cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico, biotita, muscovita.

Minerales minoritarios: Apatito, circón, minerales opacos.

Minerales de alteración: Calcita, sericita, argilominerales, óxidos e hidróxidos de hierro.

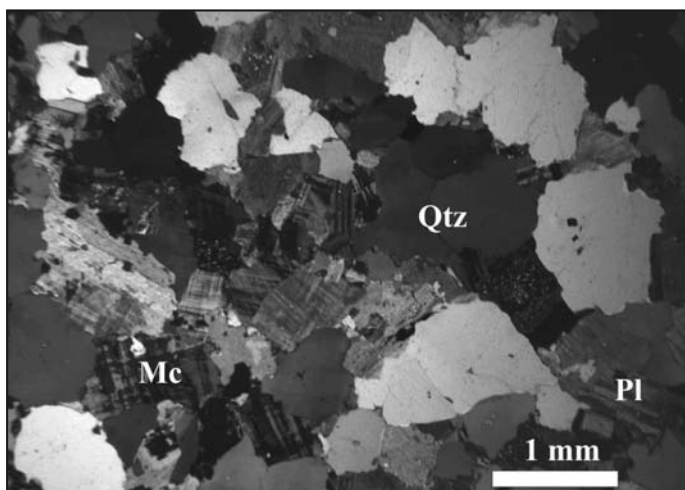
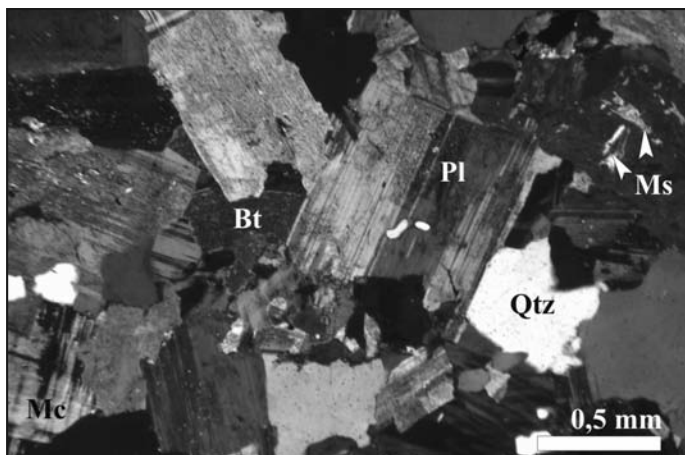
Textura: Holocristalina equigranular y porfírica; en sectores la textura es inequigranular.

Breve descripción microscópica:

En general se observan dos facies, una porfírica y otra equigranular, de composición mineralógica similares, integradas por cuarzo con contenidos modales variable entre 20 y 35 %, plagioclasa de 35 a 50% y feldespato potásico de 20 a 30 %, siendo los accesorios más frecuentes la biotita y muscovita; la facies equigranular posee un mayor contenido de biotita respecto de la porfírica.

Los feldespatos calco-sódicos (plagioclasa) y potásicos presentan una incipiente alteración a sericita y argilominerales. La plagioclasa se presenta en cristales subhedrales a anhedrales, alterados a argilominerales, calcita y sericita-muscovita; el microclino presenta maclas en enrejado bien desarrolladas, con un argilitización marcada; conforma cristales anhedrales a subhedrales. Diminutas inclusiones de hematita se distribuyen en forma heterogénea en los feldespatos. La biotita varía entre 5 y 10%, presenta una marcada desferrización generando óxidos e hidróxidos impartiendo la tonalidad rojiza y muscovitización parcial. Las fases accesorias, apatito, circón y minerales opacos, están presentes en proporciones menores al 5 %. En sectores, el cuarzo presenta extinción ondulante en parches y microfisuramiento pero en general la roca no presenta evidencias de fuerte deformación. Se observan fracturas intergranulares e intragranulares, estas últimas de marcada continuidad que incluso puede observarse en la muestra de mano.

La facies de porfírica posee cristales euhedrales a subhedrales de plagioclasa y feldespato potásico (~5 mm) en una matriz equigranular de cristales de cuarzo, plagioclasa, feldespato potásico y biotita subhedral a anhedral de menor tamaño (~1-2 mm). Subordinadamente aflora el monzogranito biotítico-muscovítico de grano fino, presenta una textura holocristalina hipidiomórfica inequigranular seriada.



Agregados de la provincia de Buenos Aires

Marfil, S. - Maiza P.

Sinopsis de la geología de la provincia de Buenos Aires

La provincia de Buenos Aires está conformada por una dilatada llanura con sedimentos cenozoicos y recientes en la cual asoman los cordones serranos de Tandilla y Ventania. Tandilia, conocida también como Sierras de Tandil o Sierras Septentrionales de la Provincia de Buenos Aires, presenta una alineación en sentido NW-SE con afloramientos de desde la localidad de Blancagrande a Cabo Corrientes en el litoral atlántico, abarcando aproximadamente 350 Km, con un ancho máximo en su parte central de alrededor de 60 Km en Tandil. En la llanura, los asomos son discontinuos, por lo que se ha subdividido en grupos orográficos (*Nágera, 1940*): Las sierras de Olavarría en el extremo septentrional (incluye las Sierras de Quillalauquén, China, Chica y Bayas) y las Sierras de Balcarce, que culminan en la ciudad de Mar del Plata. Son las rocas más antiguas aflorantes en el país y fueron denominadas Complejo Buenos Aires. Se trata de un conjunto ígneo-metamórfico compuesto por gneises, migmatitas, anfibolitas y plutones graníticos. Se agrega la presencia de esquistos, mármoles, metavolcánicas y diques básicos y ácidos. La edad del complejo es de 2100-2200 Ma (Mesoproterozoico). En los alrededores de Azul y Tandil se presentan diversas fajas miloníticas. Al oeste y sudoeste, el Complejo Buenos Aires está parcialmente cubierto por dos secuencias de ambiente marino de poca profundidad: Grupo La Tinta o Sierras Bayas, a la que le sigue la Formación Cerro Negro, del Precámbrico superior, de composición silicoclástica-carbonática. En discordancia, como culminación del ciclo sedimentario, aflora la Formación Balcarce. Esta última del Ordovícico, está constituida por ortocuarcitas y bancos de pelitas caoliníticas (con algunos bancos piroclásticos). (*Cingolani C., 2005*).

Al sur de Tandil se identificaron algunas rocas metavolcánicas ácidas, parcialmente porfiroblásticas (*Teruggi y Kilmurray, 1980*). Estos autores las describen como un conjunto de fajas alternantes de rocas de grano fino con textura relictica y filiación riolítica, grises, con fenocristales de oligoclasa, ortosa y cuarzo en una base de feldespato potásico, plagioclasa y epidoto. En la Sierra Alta de Vela, estas rocas son de grano fino y fueron previamente incluidas en el grupo de las milonitas, son cuarzo feldespáticas, micáceas y epidóticas, algunas variedades portan anfíbol y clorita. Las anfibolitas son muy comunes en Tandilla, especialmente en las regiones central y sur de las sierras. *Quartino y Villar Fabre (1967)* describieron brechas de metabasitas muy deformadas dentro de rocas gnéissicas, un magmatismo granítico posterior y una filonación básica final. Las migmatitas heterogéneas son rocas frecuentes en Tandilla. Los mármoles se han encontrado en la Sierra Bachicha. Los escasos esquistos son micáceos y algo bandeados como los del Cerro el Quebracho al norte de la ciudad de Balcarce. Los granitoides se encuentran emplazados en rocas metamórficas, usualmente parcial a casi totalmente migmatizadas. En líneas generales son rocas de naturaleza granítica. (*Dalla Salda et al. 2005*)

Los yacimientos de caliza se encuentran en la cubierta sedimentaria precámbrica. Se encuentra entre los 36° 30' y 38° de latitud sur y los 57° 30' y 61° de longitud oeste. En sentido NW-SE alcanza una longitud máxima del orden de los 350 Km (*Poiré et al., 2005*).

En la zona de Sierras Bayas el grupo homónimo está integrado por las Formaciones Villa Mónica, Cerro Largo y Loma Negra. La primera, presenta un banco de dolomía (horizonte dolomítico de la antiguamente denominada Formación La Tinta), de hasta 36 metros de potencia, apoyado sobre el Miembro Cuarcitas Inferiores. La Formación Loma Negra, constituida por un potente paquete de caliza de hasta 40 metros de espesor constituye uno de los recursos mineros más importantes de la Prov. de Buenos Aires. La roca es una caliza micrítica de color negro dispuesta en bancos subhorizontales. Entre ambas calizas se desarrolla la Formación Cerro Largo integrada por un miembro psamopelítico, un miembro cuarcítico. (Ex cuarcitas superiores de la Formación la Tinta, de Heuser y Claraz 1863) y un miembro pelítico constituido por un espeso manto de arcillas. Las cuarcitas de la Formación Balcarce constituyen la quinta secuencia de depositación presente en todo el Sistema de Tandilla. La unidad, de hasta 90 metros de espesor está constituida principalmente por areniscas cuarzosas finas y medianas hasta sabulíticas, bien diseccionadas dispuestas en bancos de 0.3 a 1.5 metros de espesor, con estratificación entrecruzada, laminación convexa y otras estructuras de ambiente litoral a sub-litoral. La roca, conocida comercialmente como "Piedra Mar del Plata" es beneficiada en varias canteras en la zona de Chapadmalal y Benito Juárez (*Echeveste et al. 2005*).

El cordón serrano de Ventania, aflora en el sector sur de la provincia. Ha recibido varias denominaciones: Sierra de la Ventana o Sierras Australes Bonaerenses o Ventania (*Llambías y Prozzi, 1975*). Constituye una estructura en arco con rumbo general NO-SE que sobresale sobre la llanura pampeana, con dos inflexiones con concavidad hacia el NE entre las Sierras de Curamalal y Chaco y otra hacia el SW entre las Sierras de Tunas y Pillahuincó. La columna estratigráfica se inicia con un basamento cristalino Neoproterozoico-Paleozoico inferior compuesto por granitoides y riolitas cubiertas por unidades silicoclásticas correspondientes a los Grupos Curamalal (Ordovícico-Silúrico?), Ventana (Silúrico-Devónico) y Pillahuincó (Carbonífero-Pérmico). (*Cingolani, op. cit.*)

Las unidades de edad cámbrica dominan volumétricamente el basamento de Sierra de la Ventana. Los granitos de Cerro Colorado y Aguas Blancas son leucomonzogranitos de bajo calcio y restringidos composicionalmente a altos contenidos de sílice. Ambos pertenecen al mismo ciclo intrusivo de edad cámbrica inferior. (*Rapela y Kostadinoff, 2005*). En la zona de Pigüé se explota una ortocuarcita de edad silúrica, constituida por granos subredondeados de cuarzo, deformado con textura de mortero, cementados por este mismo mineral. A ellos se asocian pequeños cristales tubulares de illita y nidos de caolín. El cuarzo presenta fuerte extinción ondulante y en algunos sectores es posible hallar fenómenos de policrostalinidad.

Materiales que se explotan como agregados

Las principales canteras de piedra partida que se explotan en la Provincia de Buenos Aires se encuentran en la zona de Olavarría, Tandil y Azul (granitos, migmatitas graníticas y calizas), Mar del Plata y Balcarce (cuarcitas). En el sur de la Provincia las canteras se encuentran ubicadas en proximidades a Pigüé y Sierra de la Ventana. Las rocas explotadas son cuarcitas y granitos respectivamente.

La extracción de arenas para su utilización en la industria de la construcción se realiza en: el río Paraná y la costa atlántica. Grandes volúmenes de arenas para la construcción se extraen del lecho del río Paraná y sus afluentes del delta. La faja costera del océano Atlántico constituye un enorme recurso de arenas que se extiende en dirección NE-SO por cerca de 600 Km, desde cabo San Antonio hasta Bahía Blanca, continuando al sur algo más de 250 Km hasta punta Redonda, en proximidades de Carmen de Patagones. Los depósitos costeros del primer tramo involucran arenas de playa y de médanos colindantes, en tanto que las playas más australes contienen alta proporción de gravas. La producción de arenas en el litoral atlántico es significativamente menor que la que corresponde al delta. El delta del Paraná Bonaerense se extiende entre las siguientes coordenadas: 34° 44' de latitud sur - 64° 15' de Long. Oeste; 34° 26' de Lat. Sur -58° 33' de Long. Oeste; 34° de Lat. Sur -58° 24' de Long. Oeste. Se extraen materiales de diferente granulometría, desde arena gruesa a fina, en general con granos redondeados a subredondeados, representados casi en su totalidad por minerales livianos, con más de 83 % de cuarzo. Las zonas de extracción y kilometrajes sobre los cursos de agua son habilitados por la Dirección Nacional de Vías Navegables, la cual adopta el sistema de "zonas de libre disponibilidad operativa" para el desarrollo de esta actividad. Actualmente existe libre disponibilidad operativa en determinados tramos de los ríos Paraná Guazú, Pasaje Talavera, Paraná Mini, Canal del Este y Barca Grande. La metodología de extracción es por refulado (succión hidráulica) de arena del lecho del río. Esta metodología tiene la ventaja de no producir deterioros ambientales. La extracción debe realizarse a un mínimo de 50 metros de la costa para no producir degradaciones en las zonas de rivera y a más de 200 metros del canal de navegación para no entorpecer el tránsito de las embarcaciones. Según los datos de la Cámara Argentina de Arena y Piedra la producción de arena del delta en el territorio de la provincia de Buenos Aires alcanzó durante el año 2004, 450.000 m³ (720.000 t) por mes. Esta información pone de manifiesto que el delta del río Paraná constituye holgadamente el distrito más importante de la Argentina como proveedor de arena para la construcción. (*Caballé et al., 2005*)

Las posibilidades de explotación del litoral atlántico bonaerense están estrechamente vinculadas con el análisis del impacto ambiental. Las playas bonaerenses consisten en acumulaciones de arenas con fragmentos de organismos calcáreos y particularmente las más australes, con alta proporción de gravas. Estos depósitos se alimentan por deriva litoral y por aporte desde los médanos circundantes, que a su vez se pueden nutrir de sedimentos finos de las playas en un fenómeno cíclico. En sectores de desembocaduras, se aprecia el gran aporte sedimentario de los ríos a la formación de las playas, mientras que en las zonas acantiladas, al sur de Mar del Plata, la erosión provee sedimentos gruesos a la sedimentación de la playa. Las arenas de playa bonaerenses, especialmente de Bahía Blanca hacia el norte, son en general de granulometría mediana a gruesa, compuestas en su mayor parte por minerales livianos (rocas volcánicas, feldespatos y cuarzo), conchillas, minerales pesados (especialmente hipersteno, augita, hornblenda, granate y zircón). Estos últimos se presenta en proporciones relativamente elevadas en la zona de Claromecú y en el sector sur de la costa de Buenos Aires. Fragmentos de tosca tienen origen local por erosión de acantilados. El material arenoso es transportado principalmente por deriva litoral desde el sur hacia el norte. Los fragmentos de vulcanitas que se hallan a lo largo del litoral se atribuyen al transporte desde el ambiente patagónico. La faja de médanos aleaña al sector de playa involucra arenas finas a medianas constituidas principalmente por minerales livianos. Si bien éstas no poseen las restricciones de explotación que tienen las arenas de playa, su uso en la industria de la construcción es más limitado. Parte de la explotación minera se realiza en sectores de playa marítima de dominio provincial y otra proviene de médanos colindantes situados en general en terrenos privados. El sistema de explotación es mecánico empleando palas cargadoras frontales que realizan tanto la tarea de extracción como la carga sobre el camión. En forma más restringida, también se hace en forma artesanal mediante el uso de pala de mano. La autoridad minera provincial permite la extracción de arena, estableciendo estricto cumplimiento de las normas ambientales. La producción de arena en la zona atlántica marina en el año 2005 no superó las 200.000 t/año. (*Caballé et al., op. cit.*)

Las arenas que se extraen en la zona de Baterías (Partido de Coronel Rosales) al sur de la provincia, corresponden a la ingresión marina querandínense. La ubicación estratigráfica no es sencilla, las dataciones radiocarbónicas señalarían que a partir de los últimos 11000 años se inició en la región un proceso transgresivo que culminó hace aproximadamente 6000 años, cuando el mar alcanzó cotas entre 8 y 12 msnm. A partir de ahí comenzó una regresión que tuvo su clímax hace aproximadamente 994 años. (*Farinati 1985*).

En el partido de Villarino hay dos canteras de arena y canto rodado. Estos depósitos probablemente son coetáneos con los sedimentos areno-arcillosos pleistocénicos adjudicados al chapadmalense (*García et al., 1964*). Los conglomerados, cuyo espesor varía entre 0.80 y 2 metros, están constituidos por clastos bien redondeados y pulidos producto de un largo proceso de transporte, por lo general derivados de rocas volcánicas porfíricas, a veces con pastas vítreas, con diferente grado de alteración, de tamaño variado, con predominio de las que tienen entre 4 y 5 cm en su dimensión mayor. Están incluidos en una matrix arenosa y cementados por material calcáreo en sus niveles superiores. El cemento calcáreo es más abundante en los niveles superiores de los depósitos y en algunas partes llega a formar un paquete de unos 30 cm de espesor que cubre por completo los rodados.

Estos mantos psefíticos se encuentran generalmente ocultos de la observación directa por una cubierta moderna de espesor variable. Se pueden distinguir 2 niveles en su distribución. Uno que presenta un espesor de aproximadamente 2 metros con rodados abundantes. El segundo nivel corresponde a mantos menos espesos, formados por rodados más pequeños, relativamente escasos, con abundante material areno-limoso. Además predomina el carbonato en relación con la cantidad de clastos componentes (*García et al. 1964*).

Fidalgo et al., (1985) mencionan en la zona, una discordancia erosiva sobre la Formación Río Negro.

En la intersección de la ruta provincial N° 51 con el río Sauce Grande hay dos canteras. El material de estas canteras corresponde a sedimentos fluviales emplazados en las terrazas del arroyo Sauce Grande. El material extraído es seleccionado por tamizado y eliminadas las fracciones muy gruesas y la limo -arcillosa. Ésta última por lavado.

La unidad se asienta en discordancia erosiva sobre las formaciones Saldungaray y La Toma. Forma la terraza I dentro del valle topográficamente más elevado que la terraza II. (Miembros arenoso medio y limoarenoso superior de la Formación Agua Blanca, formaciones Chacra La Blanqueada y/o Matadero (Saldungaray). En base a los fósiles hallados, Rabassa et al. (inédito) le asignan una edad tentativa pleistoceno superior (edad mamífero lujanense).

Borromei (1985) reconoció las siguientes litofacies: gravas macizas o mal estratificadas, gravas estratificadas con estratificación cruzada planar, arenas gruesas a finas con estratificación cruzada en artesa, arenas finas a muy gruesas con laminación horizontal, arenas muy finas o limos con laminación fina, ondulitas o macizos. Por lo que el autor ha interpretado a estos depósitos como generados a partir de un sistema fluvial entrelazado.

La terraza II está compuesta por gravas y arena del miembro arenoso medio y miembro limo-arenoso superior de la formación Agua Blanca, por las gravas limosas o arcillosas de la formación Chacra La Blanqueada y por las arenas eólicas finas y gravas de la formación Matadero Saldungaray. Los sedimentos de la terraza I sobreyacen discordantemente el substrato plio-pleistocénico de las formaciones Saldungaray y La Toma.

Nicolás et al. (1986), mencionan, que entre las geoformas más notables en la región de Villalonga, se encuentra una espiga de gravas, de orientación Norte-Sur. Los límites, en estas direcciones son abruptos, lo que indica una anterior continuidad en ambas direcciones, causada por la acción del mar, el cual redistribuyó los rodados a lo largo de la costa actual. Los autores mencionan que Teruggi vincula los depósitos de grava con una fase regresiva querandinense del Holoceno. La presencia de niveles ricos en conchillas marinas, finamente trituradas y mezcladas con rodados de menor tamaño que el resto de los niveles, indicaría un origen marino para estos cordones. Se puede inferir que estos rodados fueron erosionados de sus niveles antiguos de depositación, transportados y redepositados en un ambiente marino de alta energía. Los autores realizaron observaciones al norte (en la cantera Villalonga Norte), estimando que corresponde a la continuación septentrional de estos materiales. Existe una notable variación en el tamaño de los rodados (de 2 a 8 cm), lo que denota variaciones de energía del agente de transporte y acumulación. La espiga de gravas tiene una longitud de 3300 metros y un ancho máximo (en el límite sur) de 200 metros.

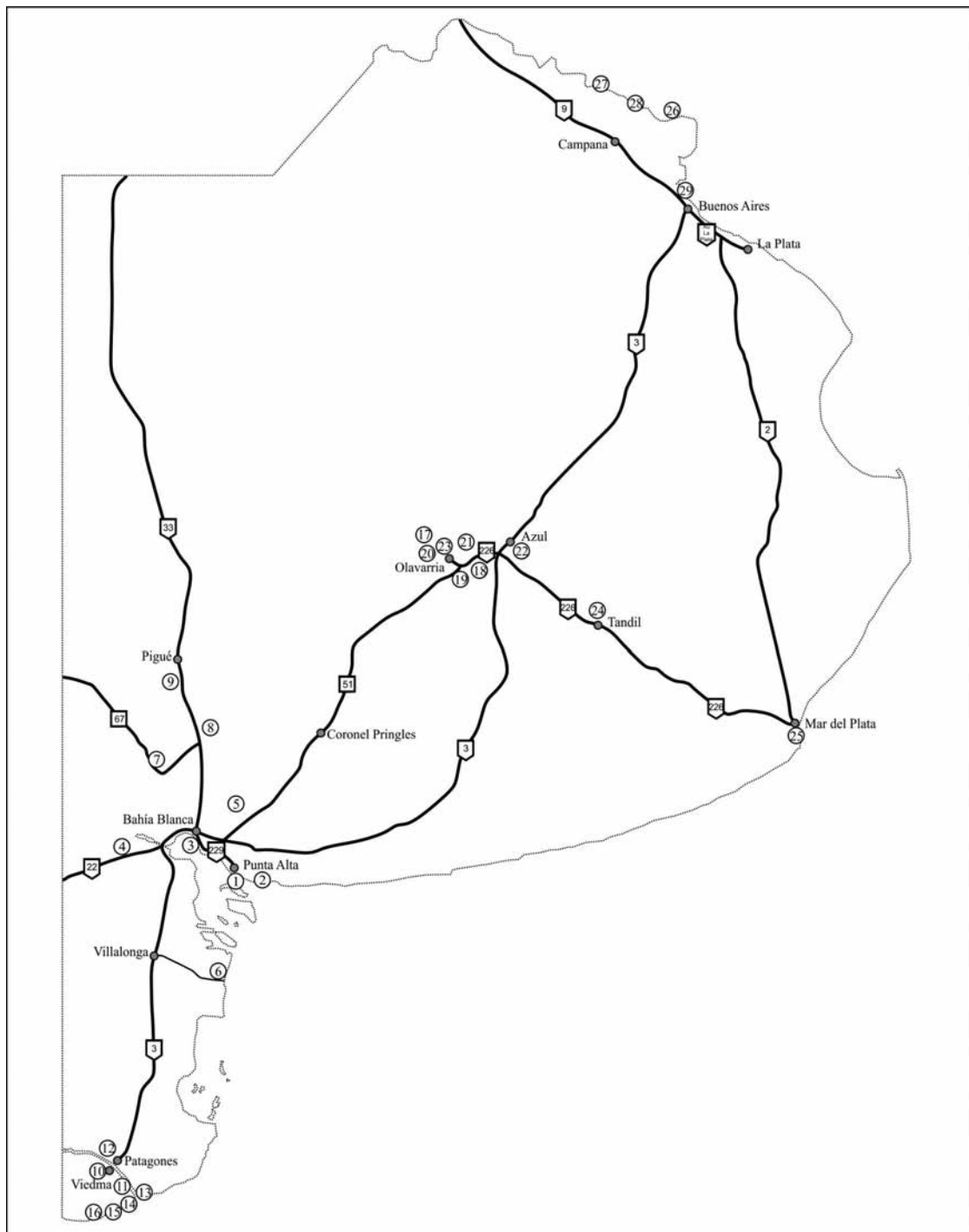
Alcance de los estudios petrográficos

Los resultados que se informan en las fichas de las canteras, indican las características petrográficas del frente de explotación al momento del muestreo y tienen la amplitud para el sector involucrado.

Si se tiene en cuenta las características geológicas de las zonas objeto del laboreo, se comprenderá fácilmente que el alcance de estos estudios, dependerá de la magnitud de la cantera y especialmente del tipo de material.

Los yacimientos evaluados pueden calificarse en dos grandes grupos: yacimientos de rocas primarias (rocas ígneas y metamórficas) y yacimientos sedimentarios. Los primeros son generalmente más uniformes en lo que hace al desarrollo en profundidad y variaciones horizontales, aunque es frecuente que haya concentraciones de determinados minerales ya sea por, temperatura, presión, inmiscibilidad, procesos de alteración hidrotermal, acción de los procesos superficiales, que pueden afectar la masa rocosa hasta profundidades importantes o dislocaciones que provocan deformaciones que modifican las características texturales y mineralógicas. Estas variaciones pueden ser de escala regional o local, lo que implica que debe hacerse un seguimiento pormenorizado de su evolución ya que por ejemplo se explotan rocas migmatíticas de características petrológicas aceptables, las que imperceptiblemente puede presentar local o arealmente zonas de milonitización, texturas de mortero, con deformación importante que es imprescindible conocerlas para tomar los recaudos necesarios que permitan interpretar el fenómeno y determinar su impacto en el producto rocoso disponible.

Los yacimientos sedimentarios, canto rodado (gravas) y arenas naturales, tienen una extensión limitada, son lentiformes, varían notablemente en sentido vertical y muestran una marcada heterogeneidad litológica. Están cubiertos o presentan desarrollo de suelo, generalmente de naturaleza carbonática, con cantidades de sílice criptocristalina vinculada. Su génesis, si bien en principio es simple, variaciones como la capacidad de carga del medio que los originó, fuente de origen de los materiales involucrados, estabilidad tectónica del área y muchos otros factores, marcan una variación notable que se refleja en las características litológicas finales del depósito.



Referencias

- | | | |
|--|---|-------------------------------------|
| 1. Zona suburbana de la ciudad de Punta Alta | 9. Pigüé | 23. Olavarría. Arena de trituración |
| 2. Baterías | 10 a 16. Patagones y Viedma. | 24. Tandil |
| 3. Puerto Galván | 17. Olavarría. Rocas graníticas. Cerro Redondo. | 25. Mar del Plata. Cuarcita |
| 4. Partido de Villarino | 18. Olavarría. Migmatitas graníticas | 26. Arena oriental |
| 5. Bajo San José | 19. Olavarría. Calizas | 27. Arena oriental Zárate |
| 6. Villalonga | 20. Olavarría. Arena fina | 28. Arena oriental |
| 7. Cerros Colorados | 21. Olavarría. Arena de trituración. | 28. Canto rodado oriental |
| 8. Aguas Blancas | 22. Azul | 29. Arena oriental fina |

Figura 1: Mapa de ubicación de las canteras y/o afloramientos.

Por todo ello, el análisis petrográfico representa la composición del material explotado en el momento del muestreo, y si bien puede ser abarcativo, sus resultados no pueden ni deben extrapolarse espacial ni temporalmente. El relevamiento geológico sistemático de la evolución del o los frentes de explotación, la prospección del yacimiento y los ensayos petrográficos permiten zonificar y categorizar las litologías según su uso y aptitud.

Para una obra determinada, los estudios petrográficos deben realizarse sobre muestras obtenidas de los acopios que abastecerán dicha demanda. La muestra será representativa de la naturaleza, características y condiciones de los agregados del volumen considerado. El resultado obtenido es aplicable al acopio muestreado.

En etapas de evaluación de fuentes alternativas de aprovisionamiento de material pétreo, pueden realizarse ensayos petrográficos de determinados sectores pero sus resultados serán sólo orientativos, tendientes a delimitar sectores de mejor calidad pero no significa que los resultados sean definitivos y hagan innecesarios a los petrográficos del acopio específico.

Sería recomendable confeccionar un archivo con los análisis petrográficos realizados en diferentes oportunidades para utilizarlos como antecedente y conocer la conformación litológica de la explotación, sus variaciones zonales y mineralógicas.

Tanto en los yacimientos de rocas primarias como en los de tipo sedimentario, la heterogeneidad generalmente es muy marcada y eso es importante a la hora de evaluar sus respectivas aptitudes, no obstante ello, en algunos yacimientos de rocas primarias, su homogeneidad composicional y petrogenética es una particularidad muy valiosa, y cuando además la roca posee cualidades físicas y mineralógicas adecuadas para el requerimiento, hace que el agregado tenga una variabilidad más acotada en sus parámetros y una mejor calidad.

En la Figura 1 se muestra la ubicación de las canteras y/o afloramientos que se describen en las fichas.

Trabajos citados en el texto

BORROMEI, A., 1985.

Sedimentos fluviales pleistocenos portadores de restos fósiles en el bajo San José, río Sauce Grande, Prov. de Buenos Aires.

Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses. Tandil. Actas: 791-793.

CABALLÉ, M.; D. GANUZA; N. CORIALE Y M. BRAVO ALMONACID, 2005.

