

MAPA GEOLÓGICO Y DE RECURSOS MINERALES DEL DEPARTAMENTO DE SAN JOSE A ESCALA 1/100.000

Memoria Explicativa

Parte III

RECURSOS MINERALES

AUTORES

Javier Techera ⁽¹⁾

Richard Arriguetti ⁽¹⁾

Jorge Spoturno ^(1,2)

(1) Dirección Nacional de Minería y Geología

(2) Profesor Adjunto de la Facultad de Ciencias (UdelaR)

INDICE

1. Objetivo.....	1
2. Metodología	1
3. Definiciones.....	2
4. Principales Recursos Minerales.....	5
4.1 Arcilla para Cerámica Roja.....	5
4.2 Agregados Pétreos Gruesos.....	10
4.2.1 Balasto y Tosca.....	10
4.2.2 Piedra Partida.....	13
4.3 Arena.....	16
4.3.1 Zona de Rincón de la Bolsa y Alrededores.....	17
4.3.2 Otras Zonas Productoras.....	29
4.4 Rocas Ornamentales.....	33
4.3.3 Granitos Negros.....	33
4.3.4 Granito Rojo.....	44
4.3.5 Granito Gris.....	46
4.5 Calizas.....	47
4.6 Talco.....	48
4.7 Minerales Metálicos.....	58
4.7.1 Indicios Minerales.....	58
4.7.2 Anomalías Geoquímicas.....	60
4.7.3 Mina Mahoma.....	63
5. Estadística Minera.....	74
6. Industrias Consumidoras Básicas.....	79
6.1 Industria Ladrillera.....	79
6.2 Industria De La Construcción.....	84
7. Actividad Minera Del Departamento.....	87
8. Discusión y Síntesis.....	90
9. Bibliografía.....	107

Índice de Figuras y Cuadros

- Figura 1 : Triángulo textural de Shepard-1954, con muestras de arcilla.
- Figura 2 : Perfil esquemático de zona de extracción de arcilla para cerámica roja.
- Figura 3 : Cantera de arcilla para elaboración de cerámica roja y horno de ladrillera de campo.
- Figura 4 : Cantera típica de Balasto-Tosca del N-NW de la ciudad de San José (Anexo).
- Figura 5 : Curvas granulométricas de muestras de balasto.
- Figura 6 : Cantera de Piedra partida (Anexo).
- Figura 7 : Planta de elaboración de piedra partida (Anexo).
- Figura 8 : Esquema simplificado del circuito de piedra partida.
- Figura 9 : Ubicación de canteras de arena en el departamento de San José.
- Figura 10 : Carta Geológica-minera de la zona de Rincón de la Bolsa.
- Figura 11 : Perfil esquemático de los depósitos costeros de arena en la zona de Rincón de la Bolsa.
- Figura 12 : Curvas acumuladas de arena de la Area 1 / Rincón de la Bolsa.
- Figura 13 : Producción anual de arena en San José por cantera y zonas extractivas.
- Figura 14 : Cantera de arena sobre las barras arenosas del Río santa Lucía (Area 2) y pileta formada por el método de refulado (Anexo).
- Figura 15 : Curvas granulométricas de depósitos de barras fluviales.
- Figura 16 : Vista panorámica y perfil superior de una canteras en la Area 3 - Rincón de la Bolsa (Anexo).
- Figura 17 : Curvas Granulométricas de muestra de diferentes niveles de la Area 3 y valor promedio y entorno del Yacimiento C.
- Figura 18 : Curvas Granulométricas de canteras de la Area 3 y valor promedio y entorno del Yacimiento C.
- Figura 19 : Método de extracción en canteras de arena en la Area 3 (Anexo)
- Figura 20 : Curvas granulométricas acumuladas de muestras de canteras en la zona de Bocas de Cufre.
- Figura 21 : Esquema de extracción-transporte de una labor minera en la zona de Bocas de Cufre.
- Figura 22 : Fotos de cantera en la zona de Bocas de Cufre (Anexo).
- Figura 23 : Ubicación regional de las canteras de granitos “ornamentales”.
- Figura 24 : Esbozo geológico de la zona de Guaycurú.
- Figura 25 : Contacto granito negro - roca caja (Anexo).
- Figura 26 : Padrón de fracturación en una cantera de Granito Negro.
- Figura 27 : Bloques de granito negro (Anexo).
- Figura 28 : Canteras de Granito Negro “abiertas” lateralmente al filón (Anexo).
- Figura 29 : Canteras de Granito Negro “abiertas” perpendicularmente al filón (Anexo).
- Figura 30 : Producción anual de distintas canteras de granito negro.
- Figura 31 : Geología y ubicación de canteras para bloques en la zona de Mahoma.
- Figura 32 : Canteras de Granito Rojo y Gris (Anexo).

- Figura 33 : Bloque de granito gris incluido dentro de la matriz calcárea (Anexo).
Figura 34 : Vista de antiguo frente de cantera de material calcáreo (Anexo).
Figura 35 : Corte esquemático de deposito de talco derivado de rocas calco-
dolomíticas.
Figura 36 : Corte esquemático de deposito