Geología y recursos minerales de la Prov. de Buenos Aires.

XVI Congreso Geológico Argentino. Relatorio. Buenos Aires. Capítulo XXVIII. Ed. De Barrio, R.; R. Etcheverry; M. Caballé y E. Llambías: 435-440.

CINGOLANI, C. (2005).

Geología y recursos minerales de la Prov. de Buenos Aires.

XVI Congreso Geológico Argentino. Relatorio. Buenos Aires. Capítulo II. Ed. De Barrio, R.; R. Etcheverry; M. Caballé y E. Llambías: 21-30.

DALLA SALDA, L; R. DE BARRIO; H. ECHEBESTE Y R. FERNÁNDEZ (2005).

Geología y recursos minerales de la Prov. de Buenos Aires.

XVI Congreso Geológico Argentino. Relatorio. Buenos Aires. El basamento de las Sierras de Tandilla. Capítulo III. Ed. De Barrio, R.; R. Etcheverry; M. Caballé y E. Llambías: 31-50.

ECHEVESTE, H; D. MARCHIORINI Y N. CORIALE, (2005).

Geología y recursos minerales de la Prov. de Buenos Aires.

XVI Congreso Geológico Argentino. Relatorio. Buenos Aires. El basamento de las Sierras de Tandilla. Capítulo XXVI. Ed. De Barrio, R.; R. Etcheverry; M. Caballé y E. Llambías: 409-416.

FARINATI, E., 1985.

Paleontología, paleoecología y paleogeografía de los sedimentos marinos de los alrededores de Bahía Blanca.

Tesis Doctoral. Dpto. de Geología. Biblioteca Central. Universidad nacional del Sur.

FIDALGO, F.; E. TONNI Y M. PORRO, 1985.

Geología del área de la laguna Chasicó (Partido de Villarino, Prov. de Buenos Aires) y aspectos bioestratigráficos de la Formación Arroyo Chasicó (Mioceno tardío).

Primeras Jornadas Geológicas Bonaerenses. Resúmenes. Tandil: 50-51.

GARCÍA, J. Y O. GARCÍA, 1964.

Hidrogeología de la región de Bahía Blanca.

Boletín N° 96. Dirección Nacional de Geología y Minería. Buenos Aires.

HEUSER, J. Y G. CLARAZ 1863.

Ensayo de un conocimiento geognóstico físico de la provincia de Buenos Aires 1.

Las Sierras entre cabo Corrientes y Tapalqué. Buenos Aires.

LLAMBIAS, E. Y C. PROZZI, 1975.

Ventania. Relatorio Geología de la Prov. de Buenos Aires.

VI Congreso Geológico Argentino.

- NÁGERA, J. 1940.
Tandilla.
En Historia Física de la Prov. de Buenos Aires. I: 1-272.
- NICOLÁS R; J. KOSTADINOFF Y R. SCHILLIZZI, 1986.
Correlación entre geoformas superficiales y observaciones geofísicas en la Bahía Anegada, Buenos Aires.
Revista de la Asociación Geológica Argentina. XLI (3-4): 245-255.
- POIRÉ, D.; CANALICCHIO, J. Y ALONSO G. (2005)
Geología y recursos minerales de la Prov. de Buenos Aires.
XVI Congreso Geológico Argentino. Relatorio. Buenos Aires. Capítulo. XXIV: 387-396.
- QUARTINO, B. Y J. VILLAR FABRE (1967).
Geología y petrología del basamento de Tandil y Barker (Provincia e Buenos Aires), a la luz del estudio de localidades críticas.
Revista de la Asociación Geológica Argentina, 22(3): 223-251.
- RABASA, J. Y A. BORROMEI.
Inédito. Geología superficial en la hoja IGM 1: 100.000 N° 3963-12 "Cabildo", Prov. de Bs. As.
(Carta geológico -económica utilitaria de la Prov. de Bs. As.).
- RAPELA, C. Y J. KOSTADINOFF (2005).
Geología y recursos minerales de la Prov. de Buenos Aires.
XVI Congreso Geológico Argentino. Relatorio. Buenos Aires. Capítulo V. Ed. De Barrio, R.; R. Etcheverry; M. Caballé y E. Llambías: 69-84.
- TERUGGI, M. Y J. KILMURRAY, 1980.
Sierras septentrionales de la Provincia de Buenos Aires.
En: Geología Regional Argentina, 19 (1): 41-60.

Zona suburbana de la ciudad de Punta Alta

Código de la Cantera en el Mapa: 1

Tipo de Explotación: Son materiales de origen eólico de marcada homogeneidad litológica. Los afloramientos guardan relación con la actividad eólica y emergen a la superficie como pequeñas lomadas fijadas por vegetación. Representan depósitos modernos, siendo muy importantes dentro de la región por el área amplia que ocupan. Sus caracteres han sido estudiados en repetidas ocasiones clasificándolos como médanos fijos, semífijos y vivos.

Ubicación y vías de Acceso: Comprende el estudio de 3 canteras ubicadas: en el Km 666 de la ruta 249 (a 3 km de la ciudad de Punta Alta, Partido de Coronel Rosales); en la periferia del ejido municipal en el barrio Villa Maio y la última ubicada a unos 700 metros de la anterior en el barrio Nueva Bahía Blanca.

Los valores indicados en las tablas corresponden al promedio de 12 muestras analizadas en las tres canteras.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	<100
Cuarzo	-	22	39	43	44	46
Feldespato (potásico + plagioclasa)	-	1	1	6	12	12
Vidrio volcánico	-	3	5	7	5	6
Piroxenos + anfíboles	-	-	-	<1	2	2
Calcedonia	-	10	1	<1	<1	<1
Minerales opacos	-	<1	1	3	9	10
Fragmentos líticos frescos	-	28	34	23	13	9
Fragmentos líticos alterados	-	36	19	18	15	15
Micas	-	-	-	-	<1	<1
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	0,0	0,4	14,8	26,7	52,8	5,3

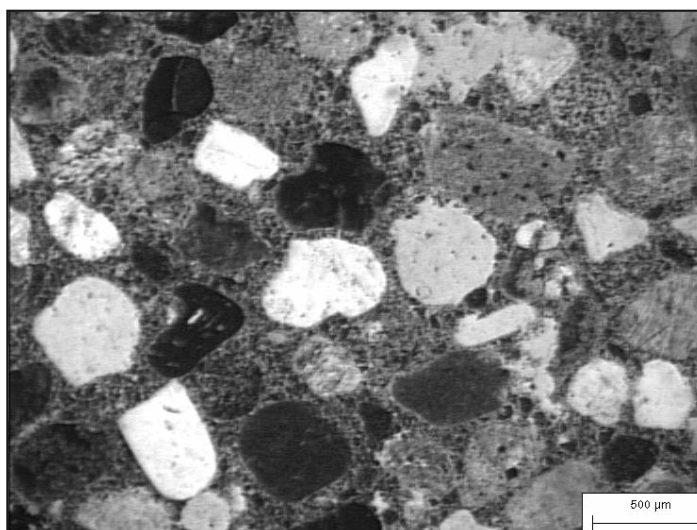
Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices N°						Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	<100	
Cuarzo	-	0,1	5,9	11,6	23,2	2,4	43,2
Feldespato (potásico + plagioclasa)	-	<0,1	0,1	1,6	6,3	0,6	8,6
Vidrio volcánico	-	<0,1	0,7	1,9	2,6	0,3	5,5
Piroxenos + anfíboles	-	-	-	0,1	1,1	0,1	1,3
Calcedonia	-	<0,1	0,1	0,1	4,8	<0,1	5,0
Minerales opacos	-	<0,1	0,1	0,8	6,9	0,5	8,3
Fragmentos líticos frescos	-	0,1	5,0	6,1	7,9	0,5	19,6
Fragmentos líticos alterados	-	0,1	2,8	4,8	-	0,8	8,5
Valvas carbonáticas	-	-	-	-	-	-	-
Micas	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1
Total en fracción en tamiz	100,0	0,4	14,8	26,7	52,8	5,3	100,0

Breve descripción microscópica:

Son arenas muy finas, más del 50 % del material está retenido en el tamiz N° 100. En su composición predomina el cuarzo y las rocas volcánicas. Es abundante el contenido de vidrio volcánico, se observa en general fresco y en forma de trizas.

En la fotomicrografía se muestra la morfología y composición del material retenido en el tamiz N° 60, incluido en cemento (con luz paralela). Predomina cuarzo, fragmentos de valvas carbonáticas, vidrio y rocas volcánicas principalmente andesíticas.



Baterías

Código de la Cantera en el Mapa: 2

Tipo de Explotación: Se trata de un material de origen marino, de edad reciente. Los frentes de las canteras muestran marcada heterogeneidad, con intercalaciones de arenas finas y gruesas, incluso en el piso se reconoció un nivel de arena muy fina con intercalaciones de rodados de cuarcitas.

Corresponden a la ingesión marina querandínense. La ubicación estratigráfica no es sencilla, las dataciones radiocarbónicas señalarían que a partir de los últimos 11000 años se inició en la región un proceso transgresivo que culminó hace aproximadamente 6000 años, cuando el mar alcanzó cotas entre 8 y 12 msnm. A partir de ahí comenzó una regresión que tuvo su clímax hace aproximadamente 994 años. (*Farinati 1985*).

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentran ubicadas en la base de infantería de Marina Baterías (Puerto Belgrano) a 100 metros de la costa.

Los resultados indicados en las tablas corresponden a valores promedio de 12 muestras analizadas.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

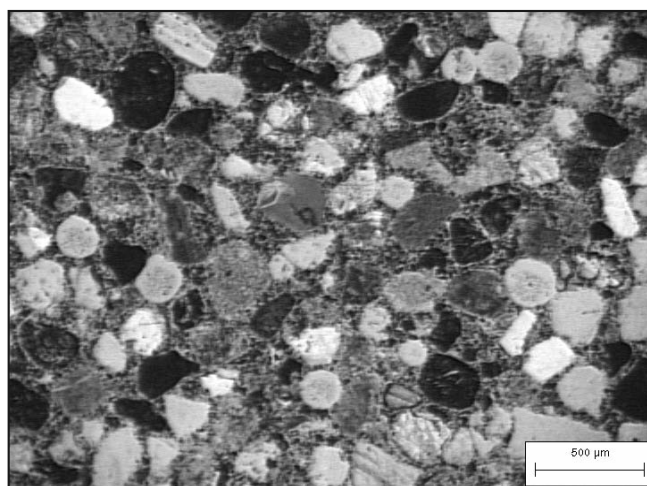
Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	<100
Cuarzo	-	6.3	22.7	24.9	28.3	30.1
Feldespato (potásico + plagioclasa)	-	-	0.3	4.0	9.9	10.0
Vidrio volcánico	-	4.9	11.0	25.6	17.2	18.1
Piroxenos + anfíboles	-	-	-	-	-	-
Calcedonia	-	1.4	1.0	-	<0.1	-
Minerales opacos	-	0.6	0.2	5.2	10.0	11.3
Fragmentos líticos frescos	-	16.3	19.3	16.5	13.6	10.2
Fragmentos líticos alterados	2.0	5.4	15.6	13.5	16.3	18.2
Valvas carbonáticas	98.0	65.3	29.9	10.3	4.7	2.0
Micas	-	-	-	-	-	-
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	14,3	21,4	32,3	23,6	8,1	0,3

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices N°						Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	<100	
Cuarzo	-	1,3	7,3	5,9	2,3	0,1	16,9
Feldespato (potásico + plagioclasa)	-	-	0,1	2,3	0,8	<0,1	3,2
Vidrio volcánico	-	1,0	3,5	6,0	1,4	<0,1	11,8
Piroxenos + anfíboles	-	-	-	-	-	-	-
Calcedonia	-	0,3	0,3	-	<0,1	-	0,6
Minerales opacos	-	0,1	0,1	1,2	0,8	<0,1	2,2
Fragmentos líticos frescos	-	3,5	6,2	3,9	1,1	<0,1	14,4
Fragmentos líticos alterados	0,3	1,2	5,0	3,2	1,3	0,1	11,1
Valvas carbonáticas	14,0	14,0	9,7	2,4	0,4	<0,1	40,5
Micas	-	-	-	-	-	-	-
Total en fracción en tamiz	14,3	21,4	32,3	23,6	8,1	0,3	100,0

Breve descripción microscópica:

Son arenas gruesas, en general se usan mezcladas con las arenas de origen eólico para cumplir con la granulometría establecida en las normas IRAM para su uso como agregado para hormigón. Tienen muy elevado contenido de valvas carbonáticas (40 %). El resto lo constituyen principalmente cuarzo, rocas volcánicas tanto frescas como alteradas y vidrio volcánico. En la fotomicrografía se observa el material retenido en el tamiz N° 100 (con luz paralela). Predominan las rocas volcánicas andesíticas, con pastas vítreas, cuarzo, feldespato, fragmentos de valvas carbonáticas y minerales máficos y opacos.



Puerto Galván

Código de la Cantera en el Mapa: 3

Tipo de Explotación: Se trata de un material de origen marino, de edad reciente. Corresponde al material extraído por dragado de la ría de Bahía Blanca frente a Puerto Galván.

Ubicación y vías de Acceso: Se accede a través del camino de acceso al Puerto de Ing. White desde la ruta 3 sur.

Los resultados indicados en las tablas corresponden a valores promedio de 4 muestras analizadas.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	<100
Cuarzo	-	6,1	25,0	34,9	33,2	34,2
Feldespato (potásico + plagioclasa)	-	0,9	2,4	10,1	11,1	20,1
Vidrio volcánico	-	4,9	8,5	8,8	8,0	9,1
Piroxenos + anfíboles	-	-	0,3	0,3	4,4	4,5
Calcedonia	1,2	0,8	0,9	0,8	-	-
Minerales opacos	-	0,5	0,3	0,6	4,5	4,8
Fragmentos líticos frescos	9,7	23,3	23,3	21,2	20,8	12,5
Fragmentos líticos alterados	1,3	8,9	14,3	18,5	13,6	11,7
Valvas carbonáticas	87,8	54,6	25,0	4,8	4,4	3,1
Micas	-	-	-	-	-	-
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	7,8	4,5	6,2	43,8	35,0	2,7

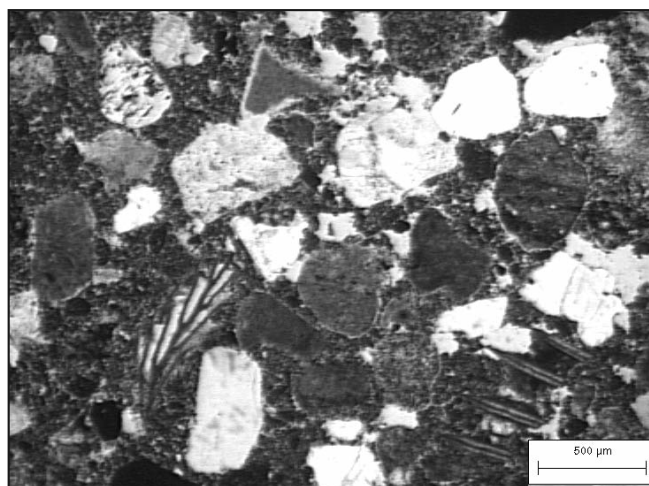
Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices N°						Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	<100	
Cuarzo	-	0,3	1,6	15,3	11,6	0,9	29,7
Feldespato (potásico + plagioclasa)	-	<0,1	0,1	4,4	3,9	0,5	9,0
Vidrio volcánico	-	0,2	0,5	3,9	2,8	0,2	7,6
Piroxenos + anfíboles	-	-	<0,1	0,1	1,5	0,1	1,7
Calcedonia	0,1	<0,1	<0,1	0,4	-	-	0,6
Minerales opacos	-	<0,1	<0,1	0,3	1,6	0,1	2,1
Fragmentos líticos frescos	0,8	1,0	1,4	9,3	7,3	0,3	20,1
Fragmentos líticos alterados	0,1	0,4	0,9	8,1	4,8	0,3	14,6
Valvas carbonáticas	6,8	2,4	1,6	2,1	1,5	0,1	14,5
Micas	-	-	-	-	-	-	-
Total en fracción en tamiz	7,8	4,5	6,2	43,8	35,0	2,7	99,9

Breve descripción microscópica:

Su granulometría es muy homogénea, se concentra prácticamente en el retenido tamiz N° 60 y 100. En su composición predomina cuarzo y fragmentos líticos tanto frescos como alterados y valvas carbonáticas. Es importante el contenido de vidrio volcánico fresco.

Los fragmentos líticos frescos están constituidos por rocas graníticas, cuarcitas y vulcanitas. Los alterados son principalmente rocas volcánicas con sus pastas vítreas parcialmente desvitrificadas. En la fotomicrografía se muestra el material retenido en el tamiz N° 60. Está constituido principalmente por fragmentos de valvas carbonáticas, vulcanitas con pastas vítreas, vidrio volcánico y cuarzo.



Partido de Villarino

Código de la Cantera en el Mapa: 4

Tipo de Explotación: El material corresponde a niveles arenosos y conglomerádicos, bolsonares, heterogéneos, emplazados debajo del nivel de tosca, al que se accede luego de la eliminación de aproximadamente 40 cm de suelo. Se muestrearon diferentes niveles de arena en tres perfiles. Estos depósitos probablemente son coetáneos con los limos areno-arcillosos pleistocénicos adjudicados al chapadmalense (*García et al. 1964*).

Ubicación y vías de Acceso: La cantera se encuentra ubicada a 12 Km al oeste de la localidad de Médanos (Partido de Villarino). Se llega por la ruta nacional N° 22. A 5 Km al sur de Médanos, se desvía a la derecha (7 Km) por la ruta que conduce al balneario Chapalcó.

Los resultados indicados en las tablas corresponden a valores promedio de 6 muestras de arena analizadas.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz

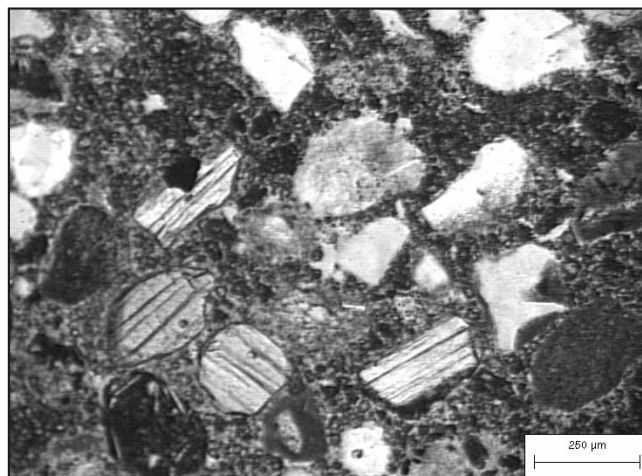
Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	<100
Cuarzo	8,8	19,0	22,9	26,5	23,9	26,5
Feldespato (potásico + plagioclasa)	-	1,5	3,8	12,0	8,4	9,5
Vidrio volcánico	3,6	8,8	9,5	7,4	15,4	9,8
Piroxenos + anfíboles	-	-	-	1,0	5,1	5,3
Calcedonia	3,3	2,7	0,5	0,1	<0,1	-
Minerales opacos	-	1,0	0,8	4,2	8,0	10,0
Fragmentos líticos frescos	26,4	27,0	23,9	13,3	8,5	6,9
Fragmentos líticos alterados	38,3	31,3	30,8	28,0	11,1	12,6
Carbonatos	19,6	8,7	7,8	7,5	10,1	8,5
Micas	-	-	-	-	9,5	10,9
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	19,1	11,6	13,5	30,9	14,7	10,2

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices N°						Composición en peso
	10	18	30	60	100	<100	
Cuarzo	1,7	2,2	3,1	8,2	3,5	2,7	21,4
Feldespato (potásico + plagioclasa)	-	0,2	0,5	3,7	1,2	1,0	6,6
Vidrio volcánico	0,7	1,0	1,3	2,3	2,3	1,0	8,6
Piroxenos + anfíboles	-	-	-	0,3	0,7	0,5	1,5
Calcedonia	0,6	0,3	0,1	<0,1	<0,1	-	1,0
Minerales opacos	-	0,1	0,1	1,3	1,2	1,0	3,7
Fragmentos líticos frescos	5,0	3,1	3,2	4,1	1,2	0,7	17,4
Fragmentos líticos alterados	7,3	3,6	4,2	8,7	1,6	1,3	26,7
Carbonatos	3,7	1,0	1,1	2,3	1,5	0,9	10,5
Micas	-	-	-	-	1,4	1,1	2,5
Total en fracción en tamiz	19,1	11,6	13,5	30,9	14,7	10,2	99,9

Breve descripción microscópica:

El material está constituido principalmente por cuarzo, y fragmentos líticos frescos y alterados. En la composición de los primeros predominan las rocas graníticas. Estas disminuyen con el tamaño de grano y a su vez se ve incrementado el contenido de cuarzo y feldespato como consecuencia de la separación de los minerales individuales a partir de estas rocas. Los fragmentos líticos alterados son principalmente rocas volcánicas con pastas vítreas desvitrificadas. Es abundante el contenido de vidrio volcánico fresco. En la fotomicrografía se observa el material retenido en el tamiz N° 100. Es abundante el vidrio volcánico, cuarzo, piroxenos, vulcanitas y carbonato de calcio.



Partido de Villarino

Código de la Cantera en el Mapa: 4

Tipo de Explotación: Se trata de conglomerados cuyo espesor varía entre 0,80 y 2 metros, constituido por clastos bien redondeados y pulidos producto de un largo proceso de transporte, por lo general derivados de rocas volcánicas porfíricas, de tamaño variado, con predominio de las que tienen entre 4 y 5 cm en su dimensión mayor. Están incluidos en una matrix arenosa y cementados por material calcáreo en sus niveles superiores. El material calcáreo se hace más puro en los niveles superiores de los depósitos y en algunas partes llega a formar una costra de unos 30 cm de espesor y cubriendo por completo los rodados. Estos mantos psefíticos se encuentran generalmente ocultos de la observación directa por una cubierta moderna espesa. Se pueden distinguir 2 niveles en su distribución. Uno que presenta un espesor de aproximadamente 2 metros con rodados abundantes. El segundo nivel está compuesto por mantos menos potentes, formados por rodados relativamente escasos, considerablemente más pequeños. Además predomina el material calcáreo en relación con la cantidad de clastos componentes.

Ubicación y vías de Acceso: La cantera se encuentra ubicada a 12 Km al oeste de la localidad de Médanos (Partido de Villarino). Se llega por la ruta nacional N° 22 y a 5 Km al sur de Médanos, se desvía a la derecha (7 Km) por la ruta que conduce al balneario Chapalcó.

En las tablas se muestra la composición promedio (sobre cuatro muestras analizadas) del canto rodado

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4
Cuarzo	-	-	-	-	-	-
Cuarcita	-	-	7,4	5,0	-	-
Tosca (caliche)	-	52,6	42,2	42,6	41,3	39,8
Areniscas	-	32,9	39,0	39,6	35,2	39,4
Rocas volcánicas básicas frescas	-	10,9	4,1	3,7	-	-
Rocas volcánicas básicas alteradas	-	3,6	0,2	0,3	23,5	20,8
Rocas volcánicas ácidas frescas	-	-	0,9	3,4	-	-
Rocas volcánicas ácidas alteradas	-	-	2,8	1,0	-	-
Rocas sedimentarios pelíticas	-	-	2,6	3,1	-	-
Rocas graníticas	-	-	0,4	0,5	-	-
Calcedonia	-	-	0,4	0,5	-	-
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	0,0	10,4	47,1	34,0	1,6	6,9

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices N°						Composición de la muestra en peso
	25	20	12,5	9,5	N° 4	<4	
Cuarzo	-	-	-	-	-	-	-
Cuarcita	-	-	3,5	1,7	-	-	5,2
Tosca (caliche)	-	5,5	19,8	14,3	0,6	2,7	42,9
Areniscas	-	3,4	18,3	13,5	1,0	2,7	38,9
Rocas volcánicas básicas frescas	-	1,1	1,9	1,3	-	-	4,3
Rocas volcánicas básicas alteradas	-	0,4	0,1	0,1	-	1,4	2,0
Rocas volcánicas ácidas frescas	-	-	0,4	1,1	-	-	1,5
Rocas volcánicas ácidas alteradas	-	-	1,3	0,3	-	-	1,6
Rocas sedimentarios pelíticas	-	-	1,2	1,1	-	-	3,3
Rocas graníticas	-	-	0,2	0,2	-	-	0,4
Calcedonia	-	-	0,2	0,2	-	-	0,4
Total en fracción en tamiz	0,0	10,4	47,1	34,0	1,6	6,9	100,0

Breve descripción microscópica:

En la composición del material predominan los clastos de tosca (caliche) (43 %) y areniscas con cemento calcáreo (39 %). Estas últimas son granos de arena de composición similar al material fino, cementados por calcita y eventualmente por dolomita. El resto corresponde a cuarcitas (5%) y rocas volcánicas (10 %). La mayoría de las partículas presenta pátinas de carbonato de calcio.

Bajo San José**Código de la Cantera en el Mapa: 5**

Tipo de Explotación: El material de estas canteras, objeto de explotación, es la fracción arena de sedimentos fluviales emplazados en las terrazas del arroyo Sauce Grande. Los sedimentos extraídos son seleccionados por tamizado, eliminando la fracción gruesa y por lavado la fracción limo - arcillosa.

Ubicación y vías de Acceso: Se muestrearon 2 canteras ubicadas en la intersección de la ruta Prov. N° 51 con el río Sauce Grande en el Bajo San José. A ambos lados de la ruta y separadas unos 2000 metros.

En las tablas se resume la composición petrográfico-mineralógica del material estudiado. Corresponde a valores promedio de 4 muestras analizadas.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	<100
Cuarzo	1,2	-	4,3	6,3	23,1	28,7
Feldespato (potásico + plagioclasa)	-	-	0,3	1,3	8,0	8,6
Vidrio volcánico	-	2,3	1,7	1,0	1,3	1,5
Piroxenos + anfíboles	-	-	-	-	0,4	0,8
Calcedonia	-	-	-	-	-	-
Minerales opacos	0,9	0,5	0,5	0,5	4,1	5,1
Fragmentos líticos frescos	49,7	51,4	54,7	58,3	34,0	29,0
Fragmentos líticos alterados	31,2	39,7	36,4	31,5	28,1	25,5
Carbonatos	17,0	6,1	2,1	1,1	1,0	0,8
Micas	-	-	-	-	<1,0	<1,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	27,4	13,8	15,1	29,2	6,5	8,0

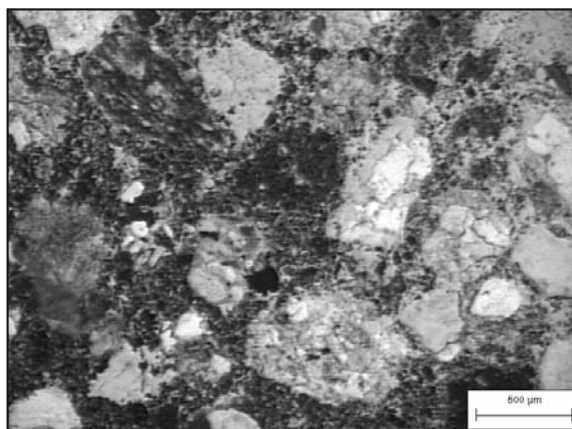
Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices N°						Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	<100	
Cuarzo	0,3	-	0,6	1,8	1,5	2,3	6,5
Feldespato (potásico + plagioclasa)	-	-	<0,1	0,4	0,5	0,7	1,6
Vidrio volcánico	-	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	1,0
Piroxenos + anfíboles	-	-	-	-	<0,1	0,1	0,1
Calcedonia	-	-	-	-	-	-	0,3
Minerales opacos	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,4	2,8
Fragmentos líticos frescos	13,6	7,1	8,2	17,0	2,2	2,3	50,4
Fragmentos líticos alterados	8,5	5,5	5,5	9,2	1,8	2,0	30,9
Carbonatos	4,7	0,8	0,3	0,3	<0,1	0,1	6,3
Micas	-	-	-	-	<0,1	<0,1	<0,1
Total en fracción en tamiz	27,4	13,8	15,1	29,2	6,5	8,0	99,9

Breve descripción microscópica:

En la composición de estos materiales predominan las rocas cuarcíticas y en menor proporción las graníticas. A medida que disminuye el tamaño de grano se incrementa el contenido de cuarzo y feldespato.

En la fotomicrografía se observa el material retenido en el tamiz N° 60 (con luz paralela). Las partículas son predominantemente redondeadas y en su composición predominan los fragmentos líticos frescos (cuarcitas y rocas graníticas).



Bajo San José

Código de la Cantera en el Mapa: 5

Tipo de Explotación: El material extraído en estas canteras corresponde a sedimentos fluviales emplazados en las terrazas del arroyo Sauce Grande. El material extraído es seleccionado por tamizado, eliminada la fracción limo - arcillosa por lavado y concentrado el canto rodado en los tamaños requeridos.

Ubicación y vías de Acceso: Se muestrearon 2 canteras ubicadas en la intersección de la ruta Prov. N° 51 con el río Sauce Grande en el Bajo San José. Existen explotaciones de agregados a ambos lados de la ruta, separadas unos 2000 metros.

En las tablas se resume la composición petrográfico-mineralógica promedio de 6 muestras analizadas.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4
Cuarcita	-	63,9	45,6	46,3	50,0	83,3
Cuarzo	-	12,2	39,1	35,1	26,5	16,7
Rocas volcánicas básicas	-	-	2,0	1,3	-	-
Rocas volcánicas ácidas	-	4,7	2,0	0,4	-	<0,1
Rocas volcánicas alteradas	-	6,5	0,9	3,6	2,9	<0,1
Rocas sedimentarias	-	9,6	9,5	12,9	20,6	<0,1
Rocas graníticas	-	3,1	0,9	0,4	-	-
Calcedonia	-	-	-	-	-	-
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	0,0	38,6	34,9	22,5	3,4	0,6

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices N°						Composición de la muestra en peso
	25	20	12,5	9,5	N° 4	<4	
Cuarcita	-	24,7	15,9	10,4	1,7	0,5	53,2
Cuarzo	-	4,7	13,7	7,9	0,9	0,1	27,3
Rocas volcánicas básicas	-	-	0,7	0,3	-	-	1,0
Rocas volcánicas ácidas	-	1,8	0,7	0,1	-	<0,1	2,6
Rocas volcánicas alteradas	-	2,5	0,3	0,8	0,1	<0,1	3,7
Rocas sedimentarias	-	3,7	3,3	2,9	0,7	<0,1	10,6
Rocas graníticas	-	1,2	0,3	0,1	-	-	1,6
Calcedonia	-	-	-	-	-	-	-
Total en fracción en tamiz	0,0	38,6	34,9	22,5	3,4	0,6	100,0

Breve descripción microscópica:

El material está constituido prácticamente en su totalidad por rocas cuarcíticas (53 %) y cuarzo (27 %). En menor proporción se identificaron rocas graníticas (2%), sedimentarias (11 %) y vulcanitas (7 %).

Villalonga

Código de la Cantera en el Mapa: 6

Tipo de Explotación: Cantera.

Ubicación y vías de Acceso: Se estudiaron 2 canteras denominadas Villalonga Norte: Ubicada a 25 Km al este de la localidad de Villalonga. Sobre la costa, en el establecimiento La Blanca y Villalonga Sur, ubicada a 10 Km al sur de la anterior.

En las tablas se resume la composición petrográfico-mineralógica de la arena estudiada, producto de la separación de la grava por tamizado en la misma cantera. Corresponde a valores promedio de 6 muestras analizadas.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	<100
Cuarzo	-	0,6	5,5	36,1	38,5	42,5
Feldespato (potásico + plagioclasa)	-	-	-	1,4	8,3	8,9
Vidrio volcánico	5,5	7,0	2,4	1,2	1,1	0,8
Piroxenos + anfíboles	-	-	-	0,3	5,5	6,0
Calcedonia	-	1,2	2,5	0,9	<0,1	-
Minerales opacos	-	0,4	0,9	2,6	6,1	7,0
Fragmentos líticos frescos	11,4	11,5	14,0	15,4	11,3	10,1
Fragmentos líticos alterados	64,9	62,4	54,2	30,9	22,5	20,4
Carbonatos	18,2	20,7	20,5	11,2	6,7	4,3
Micas	-	-	-	-	-	-
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	18,2	11,8	9,5	30,9	29,1	0,5

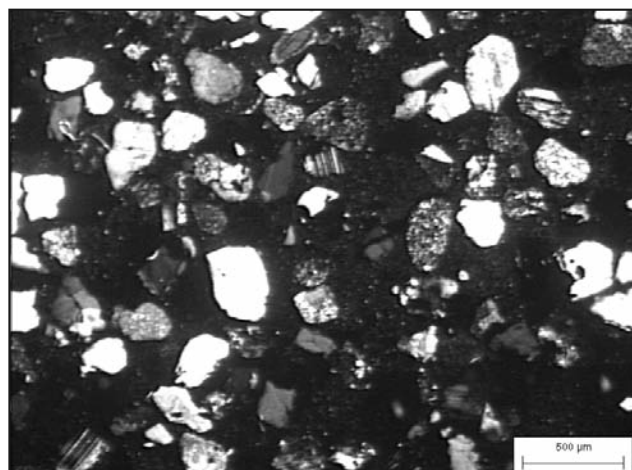
Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices N°						
	10	18	30	60	100	<100	Composición en peso
Cuarzo	-	0,1	0,5	11,1	11,2	0,2	23,1
Feldespato (potásico + plagioclasa)	-	-	-	0,4	2,4	<0,1	2,8
Vidrio volcánico	1,0	0,8	0,2	0,4	0,3	<0,1	2,7
Piroxenos + anfíboles	-	-	-	0,1	1,6	<0,1	1,7
Calcedonia	-	0,1	0,2	0,3	<0,1	-	0,6
Minerales opacos	-	<0,1	0,1	0,8	1,8	<0,1	2,8
Fragmentos líticos frescos	2,1	1,4	1,3	4,7	3,3	<0,1	12,8
Fragmentos líticos alterados	11,8	7,4	5,1	9,5	6,5	0,1	40,4
Carbonatos	3,3	2,4	1,9	3,5	1,9	<0,1	13,0
Micas	-	-	-	-	-	-	-
Total en fracción en tamiz	18,2	11,8	9,5	30,9	29,1	0,5	99,9

Breve descripción microscópica:

En la composición del agregado fino predominan las rocas volcánicas con sus pastas alteradas principalmente desvitrificadas. Tienen escasas crustificaciones carbonáticas y material calcáreo organógeno (fragmentos de valvas).

En la fotomicrografía se observa el material retenido en el tamiz N° 100. Está constituido en forma predominante por cuarzo y clastos líticos de vulcanitas principalmente andesíticas. En forma subordinada se identificó feldespato, minerales máficos, fragmentos de valvas y minerales opacos.



Villalonga

Código de la Cantera en el Mapa: 6

Ubicación y vías de Acceso: Se estudiaron 2 canteras denominadas Villalonga Norte: Ubicada a 25 Km al este de la localidad de Villalonga. Sobre la costa, en el establecimiento La Blanca y Villalonga Sur, ubicada a 10 Km al sur de la anterior.

En las tablas se resume la composición petrográfico-mineralógica del canto rodado estudiado. En las tablas se resume la composición del agregado grueso. La arena se separa por tamizado en la misma cantera. Corresponde a los valores promedio de 8 muestras analizadas.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4
Cuarcita	100	19,0	39,1	30,6	20,7	47,5
Cuarzo	-	-	1,9	1,1	0,7	3,0
Carbonato	-	-	-	-	2,7	2,5
Rocas volcánicas básicas frescas	-	29,6	5,2	14,3	18,4	13,3
Rocas volcánicas básicas alteradas	-	-	1,9	14,3	7,0	6,7
Rocas volcánicas ácidas frescas	-	-	16,0	18,1	20,4	13,3
Rocas volcánicas ácidas alteradas	-	29,6	18,4	14,3	12,4	5,0
Rocas sedimentarias	-	8,5	15,6	4,5	15,7	6,7
Rocas graníticas	-	13,4	1,9	2,6	2,0	2,0
Calcedonia	-	-	-	-	-	-
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	6,7	14,2	21,2	26,5	29,9	1,5

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices N°						Composición de la muestra en peso
	25	20	12,5	9,5	N° 4	<4	
Cuarcita	6,7	2,7	8,3	8,1	6,2	0,7	32,8
Cuarzo	-	-	0,4	0,3	0,2	<0,1	0,9
Carbonato	-	-	-	-	0,8	<0,1	0,8
Rocas volcánicas básicas frescas	-	4,2	1,1	3,8	5,5	0,2	14,9
Rocas volcánicas básicas alteradas	-	-	0,4	3,8	2,1	0,1	6,4
Rocas volcánicas ácidas frescas	-	-	3,4	4,8	6,1	0,2	14,5
Rocas volcánicas ácidas alteradas	-	4,2	3,9	3,8	3,7	<0,1	15,6
Rocas sedimentarias	-	1,2	3,3	1,2	4,7	0,1	10,5
Rocas graníticas	-	1,9	0,4	0,7	0,6	<0,1	3,6
Calcedonia	-	-	-	-	-	-	-
Total en fracción en tamiz	6,7	14,2	21,2	26,5	29,9	1,5	100,0

Breve descripción microscópica:

En la composición predominan las rocas volcánicas tanto frescas como alteradas principalmente a minerales arcillosos (51 %) y las rocas cuarcíticas (33 %). En forma subordinada se identificaron rocas sedimentarias (11 %) y escasa cantidad de rocas graníticas (4 %), cuarzo (1 %) y carbonatos (1%).

Cerros Colorados

Código de la Cantera en el Mapa: 7

Tipo de Explotación: Cantera a cielo abierto. Se encuentra en una lomada suave, explotada en dos niveles, cuya base se halla a unos 60 metros de la superficie

Ubicación y vías de Acceso: Es la cantera de piedra partida más importante de la zona. Se encuentra ubicada a unos 16 Km al SO de la Colonia San Martín de Tours, (Partido de Torquinst) al S de la laguna de Los Chilenos. Se accede a esta localidad por la ruta nacional N° 33.

Clasificación de la Roca: Granito

Origen: Ígneo

Mineralogía Primaria: cuarzo - feldespato potásico - plagioclasa - biotita

Mineralogía Secundaria: calcita - sericita - fluorita

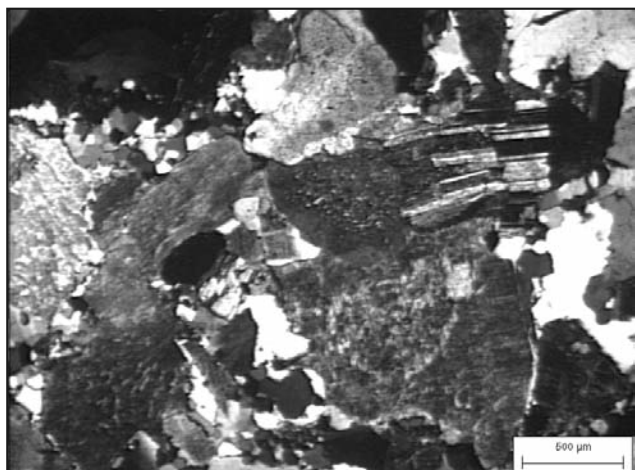
Color: Rosado

Textura y Estructura: Granular hipidiomórfica.

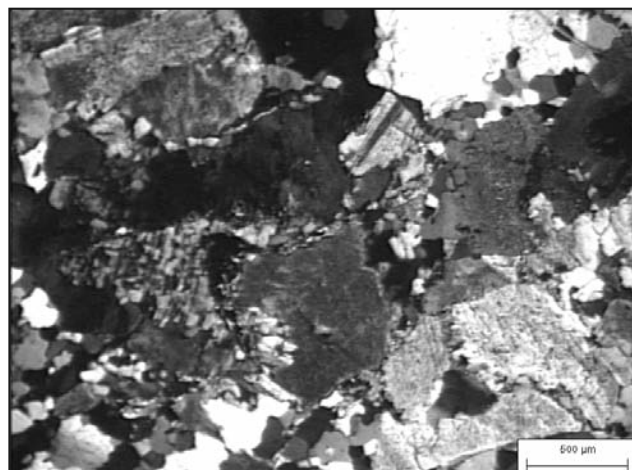
Coherencia: Muy buena

Características externas de los agregados: Escasa presencia de óxidos de hierro, fluorita y calcita.

Forma: Irregular equidimensional. Son muy escasas las formas planares.



Fotomicrografía N° 1



Fotomicrografía N° 2

Breve descripción microscópica:

La roca es un granito de grano mediano, en sectores parcialmente aplítico. Presenta leve sericitización con frecuentes zonas con pátinas de fluorita, en diaclasas y fracturas. Estudios geológicos de detalle permitieron reconocer evidencias de fuerte tectonismo dando como resultado el importante fracturamiento que presenta la roca.

En la tabla siguiente se resume la composición mineralógica promedio de 10 muestras estudiadas.

Mineral	%
Cuarzo	52
Feldespato potásico	34
Plagioclasa	12
Biotita	1
Minerales opacos	0,5
calcita	0,5

En la fotomicrografía N° 1 se muestra la textura granular hipidiomórfica, destacándose la presencia de cristales subhedrales de plagioclasa, deformados, feldespato potásico y abundante cuarzo microgranular anhedral, intercrystalino. La fotomicrografía N° 2 corresponde a otro sector donde el cuarzo anhedral presenta extinción ondulante y el feldespato potásico está argilizado. El mafito es biotita.

Cantera: Aguas Blancas

Código de la Cantera en el Mapa: 8

Tipo de Explotación: Cantera a cielo abierto. Existe una cantera inactiva de una superficie aproximada a 6 Ha. Se ha desarrollado un nivel de 5 a 9 metros de profundidad, con un sector sur que alcanza los -10 metros.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra ubicada a 10 Km al norte de la localidad de Dufaur (Partido de Saavedra), en la estancia homónima. Se accede a esta localidad por la ruta nacional N° 33.

Clasificación de la Roca: La roca es un granito de color rojizo, de grano medio a grueso, localmente pegmatítico

Origen: Ígneo

Mineralogía Primaria: Cuarzo - feldespato potásico - plagioclasa - biotita

Mineralogía Secundaria: Calcita - sericita

Color: Rosado

Textura y Estructura: Granular hoiptiomórfica

Coherencia: Muy buena

Características externas de los agregados: Presentan buena coherencia y superficies límpidas.

Forma: Irregular equidimensional. Son muy escasas las formas planares.

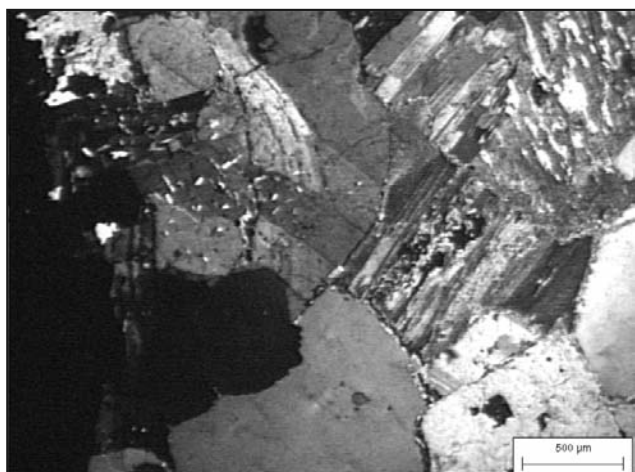
La composición mineralógica promedio se resume en la tabla siguiente

Mineral	%
Cuarzo	46
Feldespato potásico	32
Plagioclasa	19
Biotita	1
Minerales opacos	1
calcita	1

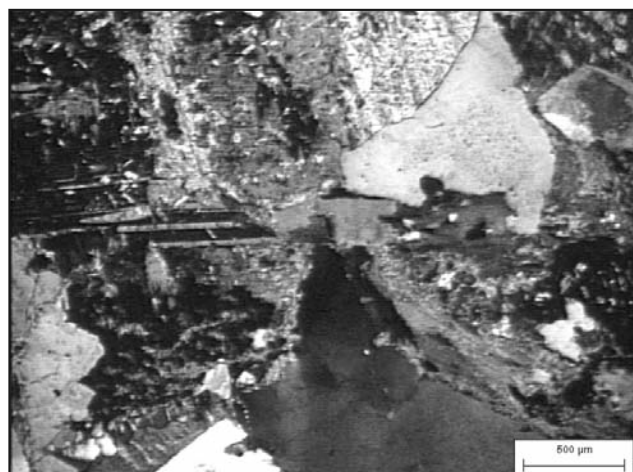
La plagioclasa aparece frecuentemente alterada a sericita. El cuarzo presenta extinción ondulante aunque el ángulo es bajo.

En la fotomicrografía N° 1 se muestra la textura granular hipidiomórfica con oligoclasa, feldespato potásico y cuarzo. El mafito es biotita. El feldespato potásico presenta perfitas y está levemente alterado a illita.

En la fotomicrografía N° 2 se observa otro sector de la roca con mayor argilización. El cuarzo presenta extinción ondulante, con un ángulo bajo.



Fotomicrografía N° 1



Fotomicrografía N° 2

Cantera: Pigüé

Código de la Cantera en el Mapa: 9

Tipo de Explotación: Cantera a cielo abierto. La roca se extrae y tritura en la misma cantera.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra ubicado próximo a la ciudad de Pigüé. Se accede por la ruta nacional N° 33.

Clasificación de la Roca: Ortocuarcita

Mineralogía Primaria: Cuarzo

Mineralogía Secundaria: Sericita - caolinita

Color: Blanco grisáceo

Textura y Estructura: Granoblástica

Coherencia: Muy buena

Características externas de los agregados: Presentan buena coherencia y fractura irregular.

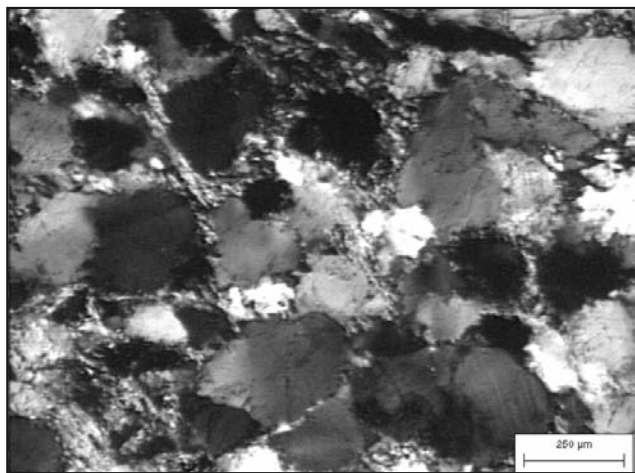
Forma: Irregular equidimensional. Son muy escasas las formas planares

La roca es una ortocuarcita, constituida por granos subredondeados de cuarzo, cementados por este mismo mineral. A ellos se asocian cristales tubulares pequeños de illita y nidos de caolín. El cuarzo presenta fuerte extinción ondulante y en algunos sectores es posible hallar fenómenos de policristalinidad.

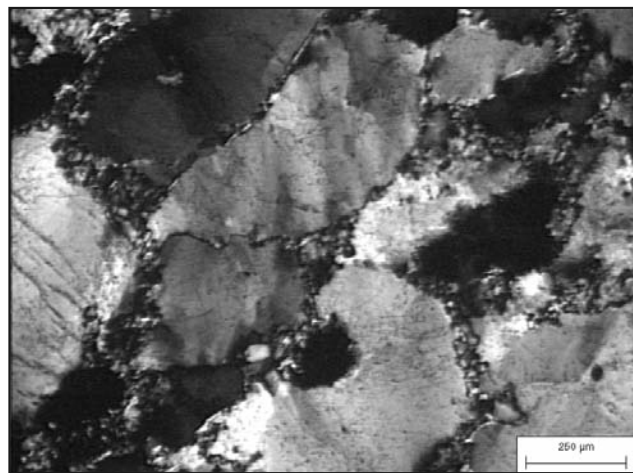
Del estudio de los cortes delgados se observó gran cantidad de illita orientada entre los granos de cuarzo, adoptando disposición planar coincidente con los lineamientos tectónicos, pequeña cantidad de caolinita dispuesta en nidos, agrupados en los espacios intergranulares y esporádicas venillas de montmorillonita. El cuarzo presenta extinción ondulante. El contacto entre los granos es irregular, dando texturas cataclásticas tipo mortero.

En la fotomicrografía N° 1 se muestra los granos de cuarzo con extinción ondulante, con bordes suturados, cementados por cuarzo fino e illita.

En la fotomicrografía N° 2 se muestra un detalle donde el cuarzo presenta fuerte extinción ondulante.



Fotomicrografía N° 1



Fotomicrografía N° 2

Patagones y Viedma. Canto rodado

Código de la Cantera en el Mapa: 10

Tipo de Explotación: Son materiales que corresponden a las terrazas del Río Negro. El frente de la cantera tiene una potencia de 2,5 a 3 m. El material es zarandeado en la misma cantera separando arena y canto rodado. Las muestras representativas se obtuvieron del acopio.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra en actividad. Está ubicada en el Km 1000 de la ruta nacional N° 3, cerca de la ciudad de Viedma.

Previamente el material fue separado por tamizado. Se analizó en forma separada el canto rodado y la arena
Corresponde a valores promedio de 6 muestras analizadas.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

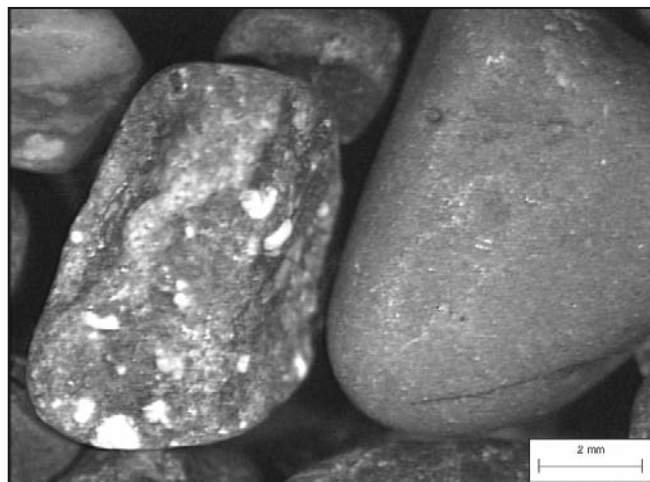
Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4
Vulcanitas básicas	38,0	30,3	39,9	-	-	-
Vulcanitas ácidas	42,9	41,5	37,5	0,5	-	-
Rocas graníticas	-	15,4	3,4	-	-	-
Areniscas cuarzosas	4,9	6,6	3,4	0,5	-	-
Tobas líticas	14,2	4,1	14,8	-	-	-
Cuarzo	-	-	1,0	-	-	-
Valvas	-	2,1	-	-	-	-
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	55,5	24,1	20,3	0,1	-	-

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción sobre el tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4	
Vulcanitas básicas	21,1	7,3	8,1	-	-	-	36,5
Vulcanitas ácidas	23,8	10,0	7,6	<0,1	-	-	41,4
Rocas graníticas	-	3,7	0,7	-	-	-	4,4
Areniscas cuarzosas	2,7	1,6	0,7	<0,1	-	-	5,0
Tobas líticas	7,9	1,0	3,0	-	-	-	11,9
Cuarzo	-	-	0,2	-	-	-	0,2
Valvas	-	0,5	-	-	-	-	0,5
Total retenido s/ tamiz	55,5	24,1	20,3	0,1	-	-	99,9

Breve descripción microscópica:

El canto rodado está constituido principalmente por rocas volcánicas (78 %), predominando levemente las ácidas (41 %) sobre las básicas (37 %). Algunas pastas tienen vidrio volcánico fresco y alterado (argilizado). En menor proporción se identificaron tobas líticas (12 %), areniscas cuarzosas (5 %) y rocas graníticas (4 %). Es muy escasa la cantidad cuarzo (0,2 %) y de valvas (0,5 %). Los clastos tienen superficies límpidas con escasas crustificaciones superficiales. Las partículas de mayor tamaño presentan una pequeña patina compuesta, principalmente de sílice criptocristalina, precipitada a partir de soluciones ricas en sílice. Algunos clastos de vulcanitas, en especial las ácidas, están argilizados aunque no modifican sustancialmente sus características físicas. En el retenido del tamiz 13,2 mm, se observaron planos de diaclasas y/o fracturas, selladas con óxidos de hierro y manganeso. En la fotomicrografía se muestra dos partículas: una vulcanita riolítica de grano fino a la derecha y una toba lítica a la izquierda.



Patagones y Viedma. Arena

Código de la Cantera en el Mapa: 10

Tipo de Explotación: Los materiales se extraen de las terrazas del Río Negro. El frente de la cantera tiene una potencia de 2,5 a 3 m. El material es zarandeado en la misma cantera separando la fracción arena. Las muestras representativas se obtuvieron del acopio.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra en explotación ubicada en el Km 1000 de la ruta nacional N° 3, a pocos Km de la ciudad de Viedma.

Los resultados indicados en las tablas corresponden a valores promedio de 6 muestras analizadas.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

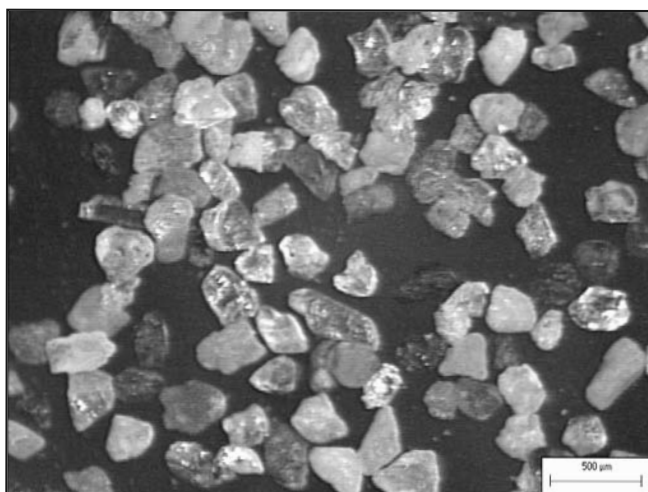
Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	<100
Vulcanitas básicas	48,0	47,4	39,1	27,9	22,3	17,6
Vulcanitas ácidas	34,0	28,9	30,4	28,9	28,6	29,4
Rocas graníticas	1,0	2,0	1,5	1,0	-	-
Areniscas cuarzosas	3,0	5,3	2,2	2,1	0,9	3,0
Tobas líticas	8,9	5,3	6,5	8,1	1,8	-
Cuarzo	4,0	7,9	19,6	28,9	35,7	41,2
Calcedonia	1,0	1,4	-	-	-	-
Minerales opacos	-	-	1,0	3,1	8,9	17,6
Terrones blandos	-	-	-	-	0,9	-
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	40,3	3,8	4,6	38,4	11,2	1,7

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total,

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/ tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	<100	
Vulcanitas básicas	19,4	1,8	1,8	10,7	2,5	0,3	36,4
Vulcanitas ácidas	13,7	1,1	1,4	11,1	3,2	0,5	31,0
Rocas graníticas	0,4	<0,1	<0,1	0,4	-	-	0,9
Areniscas cuarzosas	1,2	0,2	0,1	0,8	0,1	<0,1	2,5
Tobas líticas	3,6	0,2	0,3	3,1	0,2	-	7,4
Cuarzo	1,6	0,3	0,9	11,1	4,0	0,7	18,6
Calcedonia	0,4	<0,1	-	-	-	-	0,5
Minerales opacos	-	-	<0,1	1,2	1,0	0,3	2,5
Terrones blandos	-	-	-	-	0,1	-	0,1
Total retenido s/tamiz	40,3	3,8	4,6	38,4	11,2	1,7	100,0

Breve descripción microscópica:

La arena está constituida principalmente por rocas volcánicas (67 %), con leve predominio de las básicas sobre las ácidas, con cuarzo subordinado (19 %). El 14 % restante lo constituyen tobas líticas (7 %), areniscas cuarzosas (3 %), minerales opacos (3 %) y muy escasa cantidad de rocas graníticas (1%). En el retenido sobre el tamiz 0,15 mm se identificaron terrones blandos aunque su participación en la muestra total es insignificante. En las fracciones más gruesas se identificó calcedonia, representa el 0,5 %, en peso, en la muestra total. Se observaron escasas adherencias superficiales en el retenido tamiz 2 mm, constituidas por sedimentos finos, fijados por un cemento carbonático y agujas de yeso. Sobre los clastos de cuarzo y areniscas cuarzosas en las fracciones más gruesas, se desarrolla tinción por precipitación de óxidos de hierro. A partir del retenido en el tamiz 0,6 mm los clastos se presentan límpidos con muy pocos granos teñidos. Las vulcanitas tienen pastas afaníticas por lo que se asume la presencia de vidrio volcánico. No hay evidencias de alteraciones. Los minerales opacos son principalmente magnetita. Los terrones blandos observados en el retenido tamiz 0,15 mm son margas y calizas arenosas inconsolidadas. En la fotomicrografía se muestra la morfología y composición del material retenido en el tamiz N° 60.



Patagones y Viedma

Código de la Cantera en el Mapa: 11

Tipo de Explotación: Esta cantera no está activa. El frente del afloramiento expone niveles de rodado y arena, pobremente estratificados. Muchos clastos tienen una pátina de sílice criptocristalina en la superficie y carbonatación superficial.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra ubicada, en proximidades del Km 1000 de la ruta Nacional N° 3, frente a la anterior.

Los resultados indicados en las tablas corresponden a valores promedio de 3 muestras analizadas

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

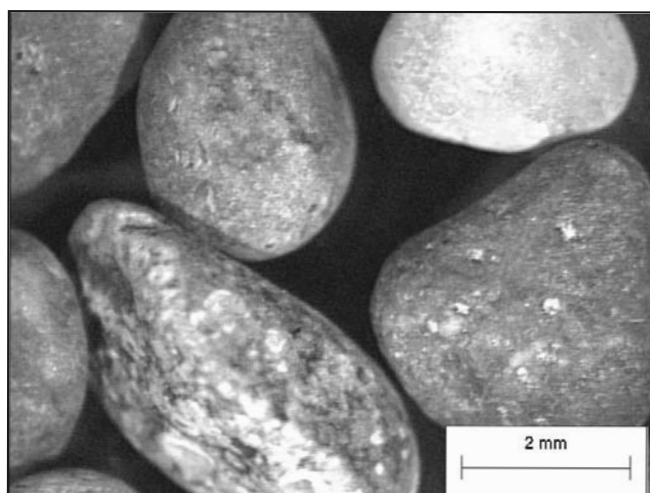
Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4
Vulcanitas básicas	11,6	33,3	29,0	24,8	27,1	28,6
Vulcanitas ácidas	37,7	37,7	34,0	40,0	38,9	35,7
Rocas graníticas	11,6	-	2,1	3,0	2,0	2,5
Areniscas cuarzosas	13,0	9,6	9,9	7,9	5,9	7,1
Tobas líticas	24,6	14,0	25,1	23,0	26,1	21,4
Cuarzo	-	5,3	-	-	-	4,5
Calcedonia	-	-	-	1,2	-	-
Minerales opacos	-	-	-	-	-	4,2
Terrones blandos	-	-	-	-	-	0,1
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	6,9	11,4	43,5	16,5	20,3	1,4

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/ tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	26,5	19,0	13,2	9,5	4,75	< 4,75	
Vulcanitas básicas	0,8	3,8	12,6	4,1	5,5	0,4	27,2
Vulcanitas ácidas	2,6	4,3	14,8	6,6	7,9	0,5	36,7
Rocas graníticas	0,8	-	0,9	0,5	0,4	<0,1	2,6
Areniscas cuarzosas	0,9	1,1	4,3	1,3	1,2	0,1	8,9
Tobas líticas	1,7	1,6	10,9	3,8	5,3	0,3	23,6
Cuarzo	-	0,6	-	-	-	<0,1	0,7
Calcedonia	-	-	-	0,2	-	-	0,2
Minerales opacos	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1
Terrones blandos	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1
Total retenido s/ tamiz	6,9	11,4	43,5	16,5	20,3	1,4	100,0

Breve descripción microscópica:

El material está constituido principalmente por rocas volcánicas (64 %). Predominan las ácidas (37 %) sobre las básicas (27 %) y tobas líticas (24 %). En menor proporción se identificaron areniscas cuarzosas (9 %). En el retenido sobre el tamiz 9,5 mm, es escasa la cantidad de rocas graníticas (3 %) y cuarzo (< 1%). Se identificó muy escasa cantidad de calcedonia, minerales opacos y terrones blandos en el pasante del tamiz 4,75 mm aunque su participación en la muestra total es insignificante. Los clastos presentan crustificaciones principalmente silíceas. Tienen adherencias superficiales de material clástico fino, fijado principalmente por carbonato. Las vulcanitas ácidas muestran evidencias de caolinización. En la fracción más gruesa, se observaron individuos con sulfuros superficiales los que al oxidarse precipitan en sus cercanías yeso y óxidos de hierro. Los clastos que pasan el tamiz 9,5 mm tienen escasas adherencias constituidas principalmente por sedimentos finos y carbonatos, adheridos a las rugosidades superficiales de los distintos componentes líticos. Las crustificaciones no son muy abundantes, se reconocen en la superficie y por lo general no están distribuidas uniformemente. Se concentran en el pasante del tamiz 4,75 mm. En la fotomicrografía se observa el predominio de vulcanitas andesíticas y tobas.



Patagones y Viedma

Código de la Cantera en el Mapa: 12

Tipo de Explotación: Se halla en explotación. Los agregados se obtienen luego de eliminar una capa de suelo, de espesor variable, que no supera los 0,5 m, y están constituidos por conglomerado y arena. El espesor expuesto del banco extraído es de unos 2 m sin observarse la base.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra sobre la ruta nacional N° 3 próxima a las anteriores.

Los resultados indicados en las tablas corresponden a valores promedio de 3 muestras analizadas.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

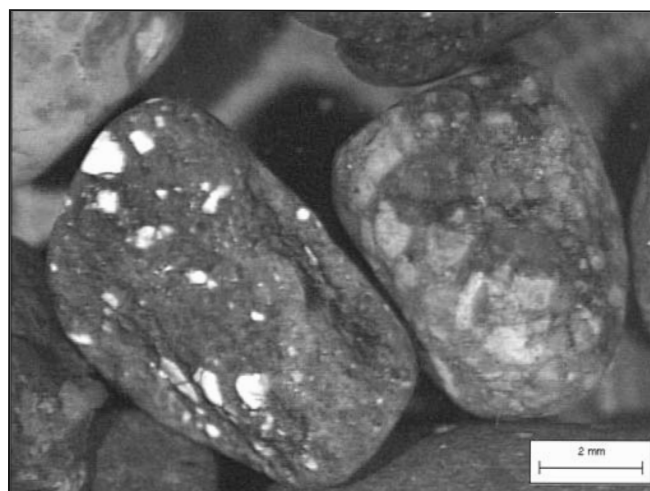
Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4
Vulcanitas básicas	-	-	22,9	25,8	22,1	20,8
Vulcanitas ácidas	-	-	47,0	44,1	47,1	45,9
Rocas graníticas	-	-	4,1	2,1	1,7	3,9
Areniscas cuarzosas	-	-	3,1	5,9	4,1	4,2
Tobas líticas	-	-	19,0	21,0	23,2	20,8
Cuarzo	-	-	1,9	1,1	1,7	4,2
Calcedonia	-	-	1,0	-	-	-
Terrones blandos	-	-	1,0	-	-	0,2
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	0,0	0,0	61,7	18,6	17,2	2,4

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/ tamiz						
	26,5	19,0	13,2	9,5	4,75	< 4,75	Composición de la muestra en peso
Vulcanitas básicas	-	-	14,1	4,8	3,8	0,5	23,2
Vulcanitas ácidas	-	-	29,0	8,2	8,1	1,1	46,4
Rocas graníticas	-	-	2,5	0,4	0,3	<0,1	3,3
Areniscas cuarzosas	-	-	1,9	1,1	0,7	0,1	3,8
Tobas líticas	-	-	11,7	3,9	4,0	0,5	20,1
Cuarzo	-	-	1,2	0,2	0,3	0,1	1,8
Calcedonia	-	-	0,6	-	-	-	0,6
Terrones blandos	-	-	0,6	-	-	<0,1	0,7
Total retenido s/tamiz	0,0	0,0	61,7	18,6	17,2	2,4	99,9

Breve descripción microscópica:

El material analizado está constituido principalmente por rocas volcánicas (70 %). Predominan las ácidas (46 %) sobre las básicas (23 %), y tobas líticas (20 %). El 10 % restante lo constituyen areniscas cuarzosas (4 %), cuarzo (2 %), rocas graníticas (3 %) y muy escasa cantidad de minerales opacos y calcedonia. Esta última se identificó en el retenido sobre el tamiz 13,2 mm. Los clastos presentan escasas adherencias superficiales de sedimentos más finos fijados débilmente por carbonatos. También hay escasas crustificaciones silíceas. Se observaron muchos clastos quebrados. La mayoría aún conservan sectores redondeados. En el material que pasa el tamiz 4,75 mm hay escasa materia orgánica (raíces y tallos). El material pulverulento de fondo tiene abundante calcita y elementos clásticos semejantes a los del agregado. En la fotomicrografía se observa dos partículas de tobas líticas.



Patagones y Viedma

Código de la Cantera en el Mapa: 12

Tipo de Explotación: Corresponde al material de afloramiento de otro sector de la cantera, cercano al río. Presenta características similares.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra sobre la ruta nacional N° 3 próxima a las anteriores.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4
Vulcanitas básicas	22,1	20,6	33,9	32,3	34,1	30,0
Vulcanitas ácidas	43,9	43,4	36,0	40,0	30,5	28,3
Rocas graníticas	-	5,1	2,1	3,1	2,4	1,7
Areniscas cuarzosas	5,9	5,1	3,0	3,1	3,7	3,3
Tobas líticas	28,1	25,7	25,0	20,0	28,0	33,3
Cuarzo	-	-	-	1,5	1,2	3,3
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	42,1	13,6	23,6	6,5	8,2	6,0

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

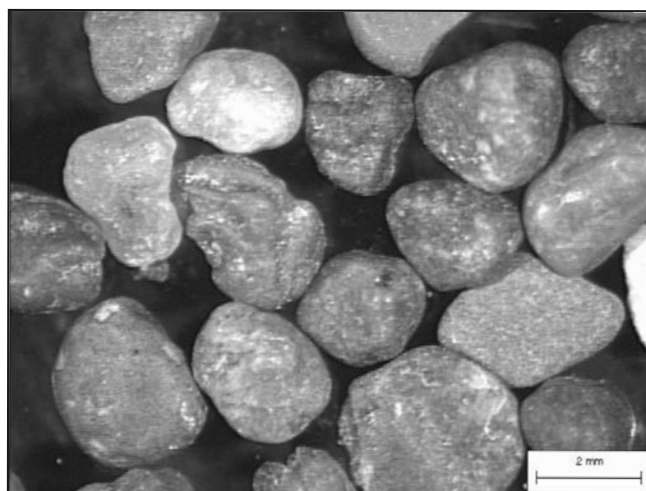
Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/ tamiz (mm)						Composición de la muestra en peso
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4	
Vulcanitas básicas	9,3	2,8	8,0	2,1	2,8	1,8	26,9
Vulcanitas ácidas	18,5	5,9	8,5	2,6	2,5	1,7	39,5
Rocas graníticas	-	0,7	0,5	0,2	0,2	0,1	1,7
Areniscas cuarzosas	2,5	0,7	0,7	0,2	0,3	0,2	4,6
Tobas líticas	11,8	3,5	5,9	1,3	2,3	2,0	26,8
Cuarzo	-	-	-	0,1	0,1	0,2	0,4
Total retenido s/ tamiz	42,1	13,6	23,6	6,5	8,2	6,0	100,0

Breve descripción microscópica:

El material está constituido principalmente por rocas volcánicas (66 %). Predominan las ácidas (40 %) sobre las básicas (27 %), y tobas líticas (27 %). El 7 % restante lo constituyen areniscas cuarzosas (5 %), rocas graníticas (2 %) y muy escasa cantidad de cuarzo (< 1%). Se observaron escasas crustificaciones superficiales y algunas adherencias de material fino, principalmente silíceo y en menor proporción carbonático. En general los clastos de vulcanitas ácidas presentan argilización incipiente a moderada, principalmente sericitización, con silicificación subordinada. Las vulcanitas básicas están cloritizadas, con sectores donde se reconoce desferrización.

Las vulcanitas tienen texturas vítreas y criptocristalinas (afáníticas). No se identificaron terrones blandos.

En la fotomicrografía se observa el predominio de rocas volcánicas en su composición.



Patagones y Viedma

Código de la Cantera en el Mapa: 12

Tipo de Explotación: Corresponde al material de otro sector de la cantera, cercano al río. Presenta características similares. Se tomó muestra del acopio existente en el lugar. Los niveles explotables muestran espesores superiores a 1,5 m. El material es una mezcla de arena y grava polimíctica con predominio de vulcanitas.

Ubicación y vías de Acceso: Esta cantera no está activa, se encuentra al S de la ruta, frente a la cantera 2.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

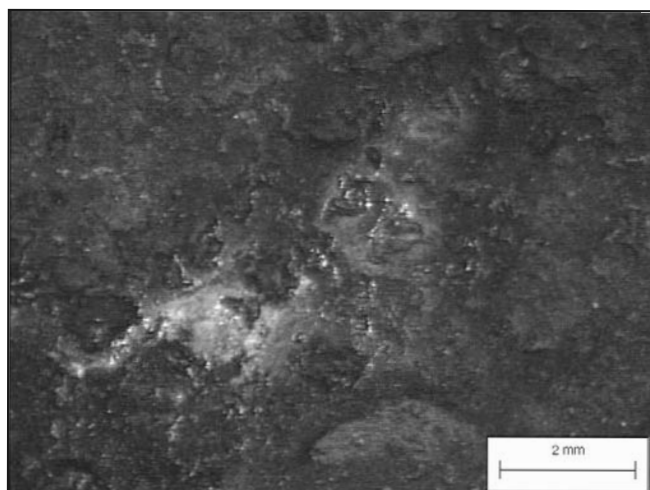
Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4
Vulcanitas básicas	-	28,6	39,0	39,9	35,9	31,5
Vulcanitas ácidas	-	57,1	45,9	42,2	43,1	41,3
Rocas graníticas	-	14,3	1,4	2,2	1,1	2,2
Areniscas cuarzosas	-	-	4,1	10,3	5,0	6,5
Tobas líticas	-	-	8,2	20,6	10,0	7,6
Cuarzo	-	-	1,4	8,1	3,9	7,6
Rocas metamórficas	-	-	-	2,2	1,1	1,1
Vidrio volcánico	-	-	-	-	-	2,2
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	0,0	7,7	14,6	22,3	46,2	9,2

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/ tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4	
Vulcanitas básicas	-	2,2	5,7	8,9	16,6	2,9	36,3
Vulcanitas ácidas	-	4,4	6,7	9,4	19,9	3,8	44,1
Rocas graníticas	-	1,1	0,2	0,4	0,5	0,2	2,4
Areniscas cuarzosas	-	-	0,6	1,3	2,3	0,6	4,8
Tobas líticas	-	-	1,2	1,3	4,6	0,7	7,8
Cuarzo	-	-	0,2	0,7	1,8	0,7	3,4
Rocas metamórficas	-	-	-	0,2	0,5	0,1	0,8
Vidrio volcánico	-	-	-	-	-	0,2	0,2
Total retenido s/tamiz	0,0	7,7	14,6	22,3	46,2	9,2	99,8

Breve descripción microscópica:

El material está constituido principalmente por rocas volcánicas (80,4 %). En menor proporción se identificaron tobas líticas (8 %), areniscas cuarzosas (5 %), cuarzo (3 %) y rocas graníticas (2 %). Es muy escasa la cantidad de rocas metamórficas (0,8 %) y vidrio volcánico (0,2 %). Este último se observó solo en la fracción de menor tamaño. Los clastos tienen adherencias superficiales de sedimentos finos fijados por carbonato de calcio y en menor proporción sílice criptocristalina. En la fotomicrografía se observa estas características. La roca granítica es una granodiorita, presenta sus mafitos cloritizados. Los feldespatos están argilizados. Predominan las plagioclasas. Entre las riolitas se observaron clastos muy alterados, algunos, si bien no constituyen terrones blandos, se desagregan con facilidad. Hay rodados argilizados y texturas parcialmente vítreas. La andesita tiene textura microgranular, se reconocen los cristales zonados de plagioclasas, algunos alcanzan hasta 1,5 mm. El mafito es hornblenda y en la pasta queda vidrio relicto. Las tobas líticas se presentan quebradas según sus planos de estratificación. En general la mayoría de las rocas volcánicas tienen vidrio fresco en sus pastas y son de grano fino. Puede observarse leve argilización de feldespatos y cloritización de mafitos. El cuarzo es granular grueso, opalino y masivo a translúcido pero bien cristalizado. En algunos casos se presenta teñido por óxidos e hidróxidos de hierro. No se observaron terrones blandos. Se concentró el material pasa tamiz 4,75 mm para su análisis por DRX. El estudio permitió identificar montmorillonita y calcita.



Patagones y Viedma

Código de la Cantera en el Mapa: 13

Tipo de Explotación: Esta cantera se halla en explotación. El frente del laboreo minero está ubicado en la zona de alta terraza del valle. El espesor supera los 2 m. El material se presenta crustificado por abundante carbonato de calcio con sectores silicificados los que suelen comportarse como cemento, litificando al sedimento.

Ubicación y vías de Acceso: Esta cantera se encuentra ubicada sobre la ruta provincial N° 1, a escasos kilómetros de la ciudad de Viedma.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

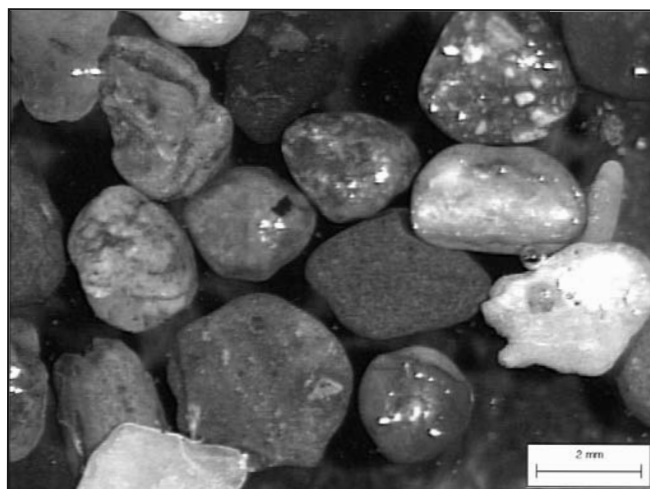
Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4
Vulcanitas básicas	50,1	19,5	31,6	19,1	14,3	18,2
Vulcanitas ácidas	35,0	30,5	42,1	36,2	28,6	9,1
Rocas graníticas	-	13,9	4,0	6,4	-	-
Areniscas cuarzosas	-	2,6	4,0	4,3	1,8	-
Tobas líticas	-	22,2	2,1	6,4	3,6	4,6
Vidrio volcánico	-	-	-	-	-	4,4
Areniscas calcáreas	14,9	11,3	15,1	29,8	50,0	63,6
Terrones blandos	-	-	1,1	-	1,7	-
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	32,3	30,2	27,8	4,7	2,8	2,2

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4	
Vulcanitas básicas	16,2	5,9	8,8	0,9	0,4	0,4	32,6
Vulcanitas ácidas	11,3	9,2	11,7	1,7	0,8	0,2	34,9
Rocas graníticas	-	4,2	1,1	0,3	-	-	5,6
Areniscas cuarzosas	-	0,8	1,1	0,2	<0,1	-	2,1
Tobas líticas	-	6,7	0,6	0,3	0,1	0,1	7,8
Vidrio volcánico	-	-	-	-	-	<0,1	<0,1
Areniscas calcáreas	4,8	3,4	4,2	1,4	1,4	1,4	16,6
Terrones blandos	-	-	0,3	-	<0,1	-	0,4
Total retenido s/tamiz	32,3	30,2	27,8	4,7	2,8	2,2	100,0

Breve descripción microscópica:

El material analizado está constituido principalmente por rocas volcánicas (68 %) y areniscas calcáreas (17 %). Dentro de las rocas volcánicas predominan levemente las ácidas (riolitas) (35 %) sobre las básicas (andesitas + basalto) (33 %). En menor proporción se identificaron tobas líticas (8 %) y rocas graníticas (6 %), con muy escasa cantidad de areniscas cuarzosas (2 %). Se observó vidrio volcánico en la fracción de menor tamaño aunque su participación en la muestra total es menor del 0,1 %, como se observa en la fotomicrografía. Los clastos presentan importante cantidad de sedimentos finos adheridos a la superficie, fijados por carbonato de calcio. Las areniscas calcáreas son concreciones de sedimentos, de matrix calcárea, principalmente de arenas. En general son poco consolidadas pero no llegan a ser deleznales. Las vulcanitas ácidas presentan una alteración moderada que en algunos individuos pueden calificarse como intensa. El proceso principal es argilización con fuerte concentración de óxidos e hidróxidos de hierro que tiñen al clasto. Se observaron texturas vítreas y procesos de silicificación. Las partículas de vulcanitas básicas presentan texturas finas, la mayoría afaníticas y parcialmente vítreas. La alteración es argílica y se puede calificar como de incipiente a moderada. Las andesitas tienen pastas intersetales y parcialmente vítreas. Los basaltos están muy alterados, aunque no llegan a constituir terrones blandos.



Patagones y Viedma

Código de la Cantera en el Mapa: 14

Tipo de Explotación: Esta cantera se halla en explotación. El frente del laboreo minero está ubicado en la zona de alta terraza del valle. El material se presenta crustificado por abundante carbonato de calcio con sectores silicificados los que suelen comportarse como cemento, litificando al sedimento.

Ubicación y vías de Acceso: Esta cantera se encuentra ubicada frente al Faro, en el área del balneario.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

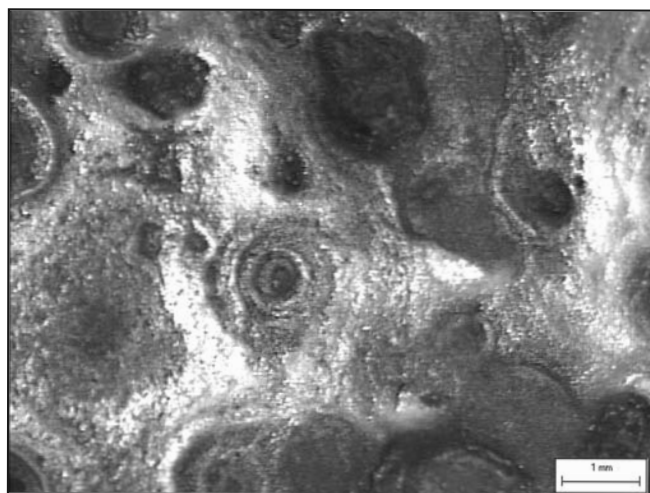
Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	25 (1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4 (5 mm)	<4
Vulcanitas básicas	38,2	22,0	34,1	31,8	35,8	30,3
Vulcanitas ácidas	53,9	67,3	50,9	45,4	40,1	37,9
Rocas graníticas	-	-	2,9	-	2,1	1,5
Areniscas cuarzosas	-	-	2,1	10,0	8,1	7,6
Tobas líticas	7,9	10,7	9,1	10,9	8,1	4,5
Cuarzo	-	-	-	0,9	0,7	6,1
Vidrio volcánico	-	-	-	-	-	1,5
Calcedonia	-	-	0,9	0,9	-	-
Areniscas calcáreas	-	-	-	-	5,2	9,1
Yeso	-	-	-	-	-	1,5
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	19,1	15,9	34,0	11,0	13,4	6,6

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción s/ tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	25(1")	20 (3/4")	12,5 (1/2")	9,5 (3/8")	N° 4(5 mm)	<4	
Vulcanitas básicas	7,3	3,5	11,6	3,5	4,8	2,0	32,7
Vulcanitas ácidas	10,3	10,7	17,3	5,0	5,4	2,5	51,3
Rocas graníticas	-	-	1,0	-	0,3	0,1	1,4
Areniscas cuarzosas	-	-	0,7	1,1	1,1	0,5	3,4
Tobas líticas	1,5	1,7	3,1	1,2	1,1	0,3	8,9
Cuarzo	-	-	-	0,1	0,1	0,4	0,6
Vidrio volcánico	-	-	-	-	-	0,1	0,1
Calcedonia	-	-	0,3	0,1	-	-	0,4
Areniscas calcáreas	-	-	-	-	0,7	0,6	1,3
Yeso	-	-	-	-	-	0,1	0,1
Total retenido s/tamiz	19,1	15,9	34,0	11,0	13,4	6,6	100,0

Breve descripción microscópica:

El material analizado está constituido principalmente por rocas volcánicas (84 %), Predominan las riolitas (51 %) sobre las andesitas (33 %). En menor proporción se identificaron tobas líticas (9 %) y areniscas cuarzosas (3 %). Es muy escasa la cantidad de rocas graníticas, cuarzo y areniscas calcáreas (1 %). Se identificó calcedonia en el retenido tamiz 13,2 mm y 9,5 mm (0,4 %), vidrio volcánico y yeso. Estos dos últimos se observaron solo en la fracción de menor tamaño y constituyen el 0,1 % en peso de la muestra total. Los clastos tienen crustificaciones superficiales de carbonato de calcio, en menor proporción silíceas y adherencias clásticas de materiales finos muy ricos en cuarzo y con escaso vidrio volcánico. En la fotomicrografía se observan las características y composición predominante de las partículas. La alteración es incipiente, predominando la argilización. Las vulcanitas tanto básicas como ácidas tienen vidrio en sus pastas. Principalmente las ácidas están argilizadas, fenómeno que se incrementa en los fenocristales de feldespatos. Las tobas están parcialmente silicificadas y teñidas con óxidos de hierro. Las rocas graníticas presentan incipiente alteración arcillosa. No se observaron terrones blandos.



Patagones y Viedma

Código de la Cantera en el Mapa: 15

Tipo de Explotación: Es una cantera de arena que se halla en explotación. Se extraen dos tipos de arena una gruesa (arena roja) y otra más fina. Presenta un encape de suelo de espesor variable que, en promedio, oscila en un metro. El frente en explotación es de unos 10 metros de altura, se extrae arena gruesa de los 3 metros superiores y el resto es arena más fina. El depósito es de origen marino y de edad reciente.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra ubicada cerca a la lobería en el área costera.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	<100
Vulcanitas básicas	20	30,4	23,1	22,9	22,1	21,1
Vulcanitas ácidas	50	36,7	31,8	31,0	29,9	27,9
Areniscas cuarzosas	10	5,1	4,0	3,0	5,2	2,9
Tobas líticas	8	7,6	8,7	4,0	2,9	1,0
Cuarzo	3	11,5	20,2	22,1	22,9	25,0
Valvas (clastos biogénicos)	7	7,6	12,1	14,0	10,0	9,6
Vidrio volcánico	-	-	-	3,0	1,8	2,9
Minerales opacos	-	-	-	-	5,2	9,6
Terrones blandos	-	1,0	-	-	-	-
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	0,2	7,9	17,3	37,1	27,1	10,4

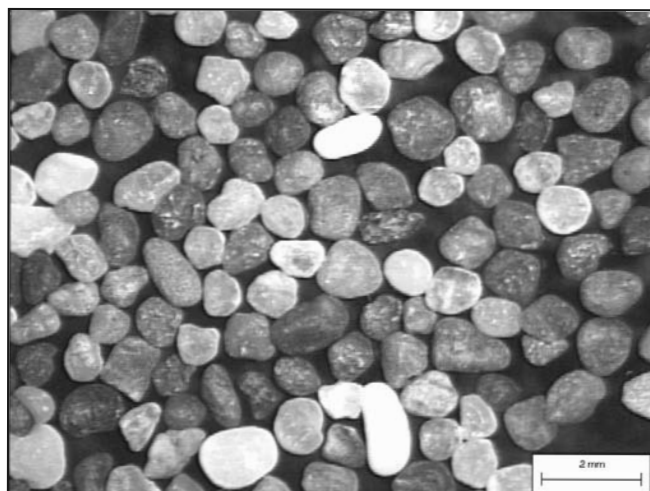
Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción sobre tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	<100	
Vulcanitas básicas	<0,1	2,4	4,0	8,5	6,0	2,2	23,0
Vulcanitas ácidas	0,1	2,9	5,5	11,5	8,1	2,9	30,9
Areniscas cuarzosas	<0,1	0,4	0,7	1,1	1,4	0,3	3,9
Tobas líticas	<0,1	0,6	1,5	1,5	0,8	0,1	4,6
Cuarzo	<0,1	0,9	3,5	8,2	6,2	2,6	21,5
Valvas (clastos biogénicos)	<0,1	0,6	2,1	5,2	2,7	1,0	11,6
Vidrio volcánico	-	-	-	1,1	0,5	0,3	1,9
Minerales opacos	-	-	-	-	1,4	1,0	2,4
Terrones blandos	-	<0,1	-	-	-	-	0,1
Total retenido s/tamiz	0,2	7,9	17,3	37,1	27,1	10,4	99,9

Breve descripción microscópica:

El material analizado está constituido principalmente por rocas volcánicas (54%), con predominio de las riolíticas (51 %) sobre las básicas (33 %). Es abundante el cuarzo (21,5 %). En menor proporción se identificaron valvas (12 %). Es muy escaso el contenido de areniscas cuarzosas (4 %), tobas líticas (4,6 %), minerales opacos (2,4 %) y vidrio volcánico (2 %). Este último se identificó en las fracciones más finas, se presenta límpido y transparente. Es muy escasa la cantidad de terrones blandos en el retenido sobre el tamiz 1 mm aunque su participación en la muestra total es menor del 0,1 %. Están constituidos por arenisca calcárea. Los clastos se presentan límpidos, solo se observaron escasas crustificaciones silíceas en el material retenido sobre el tamiz 1 mm. En las vulcanitas hay texturas parcialmente vítreas. No presentan alteraciones. Los minerales opacos están representados por magnetita.

En la fotomicrografía se muestra la morfología y composición del material retenido en el tamiz N° 30.



Yacimientos potenciales costeros

Código de la Cantera en el Mapa:16

Tipo de Explotación: Se trata de áreas potenciales para explotaciones futuras.

Características del banco muestreado: Depósitos de material arenoso, predominando los finos, en el área costera de volúmenes variables. Su origen es marino, de edad reciente, influenciados por la erosión eólica.

Ubicación y vías de Acceso: Afloramientos próximos a la zona marina costera, dentro del área sur, cercana al balneario. (Se tomaron muestras a unos 15 Km al sur de la cantera 7).

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	<100
Vulcanitas básicas	-	37,5	25,0	20,1	13,0	16,7
Vulcanitas ácidas	-	37,5	31,9	26,0	20,8	16,7
Areniscas cuarzosas	-	8,0	2,8	2,0	2,0	4,2
Tobas líticas	-	1,0	2,8	1,0	1,0	<1,0
Cuarzo	-	12,5	20,8	35,0	45,2	45,8
Valvas (clastos biogénicos)	-	3,5	16,7	13,9	15,0	8,3
Vidrio volcánico	-	-	-	-	1,0	-
Minerales opacos	-	-	-	2,0	2,0	8,3
Terrones blandos	-	<0,5	-	-	-	-
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	0,0	0,8	7,2	60,3	29,3	2,4

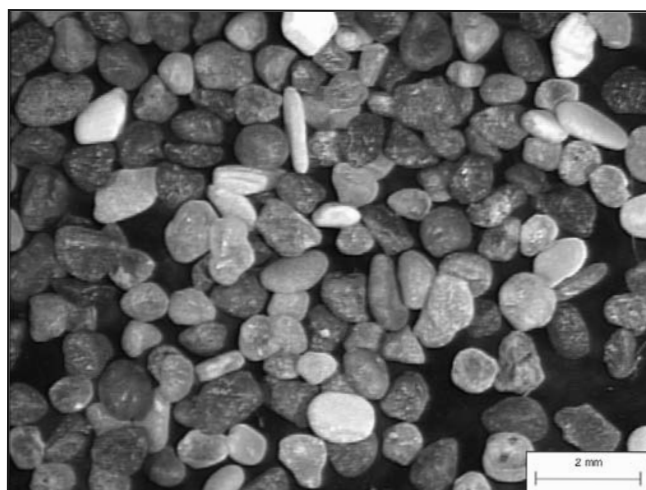
Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total,

Constituyentes	% en peso de los constituyentes fracción sobre tamiz (en mm)						Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	<100	
Vulcanitas básicas	-	0,3	1,8	12,1	3,8	0,4	18,4
Vulcanitas ácidas	-	0,3	2,3	15,7	6,1	0,4	24,8
Areniscas cuarzosas	-	<0,1	0,2	1,2	0,6	0,1	2,2
Tobas líticas	-	<0,1	0,2	0,6	0,3	<0,1	1,2
Cuarzo	-	0,1	1,5	21,1	13,2	1,1	37,0
Valvas (clastos biogénicos)	-	<0,1	1,2	8,4	4,4	0,2	14,3
Vidrio volcánico	-	-	-	-	0,3	-	0,3
Minerales opacos	-	-	-	1,2	0,6	0,2	2,0
Terrones blandos	-	<0,1	-	-	-	-	<0,1
Total retenido s/tamiz	0,0	0,8	7,2	60,3	29,3	2,4	100,1

Breve descripción microscópica:

El material analizado está constituido principalmente por rocas volcánicas (43 %), con predominio de las riolíticas (25 %) sobre las básicas (18 %) y cuarzo (37 %). El 20 % restante lo constituyen valvas (14 %) y escasa cantidad de areniscas cuarzosas (2 %), minerales opacos (2 %) y tobas líticas (1 %). Se identificó muy escasa cantidad de terrones blandos retenidos sobre el tamiz 1 mm, aunque representa menos del 0,1 % en peso de la muestra total. Se observaron moderadas adherencias superficiales de material clástico fino en el retenido sobre el tamiz 1 mm y 0,6 mm, con evidencias de tinción superficial de óxidos de hierro. No se observaron procesos de alteración en los clastos de rocas volcánicas. Hay fragmentos de vulcanitas de pastas afaníticas que tienen vidrio volcánico. Hay trazas de materia orgánica. El principal mineral opaco es magnetita.

En la fotomicrografía se muestra la morfología y composición del material retenido en el tamiz N° 60.



Olavarría. Rocas graníticas. Cerro Redondo

Código de la Cantera en el Mapa: 17

Tipo de Explotación: Cantera a cielo abierto.

Características del afloramiento: Asomo del basamento constituido por rocas graníticas de textura granoblástica, feldespáticas con distribución irregular de las zonas máficas. La alteración se concentra en fracturas generando una incipiente argilización de feldespatos y desferrización de mafitos.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra en cercanías de la ciudad de Olavarría. Se accede por la ruta Nacional N° 226.

Clasificación de la Roca: El agregado está constituido por dos tipos de rocas granudas holocristalinas que se diferencian principalmente por la presencia de cristaloblastos de feldespato potásico. La roca corresponde a un granito una de color rosado, de grano medio a grueso, localmente pegmatítico y la otra de color gris.

Origen: Ígneo

Mineralogía Primaria: Cuarzo - feldespato potásico - biotita

Mineralogía Secundaria: Calcita - sericita

Color: Rosado

Textura y Estructura: Granular

Coherencia: Muy buena

Características externas de los agregados: Presentan buena coherencia y superficies límpidas.

Forma: La trituración genera formas irregulares equidimensionales. Son muy escasas las formas planares

La composición mineralógica es la siguiente:

Roca color gris rosada:

El mineral más abundante es el microclino, con ortosa subordinada. En menor proporción se identificó oligoclasa. Estos minerales adoptan un hábito subhedral. Los dos primeros están débilmente argilizados, mientras que la oligoclasa no presenta indicios de alteración. Intersticialmente cristalizó cuarzo con extinción ondulante. En menor proporción se presenta cuarzo con textura sacaroide localizado en sectores de mortero y en venas. (Fotomicrografía N° 1).

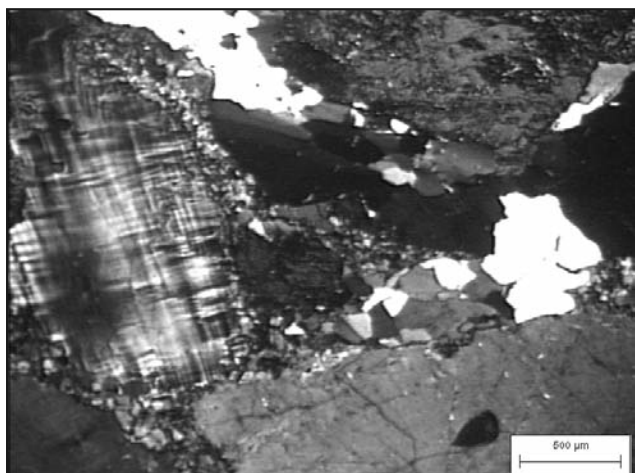
El mafito más abundante es hornblenda con biotita subordinada. Ambos minerales están débilmente cloritizados. Se observaron escasos minerales opacos. La textura es granoblástica a porfiroblástica. Se observaron escasos minerales opacos.

Este material constituye el 29 % del total de la roca. Las partículas son irregulares equidimensionales.

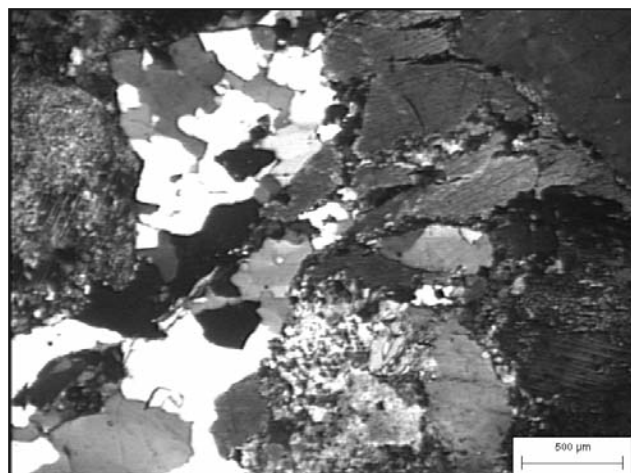
Roca color gris:

Está constituida por fenoblastos de oligoclasa con deformación de sus maclas, subhedrales, con leves indicios de argilización. Intersticialmente cristalizó cuarzo anhedral, con extinción ondulante. En sectores localizados se observó cuarzo con textura sacaroide.

Los mafitos son biotita y hornblenda parcialmente argilizados. Se observaron escasos minerales opacos y como accesorios el más característico es el apatito. La textura es granoblástica. Constituye el 71 % del total de la muestra. (Fotomicrografía N° 2). Todas las partículas presentan adherencias superficiales de material particulado de la misma composición.



Fotomicrografía N° 1



Fotomicrografía N° 2

Olavarría. Migmatitas graníticas**Código de la Cantera en el Mapa: 18**

Características del afloramiento: Grandes lomadas que resaltan en las llanuras circundantes. Son rocas principalmente migmatíticas, con bandeamiento moderado, diferenciándose mineralógica y texturalmente, dando sectores con concentración de minerales máficos y otros con elevado contenido de cuarzo.

Tipo de Explotación: Cantera abierta en afloramientos del basamento ígneo - metamórfico.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra ubicada en el partido de Olavarría.

Clasificación de la Roca: Se identificaron dos tipos de roca: Predominan migmatitas esquistosas. En menor proporción participa una migmatita feldespática milonitizada. Un 69 % está integrado por una roca granular gris oscura y el 31 % por una roca clara de color predominante rosado. La más abundante está formada por cuarzo anhedral fino, distribuido en islotes asociado con plagioclasa y mafitos agrupados preferentemente en sectores sin definir una estructura esquistosa. Estos minerales máficos le otorgan la coloración final a los clastos mayoritarios. El resto está conformado por una roca rica en feldespato potásico, ortosa - microclino, asociados con cuarzo. El mafito, micas y anfíboles, se disponen en bandas discontinuas, incluso han sido arrastrados dando lugar a zonas de milonitización. El feldespato cristalizó en grandes fenoclastos, resaltándose el color de la roca por su presencia.

Origen: Ígneo - Metamórfico

Mineralogía Primaria: Feldespato potásico - ortosa - microclino - cuarzo - biotita - anfíboles

Mineralogía Secundaria: Los feldespatos están débilmente argilizados (sericitizados) y los mafitos cloritizados. El grado de alteración no modifica las características físicas del agregado.

Color: Rosado y gris.

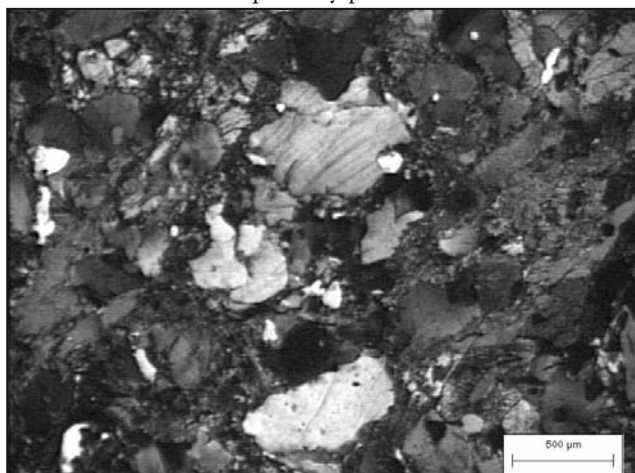
Textura y Estructura: Granoblástica.

Coherencia: Muy buena

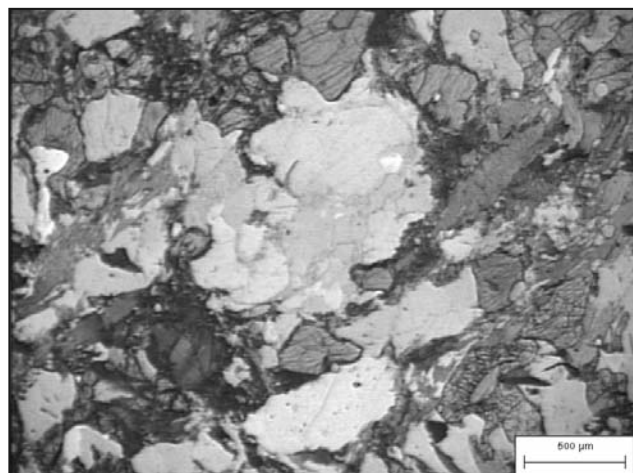
Características externas de los agregados: Presentan buena coherencia y superficies límpidas.

Forma: Irregular equidimensional en su mayoría. Son muy escasas las formas planares (8 %).

Al microscopio la roca gris - oscura presenta un bandeamiento generado por la disposición de mafitos intercalados con zonas claras donde se acumula principalmente el cuarzo y el feldespato. La zona máfica está constituida principalmente por augita, hornblenda y biotita, con escasa cantidad de minerales opacos y apatito con alteración incipiente. Las zonas félicas, están constituidas por fenoclastos de ortosa y plagioclasa con sus maclas muy deformadas y de cuarzo totalmente anhedral, con fuerte tensionamiento ($AEO \cong 18^\circ$), unidos a través de áreas de contacto de cuarzo granular fino con textura sacaroide, en mortero, con clara extinción ondulante. Estos sectores se distribuyen en lentes suborientados, incluyendo fenoclastos de mafitos, principalmente biotita en textura poiquilitica. En algunos clastos hay lentes de cuarzo granular fino, tienen continuidad comportándose como venillas. La roca se califica como migmatita esquistosa. (Fotomicrografía N° 1). La otra roca, está constituida por grandes cristales de ortosa y microclino, fuertemente deformados, con alteración arcillosa incipiente, con sus bordes corroídos o afectados por movimientos que desarrollaron zonas de mortero. Por lo general están contenidos en masas de agregados de cuarzo granular fino, sacaroide con hornblenda y biotita dispuestos en grandes fenoclastos y en otros sitios triturada dando lugar a colas de arrastre de los fenoclastos feldespáticos mayores. En estos sitios es común la cloritización de la biotita, con óxidos de hierro exsueles. El cuarzo presenta un bajo AEO ($\cong 10^\circ$). (Fotomicrografía N° 2). El proceso de deformación que dio origen al mortero, desarrolla una desmezcla en los sectores periféricos de los fenoclastos de ortosa - microclino, cristalizando en texturas mirmequíticas y pertíticas.



Fotomicrografía N° 1



Fotomicrografía N° 2

Olavarría. Calizas**Código de la Cantera en el Mapa: 19****Tipo de Explotación:** Cantera a cielo abierto, minada en bancos de potencia variable.**Ubicación y vías de Acceso:** Se encuentra ubicada al SE de la ciudad de Olavarría.**Clasificación de la Roca:** Caliza cristalina**Origen:** Sedimentario metamorfozado.**Mineralogía Primaria:** Calcita - Cuarzo-sílice criptocristalina-ópalo**Mineralogía Secundaria:** Illita- hematita - goetita - caolinita. En la masa de calcita de grano fino es abundante el óxido de hierro, por lo general cristalizado en los interespacios cristalino y con bordes difusos, principalmente goetita.**Color:** Gris oscuro - gris verdoso - pardo rojiza.**Textura y Estructura:** Es una caliza, de grano muy fino, textura afanítica, fractura irregular, con tendencia a concoidal. Muestra una leve estratificación. Algunos fragmentos se presentan atravesados por venillas compuestas principalmente por carbonatos, calcita, llegando a algunos cm de espesor. A estereomicroscopio puede observarse que la caliza presenta textura granular fina, con sectores, especialmente en los planos de estratificación, donde se concentran los minerales hidroxilados de hierro, hematita y goetita. Es común observar venillas de calcita, constituidas por grandes cristales a los que se asocian escasa cantidad de distintas formas de sílice (cuarzo, sílice criptocristalina y ópalo).**Coherencia:** Muy buena**Características externas de los agregados:** Fracturas irregulares, formas poliédricas.**Forma:** Irregular equidimensional con moderado porcentaje de fragmentos lajosos.

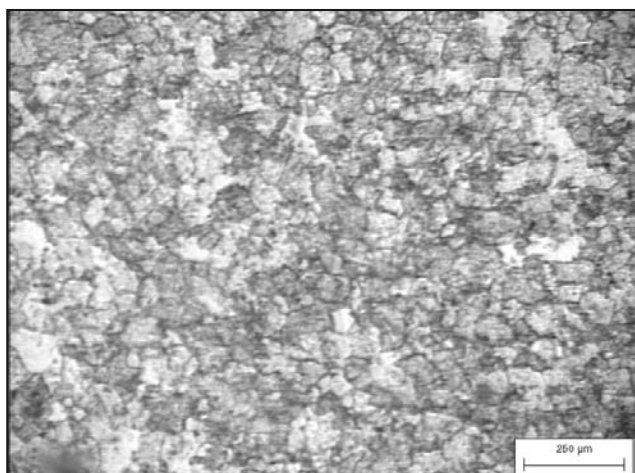
Por test microquímicos (exposición de la sílice por lixiviación del carbonato de calcio con ácido clorhídrico y luego ataque con NaOH 1 N en caliente, durante 15 minutos), puede estimarse que la relación cuarzo a cristobalita + ópalo es de 3 a 1. (El ataque con NaOH eliminó la sílice lábil quedando como relicto el cuarzo). Analizado el material por difracción de rayos X, se identificó cuarzo en forma predominante, con escasa cantidad de minerales arcillosos: illita y caolinita.

Al microscopio de polarización se observa una masa cristalina cuyo componente principal es carbonato de calcio, calcita. Alcanzan tamaños entre 10 y 20 micrones. Están distribuidos en una textura sacaroide muy fina.

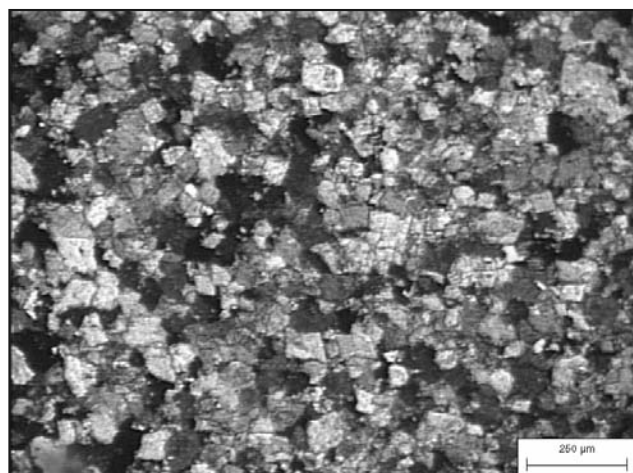
Esporádicamente se observan aglutinaciones de sílice adoptando formas de venillas, no muy extensas (no superan los 2 mm de largo y tienen menos de 40 micrones de espesor), lentes y concentraciones puntuales en general pequeñas. Estas tres formas de sílice están constituidas por cuarzo muy fino, de forma irregular, desarrollado intersticialmente y una cantidad difícil de estimar de cristobalita contenida en una masa amorfa, atribuida a ópalo.

Además se observaron pequeños clastos de formas irregulares de minerales opacos (hematita - magnetita), alcanzando a $20 \approx 25 \mu$, estimándose un porcentaje de aproximadamente 1%. También en algunos sectores pueden observarse hidróxidos de hierro, principalmente goetita. Su distribución es irregular y se concentra en los sectores de la muestra que evidencian procesos de intemperismo.

La roca está atravesada por finas venillas de calcita recristalizada muy pura, de escasos micrones de espesor. En la fotomicrografía N° 1 se muestra la textura de la roca, la cristalinidad y el hábito anhedral e intersticial del cuarzo y la sílice criptocristalina. La fotomicrografía N° 2 es la misma con nicols cruzados.



Fotomicrografía N° 1



Fotomicrografía N° 2

Arena fina Olavarría.**Código de la Cantera en el Mapa: 20****Tipo de Explotación:** Extracción de arenas fluviales actuales o recientes.**Ubicación y vías de Acceso:** Son explotaciones locales, bolsonares, de escaso volumen.**Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.**

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	Pasa 100
Cuarzo	0	81	82	90	90	91
Areniscas silíceas	100	15	11	8	5	6
Ar. Silíceas ferruginosas	0	-	4	-	4	-
Rocas graníticas	0	1	1	-	-	-
Terrones blandos	0	3	1	-	-	-
Minerales opacos	0	-	1	2	1	3
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	0,1	0,2	0,7	63,9	30,3	4,7

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices						Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	Pasa 100	
Cuarzo	0	0,2	0,6	57,5	27,3	4,3	89,9
Areniscas silíceas	0,1	<0,1	<0,1	5,1	1,5	0,3	7,0
Ar. Silíceas ferruginosas	0	-	<0,1	-	1,2	-	1,2
Rocas graníticas	0	<0,1	<0,1	-	-	-	0,1
Terrones blandos	0	<0,1	<0,1	-	-	-	0,1
Minerales opacos	0	-	<0,1	1,3	0,3	0,1	1,7
Total en fracción en tamiz	0,1	0,2	0,7	63,9	30,3	4,7	100,0

Breve descripción microscópica:

El estudio microscópico a grano suelto, permitió determinar que la muestra está constituida en forma predominante por cuarzo (90 %), con cantidades subordinadas de areniscas silíceas (8 %), algunas con cemento ferruginoso. El 2 % restante lo componen minerales opacos y cantidades insignificantes de rocas graníticas y terrones blandos. Estos últimos están constituidos por óxidos de hierro sobre restos vegetales, constituyen el 0,1 % de la muestra total en peso y sólo se identificaron en los retenidos en los tamices N° 18 y 30.

Las superficies de los clastos se presentan límpidas. Sólo se observó tinción superficial en algunos clastos de cuarzo y en las areniscas ferruginosas. En el retenido tamiz N° 100, aparecen algunos clastos de areniscas de grano fino color "chocolate", similares a los observados en el retenido tamiz 30, adjudicados a areniscas ferruginosas.

El 81 % de las partículas son redondeadas, el 19 % irregulares equidimensionales.

No hay evidencias de alteraciones, ni crustificaciones superficiales. Solo se observó tinción superficial débil debida a la presencia de óxidos e hidróxidos de hierro, principalmente en las areniscas silíceas.

Arena de trituración Olavarría**Código de la Cantera en el Mapa: 21****Tipo de Explotación:** Material fino generado por trituración de rocas para la obtención de agregado grueso.**Ubicación y vías de Acceso:** Plantas de trituración de la zona.

En la tabla se indica la granulometría

Tamiz N°	10	18	30	60	100	<100
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	40,4	17,1	9,9	18,5	7,2	7,0

Origen: Ígneo – Metamórfico**Clasificación de la Roca:** El material gris rosado se califica como Migmatita granítica y el gris (sin feldespato potásico) como migmatita granodiorítica**Mineralogía Primaria:** Qtz – Feldespato - Anfíboles (hornblenda) - Pl**Mineralogía Secundaria:** Los feldespatos están débilmente argilizados (sericitizados) y los mafitos cloritizados.**Color:** En la composición del agregado participan dos tipos de rocas: una de grano grueso, de color gris rosado claro, rica en cuarzo cristalino, de fractura irregular.**Textura y Estructura:** La textura es cristaloblástica, con cierta orientación de zonas cuarzo-feldespáticas y de áreas máficas.**Características externas de los agregados:** Presentan muy buena coherencia y superficies limpias.**Forma:** El proceso de trituración genera un 85 % de partículas irregulares equidimensionales y un 15 % de formas irregulares planares.**Rocas color gris rosado:**

El feldespato potásico puede alcanzar dimensiones milimétricas. El mafito más abundante es hornblenda, aunque no supera el 10 % del total de la muestra. Constituye el 53 % del total de la muestra.

La otra roca es de color gris. Está constituida por plagioclasa subhedral, de grano fino, levemente argilizada con cantidades subordinadas de cuarzo. El mafito más característico es la hornblenda a la que se asocia cantidades menores de biotita. Ambos minerales están levemente cloritizados. Se disponen en bandas discontinuas subparalelas, otorgando un cierto bandeamiento. Constituye el 47 % del total de la muestra.

Las partículas del agregado presentan adherencias superficiales de material fino, cuya composición es la misma que la roca. El cuarzo es anhedral, con extinción ondulante. Un porcentaje de éste tiene textura cataclástica producido por el tectonismo que la afectó.

Azul

Código de la Cantera en el Mapa: 22

Tipo de Explotación: A cielo abierto. Cantera de piedra partida.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra ubicada al SE de la ciudad de Azul en proximidades de la ruta Nacional N° 3.

Clasificación de la Roca: Metamorfitas cuarcíticas con inclusiones feldespáticas.

Origen: Metamórfico.

Mineralogía Primaria: Cuarzo-feldespato potásico - biotita - anfíbol-apatito-titanita

Mineralogía Secundaria: Sericita – clorita.

Color: Gris oscuro con manchas blanquecinas rosadas de feldespato. Algunas partículas presentan coloración gris verdosa por adherencias superficiales, de polvo de la roca molida, a veces con la acumulación de epidoto, mineral contenido en la misma.

Textura y Estructura: La textura de la roca es porfiroblástica

Características externas de los agregados: Presentan muy buena coherencia y fractura irregular.

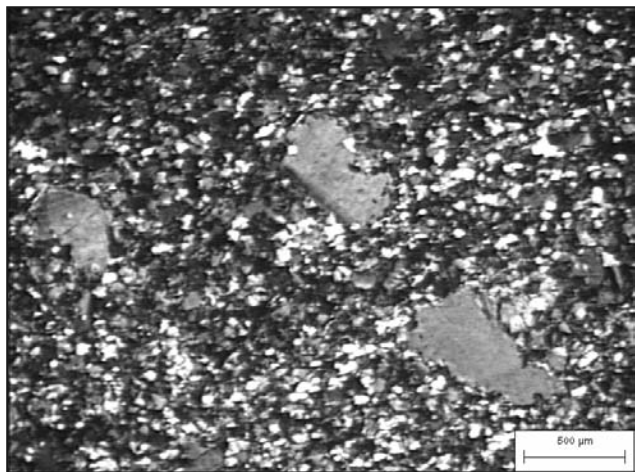
Forma: La piedra partida desarrolla pocos individuos de hábito planar.

Los componentes principales son: abundante cuarzo fino anhedral, con muy escasa cantidad de feldespato de tamaño similar que incluye en sus interespacios biotita y un anfíbol muy modificado posiblemente derivado de hornblenda. Estos minerales, en algunos sectores, muestran orientación preferencial, sin llegar a definir esquistosidad. En otros sitios están totalmente desorientados. Esporádicamente se reconocen fenoclastos de ortosa y microclino que llegan a alcanzar tamaños de más de 1 cm. Estos minerales están prácticamente frescos, sólo tienen indicios de alteración sericítica. En fracturas o diaclasas ha cristalizado escasa cantidad de calcita.

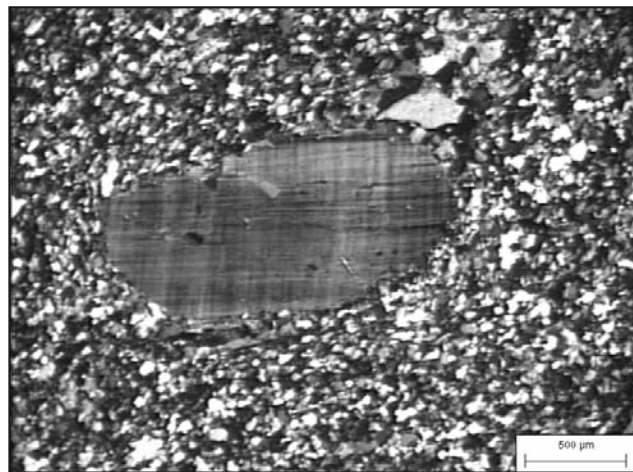
Como minerales accesorios se observaron algunos fenocristales de apatito y es rara la titanita. Los fenoclastos de ortosa son anhedrales con sus bordes reabsorbidos y en general están frescos. El cuarzo muestra extinción ondulante con un ángulo de aproximadamente 19°.

En la fotomicrografía N° 1 se observa la textura porfiroblástica. Se destacan porfiroblastos de feldespato, contenidos dentro de una masa microgranular de cuarzo fino. El mafito es biotita, en algunos sectores desferrizada y cloritizada.

En la fotomicrografía N° 2 se muestra otro sector similar con un porfiroblasto de feldespato potásico.



Fotomicrografía N° 1



Fotomicrografía N° 2

Arena de trituración**Código de la Cantera en el Mapa: 23****Tipo de Explotación:** Cantera a cielo abierto.**Ubicación y vías de Acceso:** Se encuentra ubicada al norte de la ciudad de Olavarría.**Clasificación de la Roca:** Migmatita granítica**Origen:** Ígneo - metamórfico**Mineralogía Primaria:** Cuarzo- Feldespato potásico (ortosa y microclino) - plagioclasa - anfíbol**Mineralogía Secundaria:** óxidos de hierro.**Textura y Estructura:** Granoblástica.**Coherencia:** Muy buena**Características externas de los agregados:** Son escasas las adherencias superficiales de material particulado fino, generado en el proceso de trituración. Excepcionalmente en diaclasas y fracturas hay carbonatación.**Forma:** El triturado adquiere formas irregulares equidimensionales. Las formas planares son menores del 15 %.

En la tabla se indica los porcentajes en peso retenido en cada tamiz.

Tamices N°	10	18	30	60	100	<100
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	36,2	19,4	12,9	17,6	7,1	6,8

Tamiz N° 10: La composición litológica es homogénea. Las partículas presentan adherencias superficiales pulverulentas de la misma litología. No se observan partículas alteradas que afecten sus características físicas ni terrones o fragmentos deleznales. Debido al desarrollo cristalino de sus componentes se reconocen partículas monominerales, especialmente de ortosa y cuarzo.

Tamiz N° 18: La composición litológica y morfológica es similar a la descrita en la fracción anterior. Aumenta el contenido de partículas monominerales debido al proceso de trituración. No se observaron fragmentos alterados ni terrones deleznales.

Tamiz N° 30: El material de esta granulometría está constituido por aproximadamente 50 % de partículas de la roca granítica y el resto por individuos de cuarzo, feldespato, (principalmente ortosa y microclino) y mafitos. Entre estos últimos predominan los anfíboles. No se observaron terrones blandos ni fragmentos rocosos alterados.

Tamiz N° 60: Presenta características similares a las descritas en el material retenido en el tamiz 30.

Tamiz N° 100: Además de los minerales y rocas descriptos, aparecen algunos óxidos de hierro, principalmente magnetita y hematita.

Pasa tamiz N° 100: Las características son similares a las mencionadas anteriormente. No hay minerales arcillosos ni partículas deleznales.

Tandil

Código de la Cantera en el Mapa: 24

Tipo de Explotación: A cielo abierto. Cantera de roca granítica para la obtención de piedra partida.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra ubicada en la zona de Tandil.

Clasificación de la Roca: Migmatita granítica.

Origen: Ígneo - metamórfico

Mineralogía Primaria: Ortosa - microclino - plagioclasa - hornblenda - biotita - magnetita - hematita - titanita - apatito

Mineralogía Secundaria: illita - clorita

Color: Rosado

Textura y Estructura: La textura de la roca es granoblástica gruesa

Coherencia: Muy buena

Características externas de los agregados: Presentan adherencias de polvo de litología semejante a la roca generadas por el proceso de trituración.

Forma: Las partículas adquieren formas irregulares, generando un 90 % de fragmentos irregulares equidimensionales y en un 10 % formas planares.

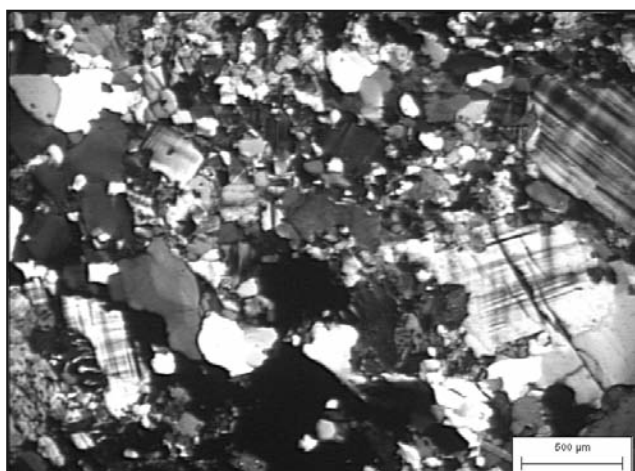
Es una roca granuda, litológicamente homogénea, masiva, compacta. La distribución de los mafitos no define planos de debilidad, sino que se desarrolla masivamente, generando formas equidimensionales.

La composición mineralógica de la roca es ortosa-microclino, con plagioclasa subordinada. Hay grandes cristales idiomorfos con sus bordes reabsorbidos (pueden sobrepasar el centímetro) con fenómenos peritéticos, con sus planos de maclas deformados, especialmente curvados y levemente sericitizados. Intercrecidos, aparecen cristales de la misma composición pero sin alteración. La plagioclasa, en cantidades muy subordinadas, está levemente sericitizada, con intensa deformación aunque sin desarrollar texturas cataclásticas. El cuarzo aparece en cristales anhedrales en los espacios intergranulares, especialmente en los sectores donde son abundantes los feldespatos. Tiene extinción ondulante con un AEO de 12°.

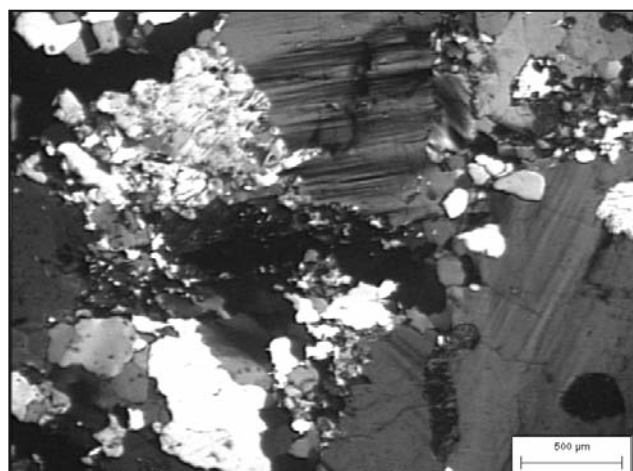
Los mafitos (hornblenda y biotita) se concentran en sectores donde predominan los mafitos asociados a minerales opacos (principalmente magnetita y hematita), titanita y apatito. En estos sectores la alteración más desarrollada es la cloritización, con desferrización subordinada. Esporádicamente aparecen sectores puntuales donde han cristalizado simultáneamente feldespato y cuarzo en textura micrográfica.

En la fotomicrografía N° 1 se muestra grandes fenoclastos de plagioclasa y microclino, contenidos en una masa microgranular de cuarzo anhedral, feldespato y escasos mafitos, principalmente hornblenda y biotita.

La fotomicrografía N° 2 corresponde a otro sector, donde se observa plagioclasa con sus maclas deformadas, con mesostasis cuarzosa y sectores milonitizados.



Fotomicrografía N° 1



Fotomicrografía N° 2

Cantera: Mar del Plata

Código de la Cantera en el Mapa: 25

Tipo de Explotación: Cantera a cielo abierto. La roca se extrae y tritura en la misma cantera.

Ubicación y vías de Acceso: Se encuentra ubicada en la zona de Chapadmalal.

Clasificación de la Roca: Ortocuarcita

Mineralogía Primaria: Cuarzo

Mineralogía Secundaria: --

Color: Blanco grisáceo

Textura y Estructura: Granular

Coherencia: Muy buena

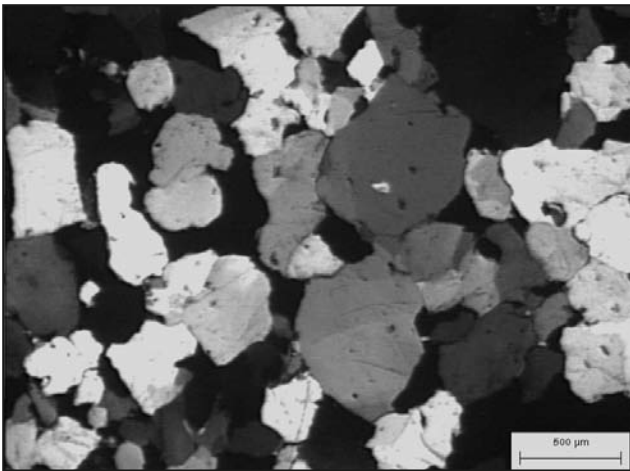
Características externas de los agregados: Presentan buena coherencia y fractura irregular.

Forma: Irregular equidimensional. Son muy escasas las formas planares.

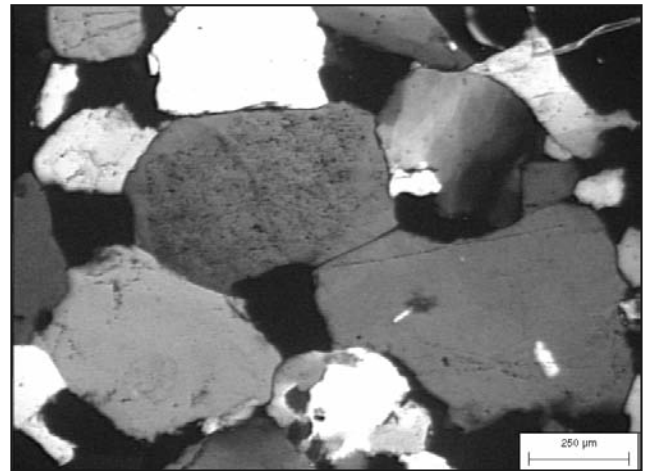
La roca es una ortocuarcita, constituida por granos subredondeados de cuarzo, sin matrix y con escaso cemento de este mismo mineral.

En la fotomicrografía N° 1 se muestra la textura de la roca y la forma de los granos de cuarzo (equidimensionales), sin matrix y con cemento silíceo. Algunas partículas están constituidas por clastos líticos cuarzosos preexistentes.

En la fotomicrografía N° 2 se observa un detalle donde puede verse la morfología de los componentes. El cuarzo presenta extinción ondulante de bajo ángulo



Fotomicrografía N° 1



Fotomicrografía N° 2

Arena oriental

Código de la Cantera en el Mapa: 26

Tipo de Explotación: Extracción por refulado del lecho del río.

Ubicación y vías de Acceso: Áreas de sedimentación del río Paraná y Uruguay.

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	<100
Cuarzo	66	80	83	81	82	80
Areniscas silíceas	20	18	17	19	18	20
Terrones blandos	6	1	-	-	-	-
Calcedonia	3	1	-	-	-	-
Valvas	1	-	-	-	-	-
Rocas graníticas	1	-	-	-	-	-
Concreciones arenosas	3	-	-	-	-	-
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	4,1	3,4	8,2	66,3	15,6	2,4

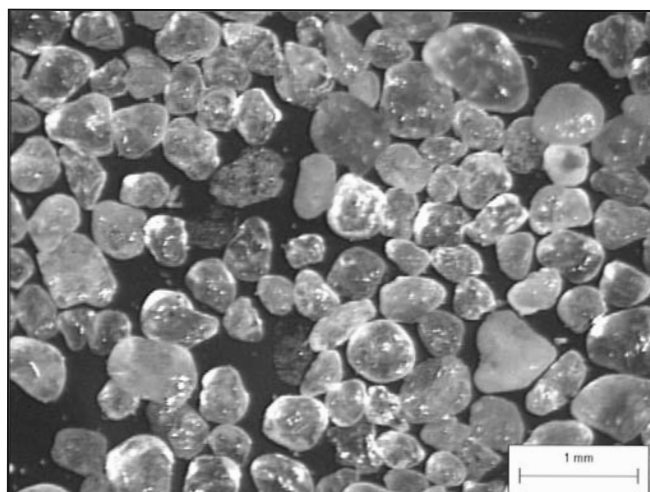
Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices N°						Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	<100	
Cuarzo	2,7	2,7	6,8	53,7	12,8	1,9	80,6
Areniscas silíceas	0,8	0,6	1,4	12,6	2,8	0,5	18,7
Terrones blandos	0,2	<0,1	-	-	-	-	0,2
Calcedonia	0,1	<0,1	-	-	-	-	0,1
Valvas	<0,1	-	-	-	-	-	<0,1
Rocas graníticas	<0,1	-	-	-	-	-	<0,1
Concreciones arenosas	0,1	-	-	-	-	-	0,1
Total en fracción en tamiz	4,1	3,4	8,2	66,3	15,6	2,4	99,8

Breve descripción microscópica:

Está constituida en forma predominante por cuarzo (81 %), con cantidades subordinadas de areniscas silíceas (19 %). Se identificó muy escasa cantidad de calcedonia, valvas, rocas graníticas y concreciones arenosas en las fracciones más gruesas. Estos componentes no superan el 0,1 % en ningún caso. En la fotomicrografía se muestra el material retenido en tamiz N° 60.

El cuarzo presenta tinción superficial de óxidos de hierro y algunas adherencias superficiales en la fracción más gruesa. A partir del retenido en el tamiz 18 la tinción afecta al 40 % de las partículas, el resto se encuentra límpido. Los terrones blandos son de arena cuarzosa aglutinada. Las concreciones son de material clástico cementado por óxidos de hierro. Formas: redondeadas 49 %, irregulares equidimensionales 51 %; irregulares planares <1 %. No se observaron minerales de alteración. Solo tinción superficial de óxidos de hierro y adherencias de material particulado fino.



Arena Oriental Zárate

Código de la Cantera en el Mapa: 27

Tipo de Explotación: Extracción por refulado del lecho del río.

Ubicación y vías de Acceso: Área de sedimentación de los ríos Paraná y Uruguay (sectores que cambian según autorización de la Dirección Nacional de Vías Navegables).

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	Pasa 100
Cuarzo	56	80	83	90	92	92
Areniscas silíceas	16	7	10	7	4	4
Ar. Silíceas ferruginosas	22	10	6	3	4	2
Terrones blandos	6	1	-	-	-	-
Minerales opacos	-	1	1	<1	-	2
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	1,6	8,5	14,3	66,2	7,8	1,5

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices						Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	Pasa 100	
Cuarzo	0,9	6,8	11,9	59,5	7,2	1,4	87,7
Areniscas silíceas	0,3	0,6	1,4	4,6	0,3	<0,1	7,2
Ar. Silíceas ferruginosas	0,3	0,9	0,9	2,0	0,3	<0,1	4,5
Terrones blandos	0,1	0,1	-	-	-	-	0,2
Minerales opacos	-	0,1	0,1	0,1	-	<0,1	0,3
Total en fracción en tamiz	1,6	8,5	14,3	66,2	7,8	1,5	99,9

Breve descripción microscópica:

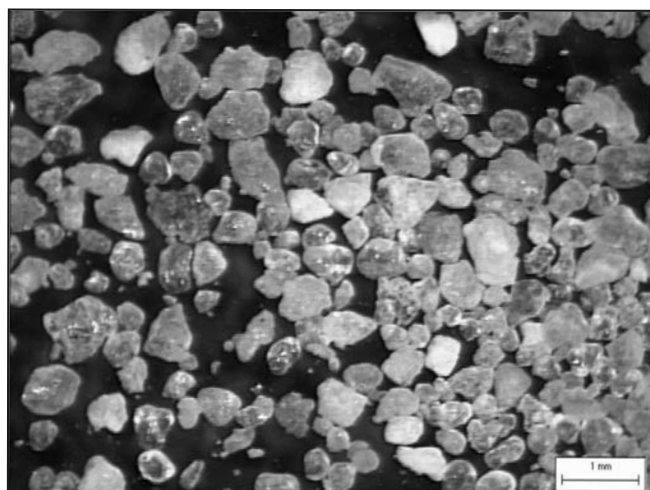
El estudio microscópico a grano suelto, permitió identificar cuarzo en forma predominante (88 %), con cantidades subordinadas de areniscas silíceas (12 %). De estas últimas aproximadamente el 40 % son ferruginosas. El 0,5 % restante lo constituyen minerales opacos y terrones blandos.

Estos últimos están presentes en las fracciones más gruesas (retenidos tamices 10 y 18) y están constituidos, el 33 % por areniscas silíceas aglutinadas y el 66 % por concreciones de óxidos de hierro sobre materia orgánica. En total constituyen el 0,2 % en peso de la muestra total.

Las superficies de los clastos se presentan límpidas. Sólo se observó tinción superficial por óxidos de hierro en algunos clastos de cuarzo y en las areniscas ferruginosas. El resto de los clastos de cuarzo son muy transparentes a translúcidos. Las areniscas son de grano muy fino.

No hay adherencias superficiales. Formas: redondeados: 82 %, irregulares equidimensionales: 18 %. No se observaron minerales de alteración, ni crustificaciones superficiales. Solo hay débil tinción superficial por la presencia de óxidos e hidróxidos de hierro, principalmente en las areniscas silíceas.

En la fotomicrografía se muestra las características del material retenido en el tamiz N° 60.



Arena Oriental

Código de la Cantera en el Mapa: 28

Tipo de Explotación: Extracción por refulado del lecho del río

Ubicación y vías de Acceso: Área de sedimentación de los ríos Paraná y Uruguay (sectores que cambian según autorización de la Dirección Nacional de Vías Navegables).

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°							
	5/16"	4	10	18	30	60	100	Pasa 100
Cuarzo	54	38	50	66	65	74	73	75
Rocas graníticas	40	55	36	23	25	19	10	11
Feldespatos	-	-	12	10	8	5	15	10
Areniscas silíceas	2	2	1	1	1	-	-	-
Metamorfitas	4	5	1	-	-	-	-	-
Minerales opacos	-	-	-	-	1	2	2	4
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	16,6	4,6	6,7	17,8	15,6	30,6	6,1	2,0

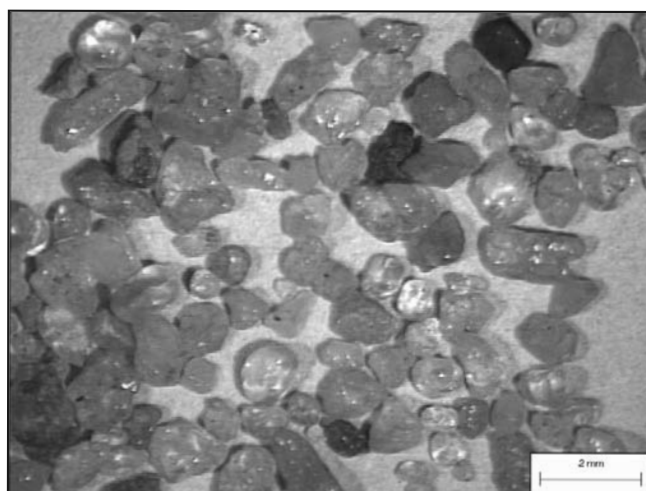
Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices								
	5/16"	4	10	18	30	60	100	Pasa 100	Composición de la muestra en peso
Cuarzo	8,9	1,8	3,3	11,7	10,1	22,7	4,5	1,5	64,5
Rocas graníticas	6,6	2,5	2,4	4,1	3,9	5,8	0,6	0,2	26,1
Feldespatos	-	-	0,8	1,8	1,2	1,5	0,9	0,2	6,4
Areniscas silíceas	0,3	0,1	<0,1	0,2	0,2	-	-	-	0,9
Metamorfitas	0,6	0,2	<0,1	-	-	-	-	-	0,9
Minerales opacos	-	-	-	-	0,2	0,6	0,1	<0,1	1,0
Total en fracción en tamiz	16,6	4,6	6,7	17,8	15,6	30,6	6,1	2,0	99,8

Breve descripción microscópica:

El estudio microscópico a grano suelto, permitió determinar que el material analizado está constituido principalmente por cuarzo (65 %) y menor proporción de rocas graníticas (26 %). El 10 % restante lo forman feldespatos (6 %) y escasa cantidad areniscas silíceas, metamorfitas y minerales opacos.

En la superficie de los clastos de mayor tamaño (5/16") hay adherencias de sedimentos finos de composición semejante. No se observaron terrones blandos ni clastos con alteración. Algunos clastos se presentan levemente teñidos de óxidos e hidróxidos de hierro. En las fracciones más finas (a partir del retenido en tamiz N° 18), los clastos se presentan límpidos, sin adherencias, crustificaciones ni tinción. En el retenido en tamiz N° 30 se observaron pequeños fragmentos de vegetales en cantidades ínfimas. Forma: Redondeados: 24%; subredondeadas: 66 %; irregulares: 10 %. No hay formas planares. No hay clastos con evidencias de alteración. Sólo se observó adherencia de sedimentos finos en los clastos de mayor tamaño. Los clastos en general se presentan límpidos, se observó tinción superficial débil debida a óxidos e hidróxidos de hierro. En la fotomicrografía se muestra la morfología y composición de la arena.



Canto Rodado Oriental**Código de la Cantera en el Mapa: 28****Tipo de Explotación:** Extracción por refulado del lecho del río**Ubicación y vías de Acceso:** Área de sedimentación de los ríos Paraná y Uruguay (sectores que cambian según autorización de la Dirección Nacional de Vías Navegables).**Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.**

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices					
	25	20	12,5	8	4,75	< 4,75
Cuarzo microcristalino	-	50	59	66	48	45
Areniscas silíceas	-	40	22	23	37	41
Areniscas ferruginosas	-	10	11	-	4	6
Rocas graníticas	-	-	8	9	6	5
Vulcanitas	-	-	-	2	5	3
TOTAL	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	0,0	22,5	32,1	31,3	10,4	3,7

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices						Composición de la muestra en peso
	25	20	12,5	8	4,75	< 4,75	
Cuarzo microcristalino	-	11,3	18,9	20,7	5,0	1,6	57,5
Areniscas silíceas	-	9,0	7,1	7,2	3,8	1,5	28,6
Areniscas ferruginosas	-	2,2	3,5	-	0,4	0,2	6,3
Rocas graníticas	-	-	2,6	2,8	0,6	0,2	6,2
Vulcanitas	-	-	-	0,6	0,5	0,1	1,2
Total en fracción en tamiz	0,0	22,5	32,1	31,3	10,4	3,7	99,8

Breve descripción microscópica:

El estudio microscópico a grano suelto, permitió determinar que el material analizado está constituido en forma predominante por cuarzo microcristalino (58 %) y menor proporción de areniscas silíceas (29 %). El 14 % restante lo forman areniscas ferruginosas (6 %), rocas graníticas (6 %) y escasa cantidad de rocas volcánicas (1 %).

Los clastos están recubiertos por un sedimento arenoso limoso, cementado y adherido por material ferruginoso otorgándole una coloración pardo-rojiza. Se elimina fácil y totalmente por lavado.

El cuarzo microcristalino tiene bandas de calcedonia. Se observaron texturas en forma de peine atribuidas a calcedonia. Algunos clastos presentan tinciones superficiales y otros están coloreados por hierro.

Las areniscas silíceas están constituidas por clastos de grano fino cementados por sílice criptocristalina.

Las areniscas ferruginosas tienen sílice bandeada con abundantes óxidos e hidróxidos de hierro.

Las rocas graníticas se presentan frescas, no se observaron minerales de alteración. Formas: Redondeados: 70%; irregulares: 30 %. No hay formas planares. No se identificaron minerales de alteración. Es abundante la presencia de sedimento fino adherido a los clastos lo que le otorga una coloración pardo-rojiza debida a la presencia de óxidos e hidróxidos de hierro.

Arena oriental fina

Código de la Cantera en el Mapa: 29

Tipo de Explotación: Extracción por refulado del lecho del río

Ubicación y vías de Acceso: Área de sedimentación de los ríos Paraná y Uruguay (sectores que cambian según autorización de la Dirección Nacional de Vías Navegables).

Composición mineralógica promedio retenido en cada tamiz.

Constituyentes	Composición de las fracciones retenidas en los tamices N°					
	10	18	30	60	100	Pasa 100
Cuarzo	47	68	76	81	85	76
Areniscas silíceas litificadas	26	15	8	8	6	8
Rocas graníticas	7	12	13	8	6	9
Vulcanitas	-	2	2	2	2	2
Opacos	20	2	1	1	1	5
Terrones blandos	-	1	-	-	-	-
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Porcentaje individual retenido s/ tamiz	1,3	4,1	8,8	77,6	7,8	0,4

Composición mineralógica promedio en peso de la muestra total.

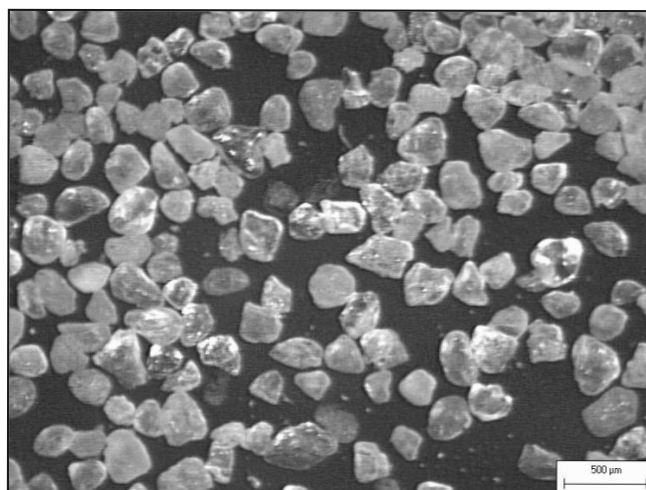
Constituyentes	% en peso de los constituyentes en cada fracción de los tamices						Composición de la muestra en peso
	10	18	30	60	100	Pasa 100	
Cuarzo	0,6	2,8	6,7	62,9	6,6	0,3	79,9
Areniscas silíceas litificadas	0,3	0,6	0,7	6,2	0,5	<0,1	8,3
Rocas graníticas	0,1	0,5	1,1	6,2	0,5	<0,1	8,5
Vulcanitas	-	0,1	0,2	1,5	0,1	<0,1	1,9
Opacos	0,3	0,1	0,1	0,8	0,1	<0,1	1,4
Terrones blandos	-	<0,1	-	-	-	-	<0,1
Total en fracción en tamiz	1,3	4,1	8,8	77,6	7,8	0,4	100,0

Breve descripción microscópica:

El material está constituido en forma predominante por cuarzo (80 %). Subordinados se identificaron areniscas silíceas litificadas (8 %) y rocas graníticas (8 %). Hay escasa cantidad de vulcanitas, principalmente básicas (2 %) y minerales opacos. No presenta crustificaciones. Los minerales opacos son principalmente hematita, con magnetita subordinada.

Se identificaron escasos terrones blandos en la fracción retenida en el tamiz N° 18, constituidos por tobas, aunque su participación en la muestra es insignificante (< 0,1 %). Los clastos se presentan levemente teñidos por óxidos de hierro. Formas: redondeadas: 78 %; irregulares: 22 %.

En la fotomicrografía se muestra la morfología y composición del material retenido en el tamiz N° 100.



Importancia del uso del examen petrográfico en los agregados y en el estudio del hormigón

Ponce, M.B.

Se considera importante resaltar algunos aspectos del estudio petrográfico de agregados cuando se utilizan para hormigón y del examen del hormigón endurecido, en especial cuando están afectados por reacciones deletéreas. La petrografía como procedimiento analítico ha sido utilizada en el estudio de los componentes pétreos, características del hormigón endurecido, el clínker referido a las fases cristalinas que lo componen, en cenizas de alto horno adicionadas al cemento para fabricación del hormigón y numerosas aplicaciones cuyos datos permiten obtener valiosa información sobre la cristalinidad de los componentes, sus texturas, tamaño de partícula, fenómenos de borde y otras, que incidirán sobre la durabilidad del mismo.

Los primeros antecedentes sobre el empleo de la petrografía según se mencionan en *Concrete Petrography (St John et al 1998)* e independientemente de los estudios específicos en rocas, fue aplicado por Lawrence-Smith en el estudio de cristales en lo que se llamó "microscopio químico" construido por Nachet de París y exhibido en Great Exhibition del año 1857.

El microscopio petrográfico fue empleado inicialmente en la identificación y estudio de las distintas rocas. Posteriormente, otros investigadores le encontraron aplicación en el análisis de materiales artificiales que contenían minerales tal como en el caso del clínker de cemento. También para aquellos materiales finamente granulados cuyo estudio, al principio, estuvo limitado por el grado de resolución de estos primeros microscopios, aspecto que fue solucionado a principios del siglo XX con el agregado de lentes que permitieron examinar materiales con partículas de 10 μm y aún menores; aunque desde el punto de vista operativo se tomó este orden como un límite razonable.

Se nombra a investigadores como Le Chatelier, Törnebohm y más tarde Rankin y Wright en estudios de microscopía empleando luz polarizada para el análisis e identificación de las fases del clínker de cemento, como también en secciones delgadas para determinar la relación cuantitativa de las mismas. A partir de mediados de 1900 se estudiaron muestras previamente atacadas y/o pulidas por Tavasci, Insley, Mc Murdie, Mather y Campbell.

Los estudios de microscopía utilizando secciones delgadas aplicadas al hormigón y el cemento hidratado comenzaron con algunas dificultades con investigadores como Parker, Hurts, Brown y Carlson. Por su parte Johnson fue quien examinó secciones pulidas de hormigones deteriorados y fue a partir de sus estudios que otros investigadores usaron la técnica de análisis por microscopía en las rocas inmersas en el hormigón, extendiéndola a los sectores correspondientes al material aglomerante. Paralelamente se mejoró el material empleado como pegamento en las secciones delgadas para lograr mejor resolución en los análisis.

Actualmente, es ampliamente reconocido el valor del uso del microscopio petrográfico en los estudios referidos tanto en materiales naturales como artificiales. En los casos en que las partículas analizadas por esta técnica posean un tamaño menor a los 10 μm , los estudios se complementan con difracción de rayos X y microscopía electrónica de barrido (SEM: Scanning Electron Microscopy).

El Bureau of Reclamation dependiente del Servicio Geológico de USA ha tenido una relación muy estrecha con la industria del hormigón. Los ingenieros siempre han tenido como objetivo alcanzar una alta calidad en la construcción y una larga vida en servicio de las obras. La aplicación de la petrografía en la tecnología del hormigón ha sido muy valorada en los estudios del mismo.

El primer petrógrafo perteneciente al Bureau que comenzó a aplicar la técnica por microscopía fue el geólogo William Holland en 1933, quien analizó la fisuración de agregados pétreos luego de ser sometidos al ensayo de ataque por sulfato. Posteriormente también fue usada en muestras de hormigones que habían sido sometidas a ciclos de congelamiento y deshielo para determinar si las fisuras detectadas se habían originado en la pasta de cemento o en las partículas de los agregados. Estas observaciones fueron empleadas en la redacción de un borrador de procedimiento destinado al análisis de hormigones que mostraban algún proceso de deterioro.

En 1940 el Bureau emplea el examen petrográfico del hormigón y los agregados en la represa Parker y establece la asociación entre la fisuración observada y la reacción álcali-sílice. Esta reacción fue inicialmente observada por T.E. Stanton (1940) y es a partir de este hecho que se forma el Laboratorio Petrográfico cuyo objetivo principal estaba destinado al análisis y diagnóstico de la reacción álcali-sílice. Numerosos informes y publicaciones fueron elaborados teniendo como centro de estudios la tecnología del hormigón y también otras áreas de la ingeniería reuniendo disciplinas cuyas especialidades incluían la petrografía, la química y la cristalografía. Investigadores como Mielenz (*Mielenz and Witte 1948*), Rhoades, McConnell y Holland demostraron la importancia de la aplicación del método petrográfico. Todos estos trabajos dieron origen a las normas ASTM C294-86/91 y C 295-90) donde se definieron procedimientos de análisis para identificar esencialmente agregados reactivos.

No puede dejar de mencionarse a Katharine Mather quien sentó las bases de la norma que aplica el estudio petrográfico al análisis de los agregados (*Mather and Mather 1950*).

La petrografía aplicada al estudio de los agregados

Considerando que los agregados constituyen aproximadamente las tres cuartas partes del volumen del hormigón, propiedades como clasificación petrográfica, gradación de tamaño, textura y forma de las partículas poseen una gran influencia en el comportamiento y resultado del material final.

Para determinar las características mencionadas es necesario identificar los componentes de la roca así como su posible interacción con el aglomerante empleado. A través de las investigaciones desarrolladas sobre esta última consideración se ha llegado a conocer una serie de constituyentes a los cuales se los califica como “potencialmente reactivos” y otras características consideradas como perjudiciales (alteraciones, fisuramiento, minerales secundarios, etc.), todo ello con el objetivo de obtener un hormigón durable.

Un trabajo realizado por Sims y Brown (1997) les permitió armar una tabla (Tabla 1), donde se listan una serie de compuestos relacionados con la posible influencia negativa en la durabilidad del hormigón. En dicha tabla, la cual se transcribe a continuación se menciona constituyentes que afectarán por su acción química, física y/o mineralógica:

Tabla 1. Algunos constituyentes potencialmente deletéreos encontrados en los agregados

Constituyentes Potencialmente deletéreos	Posibles efectos adversos en el Hormigón				
	i	ii	iii	iv	v
Revestimiento arcilloso en partículas de agregados	-	*	-	-	-
Terrones de arcilla y partículas de roca alterada	-	-	*	*	**
Absorción y partículas microporosas	-	-	*	*	**
Partículas carbonosas y livianas	-	-	-	-	**
Partículas sueltas y deleznales	-	**	*	*	**
Materia orgánica	**	-	*	-	-
Mica	-	-	**	-	*
Cloruros ¹	*	-	-	*	-
Sulfatos	*	-	-	**	*
Pirita (bisulfuro de hierro)	-	-	-	**	**
Plomo, zinc y cadmio soluble	**	-	-	-	-
Constituyentes alcalinos reactivos	-	*	-	**	-
Alcalis libres	-	-	-	**	-

Referencias:

- i Interferencia química con el asentamiento del cemento
- ii Previsión de una buena ligazón entre el agregado y la pasta
- iii Modificación de las propiedades del hormigón fresco en detrimento de la durabilidad y resistencia del material endurecido
- iv Interacción entre la pasta de cemento y el agregado que continúa después del endurecimiento, causando a veces expansión y fisuración del hormigón
- v Rotura o pobre durabilidad de las partículas de agregado

¹ El principal problema de los cloruros asociado al hormigón se refiere a la corrosión del acero embebido en él.

* Efecto principal ; ** Efecto adicional

Por otra parte, la existencia de normas como la *ASTM C 294 (1991)* y la *C 295 (1990)* que tratan sobre la nomenclatura y descripción de constituyentes de los agregados naturales y los procedimientos de reconocimiento, sólo pueden ser identificados por geólogos calificados, mineralogistas o petrógrafos mediante equipos específicos. Ambas normas son aplicables tanto al agregado fino (tamaño arena por debajo de los 5 mm) como al grueso (por encima de los 5 mm). No obstante, a veces el estudio petrográfico de un agregado tomado como una partícula dentro del hormigón y sin tomar en consideración su asociación al lugar de origen (cantera/campo) sólo deja al petrógrafo la alternativa de la determinación de la mineralogía y textura. Esta cuestión puede eventualmente, conducir a interpretaciones algo diferentes entre los especialistas lo que resulta en una falta de confianza de los ingenieros que no pueden entender que existe en la nomenclatura petrológica una superposición natural, ya que se trata de materiales formados por la naturaleza, hecho que genera cierto grado de imprecisión.

Es importante señalar que las mencionadas superposiciones se producen debido a que las rocas cualquiera sea su génesis, no responden a una terminología estática estándar sino al encuadramiento de grupos con características comunes relacionadas con la presencia de determinados minerales y su cantidad relativa, la textura, tamaño de cristales, presencia de vidrio, etc.

Los minerales referenciados como “potencialmente reactivos” en análisis petrográficos y en condiciones adecuadas, pueden reaccionar con el cemento específicamente con los álcalis del mismo, generando dos reacciones diferentes: la identificada con la sigla RAS (Reacción Álcali Sílice) y la RAC (Reacción Álcali Carbonato).

Reacción Álcali Sílice - RAS

Este proceso desarrolla la interacción química entre el agregado de composición silícea y los álcalis iones de potasio y sodio provenientes principalmente del cemento, que en condiciones favorables lleva a la neoformación de fases silicatadas que pueden influir sobre la durabilidad del hormigón. Los minerales y rocas que son susceptibles de provocar tal reacción son las formas metaestables de la sílice y formas desordenadas de cuarzo, tales como ópalo, calcedonia, tridimita, cristobalita, cuarzo deformado y microcristalino y también las rocas volcánicas que presentan pastas vítreas (ej: andesitas, riolitas). En la Figura 1a se muestra una partícula de calcedonia con luz paralela y en la Figura 1b la misma partícula con luz polarizada donde se observa la estructura fibrosa de la misma. La reacción química entre las rocas mencionadas y los álcalis del cemento (Na y K) produce la formación de un gel de sílice el cual en presencia de agua aumenta su volumen provocando importantes tensiones disruptivas que producen el fisuramiento del hormigón. En la Figura 2 se observa la formación de gel entre el agregado y la pasta de cemento.

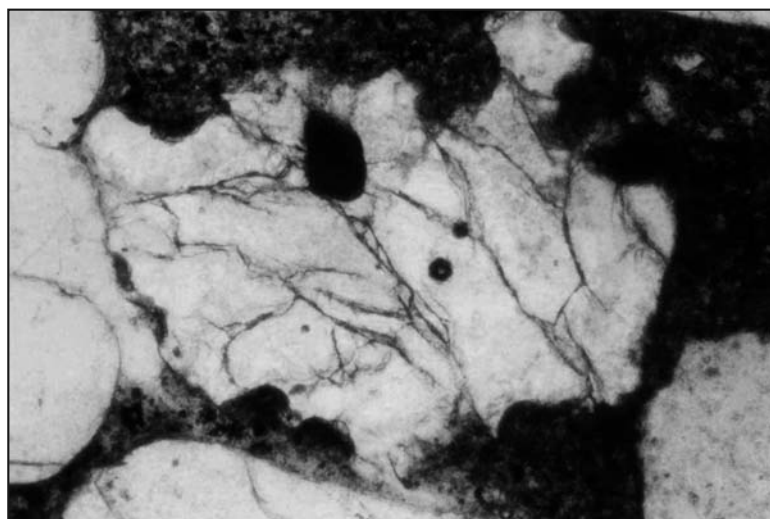


Figura 1a: Partícula de calcedonia (con luz paralela) donde se observa la estructura fibrosa de la misma.

No obstante, debe aclararse que no resulta fácil para el petrógrafo estimar el grado de importancia en el desarrollo de la RAS cuando cualquiera de los compuestos mencionados se encuentra en pequeñas cantidades.

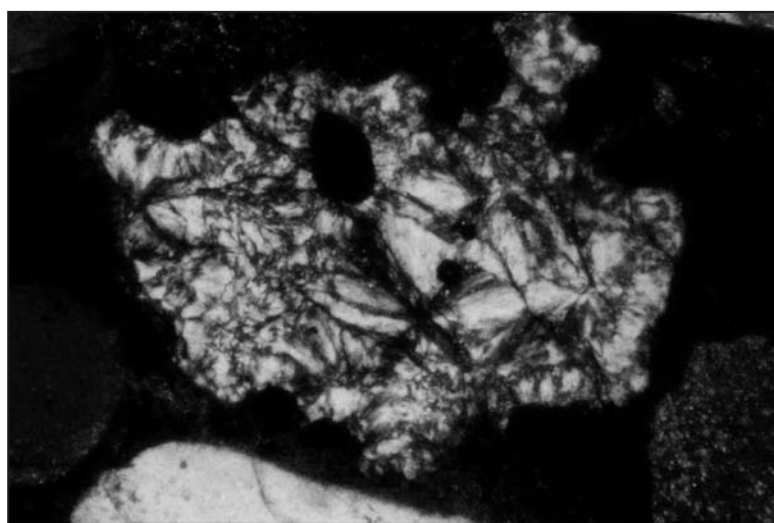


Figura 1 b: La misma partícula con luz polarizada.

Muchas investigaciones se han avocado a develar la relación existente entre el grado de cristalinidad del cuarzo y su reactividad. Se ha determinado que existe relación entre el tamaño del cristal, el índice de cristalinidad del cuarzo, la superficie específica, la compacidad, el coeficiente de dilatación, el pH y la temperatura entre los principales factores, concluyéndose que la disolución de la sílice estaría relacionada principalmente con el tamaño del cristal, sus defectos cristalinos y grado de deformación sufrido.

En algunos casos hay agregados que poseen en su composición arcillas donde algunas especies en presencia de humedad pueden aumentar de volumen como consecuencia de la incorporación de moléculas de agua. Por lo tanto, es fundamental la identificación de estas especies mineralógicas, en especial si se trata de arcillas expansivas del tipo montmorillonitas/esmectitas. Generalmente en estos casos el estudio petrográfico es complementado con difracción por rayos X.

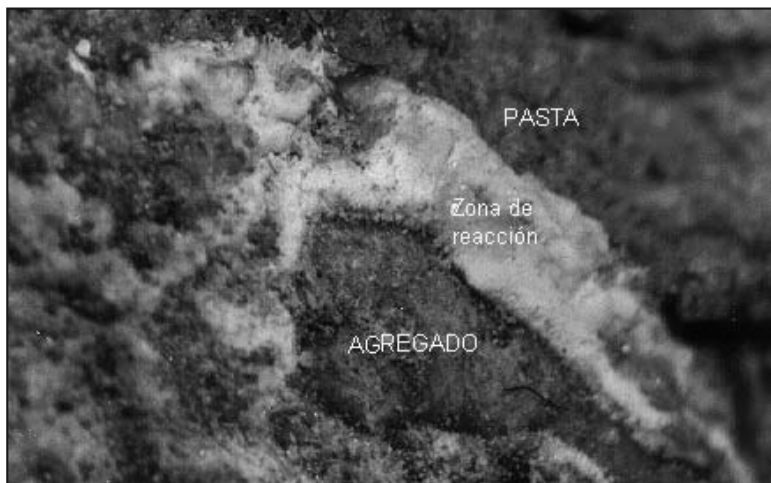


Figura 2: Gel producto de la RAS desarrollado entre el agregado y la pasta de cemento.

El microscopio petrográfico permite estudiar la textura y patrón de microfisuramiento del hormigón, relaciones de borde entre agregado y mortero e identificación de productos de neoformación. La RAS se manifiesta visualmente con el desarrollo de un modelo o patrón de fisuras, donde frecuentemente pueden rellenarse con un gel. Otra forma manifiesta de reacción en determinadas rocas, es la formación de una corona de reacción entre la interfase del agregado y el aglomerante, lo que es evidencia del proceso de RAS tal como se muestra en la Figura 3.

Las texturas desarrolladas por el proceso de la reacción álcali-sílice y que son observadas por microscopía en cortes delgados dependen de la intensidad de la reacción, del tipo de agregados reactivos (composición, tamaño y distribución) y del ambiente donde se encuentre el hormigón. Las formas detectables consisten en presencia de fisuras, aparición de geles y signos evidentes de reacción vinculados a los agregados (ej.: formación de aureolas de reacción).

compuesto incoloro que se deposita en las fisuras, poros y en los agregados reactivos. En este último caso en el interior de los agregados reactivos las fisuras se rellenan de gel, el cual en ciertos casos puede oscurecerse pasando de un tono incoloro a un beige / castaño en especial cuando se extiende a la pasta de cemento; por otra parte, tal oscurecimiento parecería estar vinculado con la absorción de hidróxido de calcio presente en la pasta cementicia.

El gel producto de la RAS se muestra como un

Reacción Alkali Carbonato - RAC

Esta reacción se produce en hormigones con agregados dolomíticos (Reacción Alkali Carbonato-RAC), cuando el tamaño de los cristales del carbonato de calcio y magnesio es pequeño, menor a 10 μm .

En el Informe emitido por el Comité *ACI 201.2R-32 (2001)* se menciona a calizas arcillosas y dolomíticas con texturas particulares, como cristales dolomíticos en formas de rombo y dimensiones entre 1 y 200 μm con una base constituida por calcita y residuo insoluble. Por su parte recomienda para la identificación de la dolomita la medición de tales tamaños y eventual desarrollo de macro y microfisuración como consecuencia de la RAC; también realizar complementariamente al estudio por microscopía las indicaciones establecidas en la norma *ASTM C 586 (2005)* correspondiente al cilindro de roca.

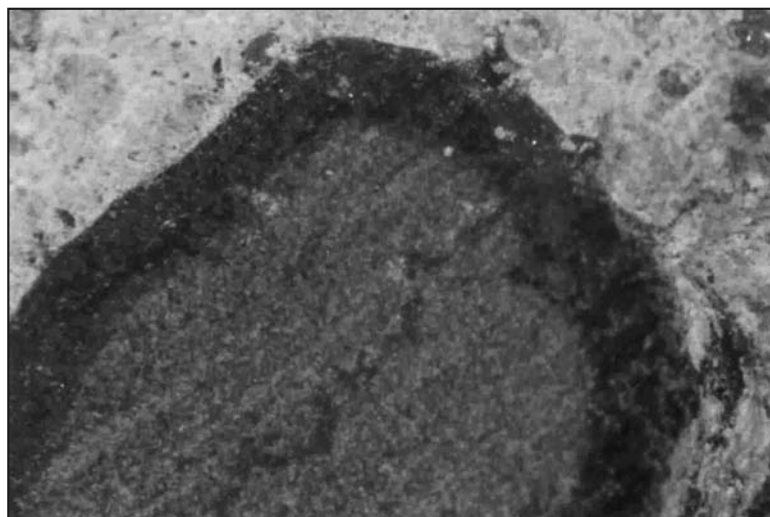


Figura 3: Corona de reacción en la zona del contacto agregado mortero.

Adhesividad en la relación agregado-pasta

Un hormigón durable es producto de la calidad de los componentes, es decir de los agregados y de la pasta de cemento que los engloba, siempre que tales componentes sean físicamente resistentes y químicamente estables.

La durabilidad del hormigón según estos conceptos dependerá de la unión entre los agregados y el aglomerante, la cual puede ser elevada ya que se desarrolla durante la etapa del fraguado y endurecimiento del cemento. Cuando estas uniones poseen un alto grado de resistencia, puede llegar a superar la propia resistencia intrínseca de cada uno de los componentes.

Según *Farrán (1956)* pueden distinguirse dos tipos de adherencia entre las fases sólidas representadas por los agregados y el aglomerante:

Una adherencia de tipo mecánica que se genera por la rugosidad superficial del agregado y el aglomerante donde las partículas que se encuentran muy finamente cristalizadas pertenecientes al cemento hidratado, circundan las protuberancias y asperezas de la superficie del agregado.

Adherencia de tipo epitáxica desarrollada a nivel reticular donde los cristales del cemento se prolongan en los del agregado.

La adherencia mecánica depende exclusivamente de la rugosidad superficial del agregado no interviniendo la naturaleza mineralógica del mismo y consecuentemente no existe ningún cambio de tipo químico. Con la observación al microscopio de este tipo de adherencia es posible encontrar algún tipo de fisuración interfacial agregado-pasta que a veces es consecuencia de la presencia de burbujas de aire. Se ha observado en el caso de agregados de composición carbonática que aún cuando no exista intercrecimiento cristalino entre los mismos y el aglomerante, pueden desarrollar resistencias mayores comparativamente a los agregados de cuarzo, feldespatos y los que contienen minerales arcillosos.

Una de las formas de evidenciar este tipo de adherencia consiste en el uso de resinas coloreadas para impregnar láminas delgadas, lo que ha permitido observar la buena unión entre agregados carbonáticos y el aglomerante mostrando que las fisuras que se producen son de tipo transgranular. En el caso de agregados silíceos si bien también existe buena adherencia, ésta puede ser algo inferior que la de los agregados de composición carbonática ya que muestra fisuras intergranulares como consecuencia de la debilidad de unión entre el agregado y el aglomerante.

Finalmente, en presencia de minerales arcillosos formando parte de los agregados, la microscopía muestra que la resina penetra en el contorno de los mismos mostrando la escasa resistencia mecánica con el aglomerante (*Soriano Carrillo 1988*).

Todo este proceso puede ser explicado mediante el análisis de cortes delgados al microscopio y de ser necesario complementado por el microscopio electrónico de barrido (*SEM*).

La adherencia epitaxial implica la existencia de una reacción química entre las fases correspondientes a los agregados y el aglomerante formando una red cristalina (interfase) que hace de ligante entre ambos.

Minerales reactivos

En la RAS los minerales que pueden reaccionar con los álcalis del cemento son aquellos que responden a diferentes formas de sílice, incluyendo algunas estructuras desordenadas y/o deformadas de cuarzo y vidrios con un contenido de sílice en el rango 50 a 75 %. Las formas naturales de la sílice son ópalo, calcedonia, tridimita y cristobalita; en tanto que los vidrios mencionados constituyen la matrix de rocas volcánicas o las vulcanitas holohialinas.

Con relación al cuarzo tensionado los estudios microscópicos junto con la difracción de rayos X permiten concluir que existe relación entre la sílice disuelta, el tamaño de grano, los defectos del cristal y su deformación. En este caso, el examen petrográfico constituye una herramienta efectiva en la predicción de la reactividad.

Otras aplicaciones de la microscopía

El método de análisis mediante microscopio petrográfico o electrónico permite el estudio de diferentes materiales relacionados con el hormigón si se considera a éste como un producto final. En esta línea es posible obtener información sobre el clínker, el cemento, morteros y cualquier material relacionado.

La microscopía puede ser complementada con otros ensayos de características químicas y aquellos que permiten evaluar el posible comportamiento de un determinado hormigón bajo condiciones de exigencia en obra.

Análisis del clínker de cemento Pórtland mediante microscopía

En el caso del clínker, el uso de la microscopía mediante luz reflejada, permite conocer aspectos relacionados con las fases cristalinas obteniéndose información sobre las diferentes etapas de fabricación del mismo como grado de molienda, mezcla y homogeneización de las materias primas, tiempo y temperatura de cocción y proceso de enfriado.

La metodología emplea diferentes reactivos que atacan selectivamente a las fases cristalinas del clínker lo que permite conocer en cada una, las características de los cristales que la forman en su forma, tamaño, alteraciones, etc. Los datos obtenidos permiten conocer y eventualmente modificar las condiciones de fabricación en procura de obtener un clínker de la calidad deseada. En la Figura 4 se muestra un clínker donde se reconocen cristales de alita (tabulares) junto a otros de belita (redondeados) tal como aparecen en un gránulo de clínker.

No existen muchos laboratorios en Latinoamérica que apliquen el análisis microscópico de clínkeres como rutina de control en laboratorio. Sin embargo, cuando se la emplea en forma sistemática resulta de suma utilidad en fábrica para el control de calidad del cemento.

La técnica por microscopía consiste en el estudio de las características texturales y estructurales de los componentes del clínker, permitiendo establecer las

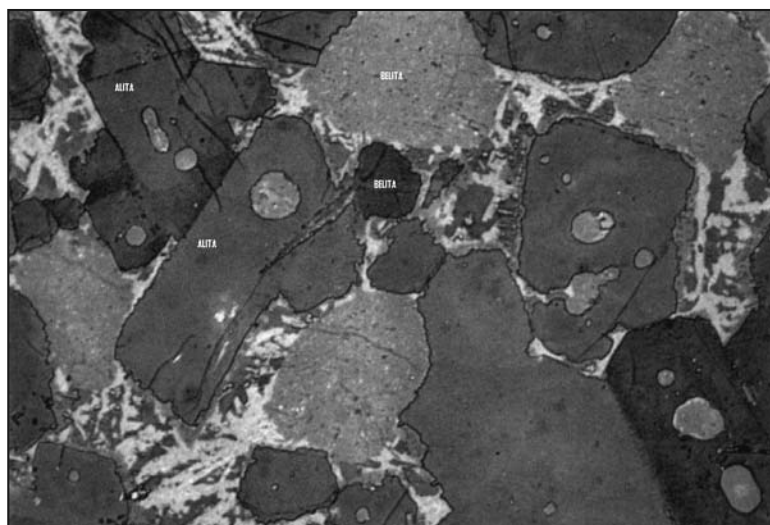


Figura 4: Cristales de alita tabular y belita redondeada.

condiciones de fabricación del mismo y la detección de posibles anomalías.

Básicamente el procedimiento analítico brinda información de:

1. Molienda: El grado de molienda y granulometría del crudo interviene en el desarrollo de las reacciones durante la clinkerización. En la Figura 5 se muestra una microfotografía donde en el extremo inferior se observa un cristal original de caliza (triangular) que por su forma y tamaño indica un proceso de molienda insatisfactorio.
2. Porosidad: Microscópicamente se efectúa el recuento de poros mediante un contador donde se estima el porcentaje de los mismos sobre la superficie de varios gránulos de clínker. También permite detectar la posible existencia de algún tipo de segregación de los constituyentes, definiendo áreas de diferente porosidad, migración de la fase líquida, incorporación de cenizas (si el combustible ha sido carbón) y la eventual aglomeración de polvo en la superficie de los granos cuando llegan a la etapa de enfriamiento. El valor porcentual de la porosidad obtenido por recuento se relaciona con la temperatura de clinkerización, la abundancia de fase líquida y la granulometría del crudo.
3. Homogeneidad en la mezcla del crudo: La observación de la distribución de los cristales correspondientes a las fases de alita y belita ofrecen información sobre la molienda y grado de mezcladado del crudo. También es posible detectar la posible presencia de cal libre y óxido de magnesio (periclusa) compuestos normalmente no deseados.
4. Temperatura de clinkerización: Analizada a través del idiomorfismo de los cristales y el tamaño de los cristales de alita. De esta forma se analiza si la temperatura ha sido la adecuada para que se produzcan las reacciones.
5. Tiempo de clinkerización: Esta etapa se halla muy ligada a la temperatura y se evidencia en la forma y el tamaño de los cristales de alita y belita.
6. Enfriamiento: De este proceso depende la estabilidad o idiomorfismo y descomposición de los cristales de alita, la formación de belita secundaria, el contenido de cal libre secundaria y la formación de periclusa y aluminato cálcico, recordando que estos dos últimos componentes condicionan los fenómenos de expansión del cemento. También en el reconocimiento de la presencia de la fase intersticial y grado de desarrollo cristalino la microscopía permite determinar la rapidez con que se han llevado a cabo las dos etapas del proceso de enfriamiento (en boca de horno o zona de clinkerización y en el enfriador industrial)

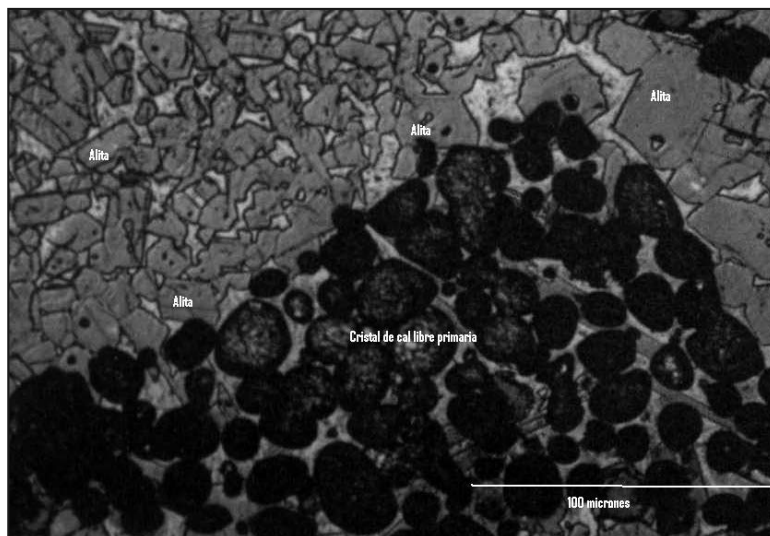


Figura 5: Cristales de cal libre mostrando la estructura original del gránulo de caliza (extremo inferior derecho) indicando una molienda insatisfactoria de la misma.

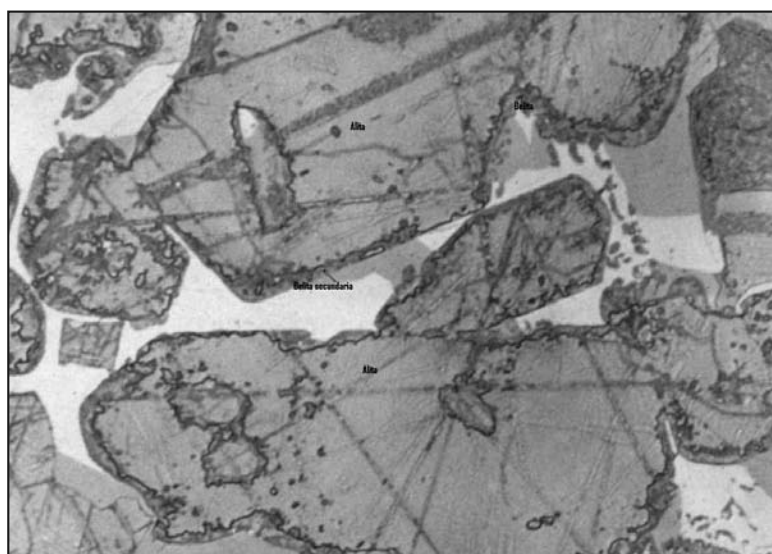


Figura 6: Cristales de alita con bordes corroídos y formación de belita secundaria en sus bordes.

estableciendo eventualmente si han sido demasiado rápidas o demasiado lentas. La alita responsable de la resistencia a los esfuerzos en el cemento en el caso de un enfriamiento lento es atacada por la fase líquida produciendo la corrosión de sus cristales y la formación por descomposición de belita secundaria en los bordes de los mismos (Figura 6). También la belita muestra un enfriamiento lento mediante la sustitución su forma redondeada original en cristales digitados que se desarrollan en distintas direcciones tal como se muestra en la Figura 7.

7. Reconocimiento de minerales: Esencialmente en el caso de calcáreos magnesianos o dolomíticos permite reconocer la presencia de MgO libre o periclusa, la cual según su forma de presentarse puede generar problemas de expansión en cemento. La Figura 8 muestra cristales de periclusa subidiomórficos indicando una etapa de enfriamiento (tipo industrial) prolongada.

Otros componentes menores tales como óxidos metálicos, sulfatos y sulfuros a veces según su cantidad y tamaño pueden ser reconocidos por microscopía óptica aunque a veces es necesario recurrir al microscopio electrónico para su estudio.

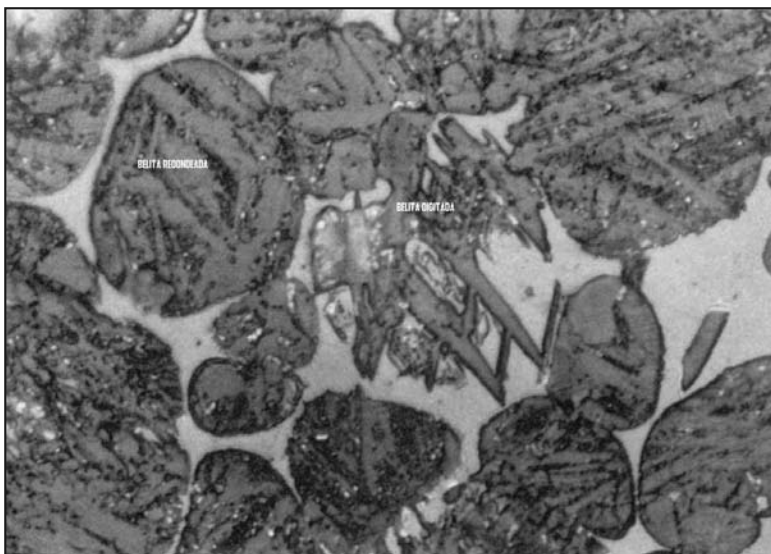


Figura 7: Cristales de belita con pérdida de su estructura redondeada original pasando a cristales digitados en distintas direcciones indicando un tiempo excesivo de enfriamiento.

Dichas alteraciones pueden ser visualizadas por cambios de color, desarrollo de fisuras y cambios físicos debidos a desprendimientos (estallidos) en la superficie del hormigón.

Otras modificaciones involucran procesos de deshidratación en la pasta de cemento con modificación de estructuras y de composición en los compuestos hidratados del mismo, ya que el incremento del calor ocasiona la pérdida agua de tales compuestos. Es así que el hidróxido de calcio al llegar al rango de temperatura entre 400 y 450 °C se transforma en óxido de calcio anhidro.

Los agregados por su parte, experimentan un proceso de expansión frente a la acción del fuego el cual se opone a la contracción sufrida por la pasta de cemento como consecuencia de la deshidratación de sus compuestos. Estas fuerzas opuestas son las responsables del debilitamiento y fisuración del hormigón.

Si bien los agregados se expanden con el incremento de la temperatura, no todos lo hacen en la misma proporción siendo su coeficiente de expansión térmica dependiente de la estructura cristalina del compuesto considerado. En los minerales anisótropos el efecto de la temperatura será diferente según el eje de simetría que se tome en cuenta.

Un ejemplo es el cuarzo- α cuyo valor de expansión es mayor si se considera la dirección perpendicular al eje c con relación a la dirección paralela al mismo, que es menor. Aún así en los incrementos relativos de ambas direcciones, el cuarzo experimenta un valor positivo de expansión. En el caso de un hormigón bajo el efecto del fuego con agregados del tipo chert, se sumará el comportamiento térmico diferencial del cuarzo desarrollando tensiones o fisuras a la transición del pasaje de la fase $\alpha \rightarrow \beta$ (a la temperatura de 575 °C), pudiendo generar efectos destructivos en el hormigón.

Los agregados del tipo arenisca generalmente no producen una fisuración severa debido a la presencia del cemento entre los granos cuarzosos ya que tiende a contraerse durante el calentamiento hecho que compensa la expansión del cuarzo $\alpha \rightarrow \beta$.

De acuerdo con experiencias realizadas (Charreau y Luna 2000) el coeficiente de expansión térmica de las rocas aumenta con el contenido de sílice, en tanto que en los agregados pétreos de tipo volcánico y grano fino como puede ser el basalto, muestra una mejor resistencia a la acción térmica debido a un coeficiente de expansión térmico menor (Murcia Vela et al 1993).

El microscopio petrográfico permite observar los cambios experimentados por hormigones afectados por el fuego, pero generalmente son complementados por microscopía electrónica y difracción de rayos X.

Finalmente, puede concluirse que el estudio mineralógico del clínker por microscopía de luz reflejada permite

- i) Controlar la preparación de las muestras pulidas que serán sometidas a estudio;
- ii) Elegir el reactivo apropiado y la intensidad de ataque para el reconocimiento de las características de las fases cristalinas;
- iii) Realizar el estudio cuali y cuantitativo de las fases para poder arribar a la interpretación de un diagnóstico de fabricación del clínker bajo estudio.

Análisis de hormigones que han estado sometidos a la acción del fuego

La microscopía es otro de los procedimientos analíticos aplicados al estudio de hormigones que han estado expuestos a la acción del fuego.

Si bien se considera que el hormigón es un material resistente al fuego, cuando la temperatura supera los 300 °C se producen alteraciones que dependerán de las condiciones referidas a la temperatura alcanzada, tiempo de exposición a esa temperatura y el rango de calentamiento/enfriamiento experimentado.

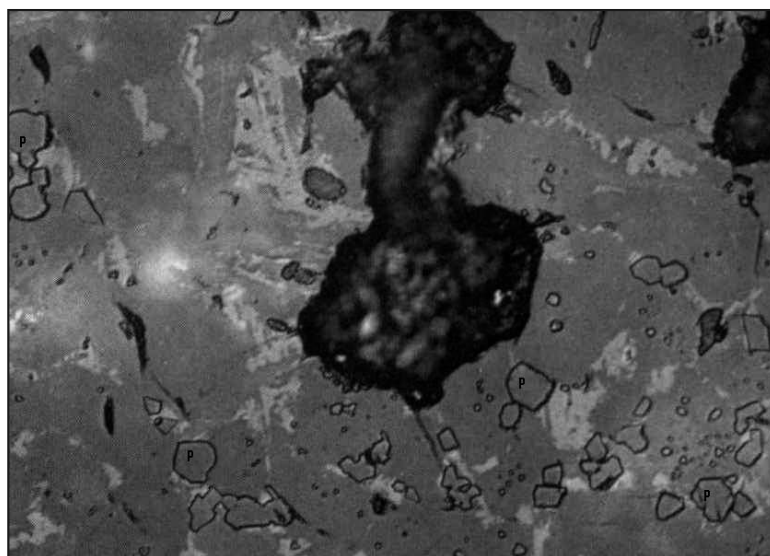


Figura 8: Cristales de periclase subidiomórficos indicando un proceso lento en la etapa de enfriador industrial.

Estudio de morteros

Los morteros pueden ser fabricados con un agregado generalmente de sílice (arena) con presencia de partículas de calcita y/o dolomita unidos por un aglomerante que puede o no incluir cal (en variantes con alto contenido de calcio, semi hidráulica y magnesiana), yeso, puzolanas y cemento dependiendo su composición de la antigüedad de los mismos. Generalmente, el estudio de morteros al microscopio se apoya con difracción de rayos X, especialmente para la detección de pequeños cristales de alita pertenecientes al cemento que no corresponden a la resolución del microscopio óptico.

La microscopía es particularmente útil en el estudio de morteros antiguos, donde es posible identificar fases pertenecientes a cales, puzolanas, arenas volcánicas, arcilla calcinada. Es característica la presencia de calcita finamente cristalizada reconocible por microscopía en preparaciones de muestras delgadas. También dependiendo de la antigüedad del mortero pueden reconocerse cal parcialmente calcinada, carbón vegetal y “parches” de calcita cristalizada en forma más gruesa.

No se agota la aplicación de la microscopía en el estudio de los agregados y el hormigón ni en los puntos señalados en este escrito, como también es cierto que ningún procedimiento analítico puede por sí solo diagnosticar una patología. No obstante queda demostrado el importante aporte que la microscopía contribuye al conocimiento del hormigón ya que a pesar de la gran cantidad de ensayos físico-mecánicos para detectar problemas, los mismos no llegan a cubrir por sí solos la información necesaria para la predicción de un hormigón durable.

Trabajos citados en el texto

- ACI_201_2R_01.PDF 2001.
Guía para la durabilidad del Hormigón.
 Informe Comité ACI 201.2R-32 ..- www.inti.gov.ar/cirsoc/pdf/
- ASTM C227 1990.
Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement - Aggregate Combinations (mortar-Bar Method), Philadelphia, USA
- ASTM C 294-86 (REVISADA 1991)
Standard Descriptive Nomenclature for Constituents of Natural Mineral Aggregates
- ASTM C 295-1990.
Standard Guide for Petrographic Examination of Aggregates for Concrete.
 Philadelphia, USA
- ASTM C 586 2005.
Potencial Alkali Reactivity of Carbonate for Concrete Aggregates
 (Rock Cylinder Method)
- CHARREAU, G. Y LUNA, F. 2000.
 Efecto del fuego sobre los hormigones. Alteraciones sufridas por los agregados.
 Jornadas de Desarrollo e Innovación. INTI-CECON, Buenos Aires
- FARRAN, J. 1956.
Rev. Mat. Constr., 490, 155-172
- IRAM 1637.
Reacción álcali-agregado.
 Determinación de la reactividad alcalina potencial. Método barra de mortero
- MATHER, K. AND MATHER, B 1950.
“Method of Petrographic Examination of Aggregates for Concrete”,
 Proceeding, American Society for Testing and Materials”, vol. 50.
- MIELENZ, R.C AND WITTE, L.P. 1948.
“Test Used by the Bureau of Reclamation for Identifying Reactive Concrete Aggregates”.
 Proceeding American Society of Testing and Materials, v. 48.
- MURCIA VELA, J.; AGUADO DE CEA, A. Y MARI BERNAT, A. 1993.
Hormigón Armado y Pretensado I;
 ediciones UPC, España
- SIMS, I. AND BROWN, B.V. 1997.
Concrete Aggregates. In: Hewlett, P.C (ed.), Lea's The Chemistry of Cement and Concrete, 4th edn.
 Edward Arnold (publisher) limited, London
- SORIANO CARRILLO, J. 1988.
Los áridos y la durabilidad del hormigón. Curso sobre áridos para la obra pública.
 CEDEX/MOPU, MADRID
- STANTON, T.E. 1940.
Influence of Cement and Aggregate on Concrete Expansion.
 Eng. News Record
- ST JOHN, D., POOLE, A. AND SIMS, I 1998.
Concrete Petrography,
 ed. Elsevier, 456 pp.,UK

Glosario

Sfragulla, J.- Bonalumi, A.

Afanítica: textura muy fina de una roca ígnea que no permite distinguir los cristales a simple vista. Es el resultado de un enfriamiento rápido del magma.

Anatexita: roca metamórfica que ha sufrido fusión parcial.

Andesita: equivalente volcánico de dioritas y monzodioritas, roca de textura generalmente porfírica, menos comúnmente vítrea, con plagioclasa ácida predominante sobre feldespato alcalino, cuarzo o foides escasos y, en general, apreciable cantidad de mafitos (anfíboles, piroxenos) en la pasta.

Anfibolita: roca metamórfica compuesta predominantemente por anfíboles y plagioclasa (hornblenda > 40 %). Puede ser o no foliada.

Arcosa: arenisca con un contenido de feldespato superior al 25 %.

Arenisca: roca sedimentaria constituida por fragmentos de tamaño arena unidos por una matriz o cemento de grano fino.

Bandeado composicional: en metamorfitas es la alternancia de bandas cromáticas y de diferentes composiciones subparalelas y tabulares, con apariencia de interstratificación. Cuando el proceso metamórfico se produce bajo condiciones de presiones dirigidas y existen minerales que puedan desarrollar un hábito planar o prismático, éstos suelen crecer orientados, disponiéndose perpendiculares a la dirección desde la que se ejercen las presiones máximas.

Basalto: roca ígnea volcánica de carácter máfico y textura fina (microcristalina o afanítica) o porfírica. Su equivalente plutónico es el gabro. Minerales principales son plagioclasa cálcica, piroxeno y/o olivino y como accesorios magnetita, ilmenita y apatita.

Brecha: roca clástica de grano grueso, compuesta de fragmentos de roca angulares, unidos por una matriz de grano fino. La brecha es similar al conglomerado excepto que la mayoría de los fragmentos son angulosos; puede ser de cualquier origen, manera de acumulación o composición.

Brecha de falla: brecha cuyos clastos y matriz son producto de la interacción mecánica entre dos bloques, lo que induce la fragmentación de la roca a la largo de la zona de falla.

Caliza impura: roca carbonática muy rica en silicatos clásticos.

Caliza: roca sedimentaria de precipitación química formada predominantemente por calcita (CaCO_3).

Cataclasita: roca de falla constituida en más de 30% por una matriz muy fina.

Cemento: material ligante que entrega cohesión y solidez a una roca sedimentaria clástica. Entre los principales materiales cementantes están el carbonato de calcio (CaCO_3) y la sílice (SiO_2).

Clasto: fragmento que integra un sedimento o una roca sedimentaria. Si el clasto se origina de una erupción volcánica, se denomina piroclasto.

Conglomerado: roca sedimentaria clástica de grano grueso, compuesta predominantemente por fragmentos redondeados (generalmente mayores de 5 mm de diámetro) en una matriz de grano fino de arena, limo o material cementante natural.

Diagénesis: cambios mineralógicos, químicos y físicos que sufre un sedimento inmediatamente después de su deposición en un ambiente marino o terrestre.

Diatexita: anatexita con proceso de fusión casi total, lo que resulta en una roca de aspecto plutónico.

Diorita: roca plutónica caracterizada por plagioclasa ácida dominante, asociada a una cantidad apreciable de mafitos (hornblenda, biotita o menos comúnmente piroxeno). La presencia de cuarzo o feldespatos alcalinos en cantidades importantes forma transiciones a dioritas cuarzosas, monzodioritas cuarzosas y monzodioritas.

Esquisto: roca que muestra una acentuada esquistosidad y orientación preferencial de sus componentes, este término se reserva para rocas de grano medio cuando el plano se hace algo grosero, ya que para granulometrías más finas se utilizan los términos filita o pizarra.

Esquistosidad: la mayor parte de las rocas metamórficas, desarrolladas en metamorfismo regional, presentan una, o más estructuras planares definidas por orientación preferencial de minerales metamórficos y/o cristales preexistentes. Dicha orientación confiere a la roca una anisotropía aproximadamente planar, que se denomina con el término general de esquistosidad. En castellano este término se utiliza en el mismo sentido que el término inglés cleavage y no es, por lo tanto, equivalente al de schistosity.

Estrato: capa de roca o sedimento. Originalmente, los estratos se depositan horizontal o sub-horizontalmente. Los estratos pueden ser plegados, basculados o fallados por efecto de fuerzas tectónicas. Si una secuencia de estratos no ha sido invertida, el estrato inferior es el más antiguo y el superior el más joven.

Estructura gnéisica: estructura a escala de muestra de mano producida por deformación y recristalización, determinada por irregular y pobre definición en su esquistosidad, agregados texturales en ojos y lenticulares e inequigranulidad de sus componentes minerales con pobre orientación de blastos.

Fábrica: orientación, forma, tamaño y relación espacial de los cristales, o agregados policristalinos dentro de un cuerpo rocoso.

Falla: ruptura de un bloque geológico a través de un plano, denominado plano de falla, que implica desplazamiento relativo de los bloques de manera paralela a dicho plano.

Fanerítica: textura de las rocas ígneas caracterizada porque todos los cristales presentan buen desarrollo (en general del orden de unos 3 a 10 mm). Se desarrolla en condiciones de cristalización lenta, como las que caracterizan a grandes masas de magmas intrusivos como los batolitos.

Fenocristal: se denomina así a un cristal de buen tamaño (unos 0,5 a 20 mm) que se encuentra en una masa de cristales pequeños. Es típico de la textura porfírica.

Filita: roca de grano muy fino, de bajo grado metamórfico que muestra una perfecta esquistosidad penetrativa, foliada en planos separados por acumulación de filosilicatos. Los planos poseen una fuerte apariencia "satinada".

Foliación: fábrica de una roca metamórfica caracterizada por el desarrollo orientado de minerales planares o tabulares, que permite a la roca partirse por una serie de planos más o menos paralelos.

Gabro: roca holocristalina granuda compuesta por plagioclasa básica, acompañada de un mafito, típicamente un piroxeno, aunque no suelen faltar anfíbol, biotita u olivino, dependiendo de la composición química del magma parental. Los feldespatos alcalinos y el cuarzo faltan normalmente, aunque la presencia de éstos determina el pasaje hacia los monzogabros y gabros cuarcíferos. Los foides y feldespatos alcalinos generan los gabros foidíferos y monzogabros foidíferos.

Gneis: roca metamórfica de estructura gnéisica. Es una roca de grano grueso en la que alternan capas claras ricas en cuarzo y feldespato, y capas oscuras ricas en micas. Este término es utilizado casi exclusivamente en rocas con abundante plagioclasa + cuarzo, aunque se usa frecuentemente teniendo en cuenta los minerales accesorios (gneis biotítico granatífero, gneis granítico, gneis sillimanítico) o aspectos texturales (ortogneis, gneis migmático, gneis bandeado, etc.)

Granito: roca plutónica que petrográficamente está compuesta por cuarzo (más del 20%), feldespatos alcalinos (ortosa, microclino, albita (An₀₅) o micropertita) ya sean prácticamente solos (granitos alcalifeldespáticos) o asociados a plagioclasa (An>05). Estos componentes esenciales pueden estar acompañados de minerales ferromagnesianos (biotita, epidoto, anfíbol) y otros accesorios (muscovita, granate).

Granodiorita: roca plutónica de la familia del granito. Está compuesta por cuarzo, plagioclasa (del tipo oligoclasa o andesina) y feldespato alcalino en porcentaje mucho menor a la plagioclasa. Usualmente contiene minerales ferromagnesianos como biotita y/o hornblenda.

Granulita: roca metamórfica en facies de granulitas, formada por minerales máficos anhidros modalmente más abundante que los hidratados. La muscovita está ausente; como característica principal se considera la presencia de ortopiroxenos. Este término no es usado en mármoles ni en el metamorfismo de rocas ultramáficas.

Hornfels o corneana: roca metamórfica de contacto, no esquistosa y de grano muy fino, de gran tenacidad y fractura concoidea.

Ignimbrita: roca volcánica piroclástica producto de una nube ardiente. Es notable la presencia de fenocristales perfectamente formados (euhedrales) de biotita y cuarzo, cuya orientación indica la dirección de flujo. La formación de ignimbritas se asocia a la formación de grandes calderas volcánicas.

Litificación: proceso de conversión de un sedimento en una roca. En la litificación actúan procesos como la compactación gravitacional y la cementación química por materiales como CaCO_3 , SiO_2 , etc. La litificación ocurre durante la diagénesis de los sedimentos, vale decir, en el curso de su evolución físico-química post-depositacional.

Mármol: roca metamórfica compuesta por calcita y dolomita recristalizadas, formada por metamorfismo de una caliza.

Matriz: es el material de grano fino en una roca sedimentaria que llena los espacios entre los clastos mayores. Desempeña un papel intermediario entre el cemento y los clastos mayores contribuyendo así a la consistencia de la roca.

Meta: prefijo que indica el origen metamórfico de una roca, ya sea a partir de protolito sedimentario o magmático (ej.: metagabro, metapelita, metasedimento, etc.).

Metacuarcita: roca metamórfica que contiene más del 80 % de cuarzo.

Metamorfismo: proceso de cambio mineralógico y estructural que sufre una roca, producido por condiciones físicas y químicas diferentes a las que generaron la roca inicial. El fenómeno metamórfico puede incluir fusión parcial.

Migmatita: roca metamórfica compuesta por partes de aspecto metamórfico y sectores de aspecto ígneo.

Minerales félsicos: se denominan félsicos a los minerales ricos en elementos como el silicio, aluminio, calcio, sodio y potasio. Los minerales félsicos son normalmente de color claro y tienen una densidad relativa inferior a 3 (cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, feldespatoides).

Minerales máficos: minerales ricos en magnesio y hierro. La mayoría de los minerales máficos son de color oscuro y su densidad relativa es mayor que 3. Son ejemplos de minerales máficos olivino, piroxenos, anfíboles, biotita, etc.

Orto: prefijo usado para las rocas metamórficas derivadas de rocas ígneas (ortogneis, ortoanfibolita, etc.).

Para: prefijo usado en rocas metamórficas derivadas de rocas sedimentarias (paragneis, paraanfibolita, etc.).

Paragénesis: asociación de minerales que presentan un origen común. En las rocas metamórficas designa las asociaciones de minerales que son estables conjuntamente bajo ciertas condiciones de presión y temperatura.

Piroclástica: roca derivada de la depositación de piroclastos de cualquier tamaño.

Pizarra: roca de grano muy fino de bajo grado metamórfico, que posee esquistosidad pizarrosa. Presenta perfecto desarrollo de foliación con estructuras paralelas, separadas en planos provocados por la acumulación de filosilicatos sin crecimiento notable. Los planos no presentan brillo.

Porfírica: textura de las rocas ígneas caracterizada por la presencia de cristales bien desarrollados (varios mm a varios cm) en una masa afánítica o microcristalina. Se produce cuando el magma que ha iniciado su proceso de cristalización (cristales mayores) comienza un enfriamiento más o menos brusco. Es típica de rocas volcánicas o sub-volcánicas.

Riolita: roca ígnea volcánica félsica (rica en sílice, típicamente $>69\%$ SiO_2). Puede tener texturas desde vítrea a afánítica o porfírica. Usualmente está compuesta por cuarzo, feldespato alcalino y plagioclasa, con biotita y hornblenda como accesorios. Su equivalente plutónico es el granito.

Roca calcosilicatada: roca metamórfica compuesta por abundantes (0-50%) carbonatos y por silicatos de calcio tales como epidoto, zoisita, diópsido, hedenbergita, wollastonita, escapolita, etc.

Rocas félsicas: rocas compuestas por más del 50 % de minerales félsicos.

Rocas máficas: rocas compuestas por más del 50 % de minerales máficos.

Rocas ultramáficas: rocas compuestas por más del 90 % de minerales máficos.

Serpentinita: roca metamórfica compuesta por minerales del grupo de la serpentina (antigorita + crisotilo + lizardita).

Seudotaquilita: material vítreo que se forma en zonas de falla debido a la fricción producida por el movimiento de bloques, lo que puede llegar a fundir el material fino.

Taquilita: vidrio volcánico.

Textura: conjunto de relaciones intergranulares de tamaño y forma de los componentes (cristales, vidrio, clastos, etc.) que forman una roca determinada.

Toba: depósito piroclástico compacto, normalmente estratificado, que está compuesto en un 50% de partículas de tamaño arcilla a arena.

Tonalita: roca constituida esencialmente por plagioclasa ácida (generalmente oligoclasa o andesina) y cuarzo. Aparte de estos minerales esenciales, existe algún mafito (anfíbol, biotita) y los minerales accesorios comunes en rocas graníticas. El feldespato alcalino falta por completo o tiene carácter de accesorio. Si la tonalita es pobre en mafitos y su plagioclasa es rica en sodio, la roca se denomina trondhjemita.

Vesícula: espacio de forma esférica o elipsoidal en una roca. Puede formarse por restos de gases que quedan atrapados al solidificarse una colada de lava. Las vesículas pueden permanecer vacías o ser rellenadas por minerales precipitados desde soluciones (amígdalas).

Vidrio volcánico: material amorfo de origen volcánico en el que el enfriamiento fue tan brusco que los minerales no tuvieron tiempo para cristalizar. Por ejemplo: obsidiana.

Xenolito: fragmento de roca de distinta composición presente en la masa de un cuerpo de roca intrusiva. Corresponden a restos no asimilados de rocas incorporadas durante el ascenso del magma.

Zona de falla: las grandes fallas geológicas no constan de un solo plano de falla bien definido, sino que corresponden a un volumen tabular denominado zona de falla, constituido por rocas muy fracturadas (ver cataclasita) y numerosos planos de fallas a través de los cuales se realizan los desplazamientos. Es común que las rocas de la zona de falla presenten alteración hidrotermal así como metamorfismo dinámico, con formación de cataclasitas en la zona superior de la corteza y milonitas en la inferior (ver nomenclatura de rocas vinculadas a fallas).

Rocas cataclásticas					
Fábrica	Textura	Nombre		Clastos	Matriz
Generalmente no orientada	Cataclástica: fragmentos angulosos	Brechas	Megabrecha	> 0,5 m.	< 30%
			Brecha	1-500 mm	< 30%
			Microbrecha	< 1 mm	< 30%
		Harina de falla		< 0,1 mm	< 30%
Cataclasita		Generalmente ≤ ~ 10 mm	> 30%		
Seudotaquilita			Vidrio		
Rocas miloníticas					
Fábrica	Textura	Nombre		Grano de la matriz	Matriz
Foliada o lineada	Metamórfica: límites intergranulares suturados a poligonales	Gneis milonítico		> 50 µm	
		Milonitas	Protomilonita	< 50 µm	< 50%
			Milonita	< 10 µm	50-90%
Ultramilonita	< 50 µm	> 90%			
Nomenclatura de rocas vinculadas a fallas, según <i>Twiss y Moore, 1992</i> .					

Diámetro de los componentes (mm)	Sedimentos detríticos		Rocas sedimentarias detríticas
Gruesos 2 mm	Gravas	Bloques	Conglomerados
		Cantos	
Medios 0,062 mm	Arenas	Gruesas	Areniscas
		Finas	
Finos 0,004 mm	Limos	Finos	Limolitas
		Gruesos	
Muy finos	Arcillas		Arcilitas (Pelitas)
Clasificación granulométrica de sedimentos y rocas sedimentarias detríticas (o clásticas)			

Referencia bibliográfica

BONALUMI, A. A., 1997.

Petrología metamórfica.

Compendio didáctico de grado. Cátedra de Petrología Ígnea y Metamórfica, Universidad Nacional de Córdoba.

BONALUMI, A. A., 1999.

Petrología ígnea.

Compendio didáctico de grado. Cátedra de Petrología Ígnea y Metamórfica, Universidad Nacional de Córdoba.

OYARZÚN M. J., 2009.

Léxico sobre procesos y estructuras geológicas.

www.aulados.net.

TWISS, R. J. & MOORE, E. M., 1992.

Structural Geology.

W. H. Freeman and Company, New York.

Lista de Autores

Aldo Antonio Bonalumi

Escuela de Geología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba
Secretaría de Minería de la Provincia de Córdoba
abonalumi@com.uncor.edu

Francisco Locati

CICTERRA · CONICET · UNC
flocati@efn.uncor.edu

Fabio Sergio Luna

Instituto Nacional de Tecnología Industrial, Centro de Construcciones.
fluna@inti.gob.ar

Pedro José Maiza

Departamento de Geología · Universidad Nacional del Sur · Bahía Blanca
CONICET-INGEOSUR
pmaiza@uns.edu.ar

Silvina Andrea Marfil

Departamento de Geología · Universidad Nacional del Sur · INGEOSUR · Bahía Blanca
Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires
smarfil@uns.edu.ar

María Fernanda Poklepovic

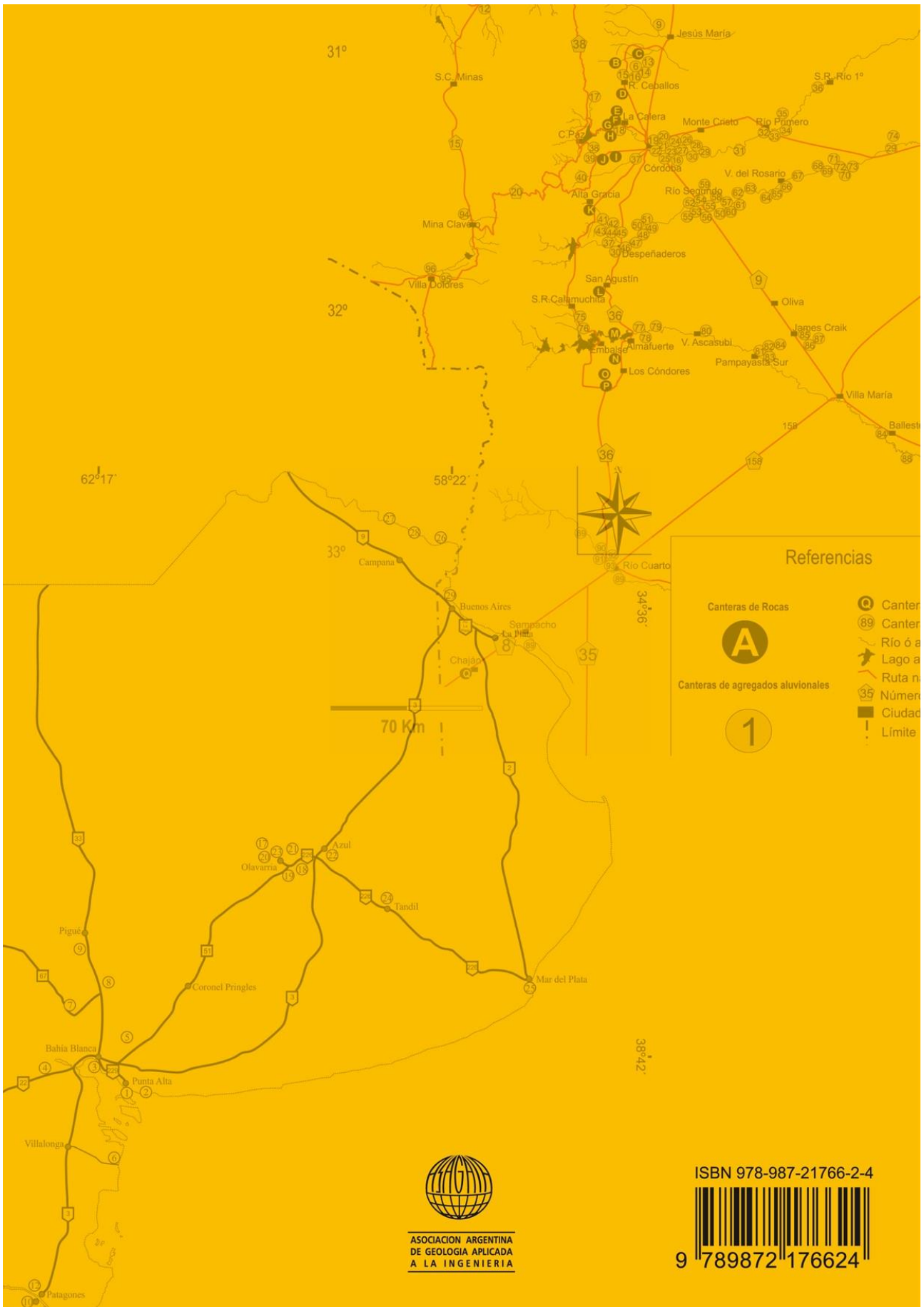
Dirección Provincial de Vialidad · Córdoba
fpoklepovic@gmail.com

María Beatriz Ponce

Centro de Investigación en Geología Aplicada · INTEMIN, Servicio Geológico Minero Argentino
beatriz.ponce@segemar.gov.ar

Jorge Alberto Sfragulla

Escuela de Geología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba
Secretaría de Minería de la Provincia de Córdoba
sfragulla@gmail.com



ASOCIACION ARGENTINA
DE GEOLOGIA APLICADA
A LA INGENIERIA

ISBN 978-987-21766-2-4



9 789872 176624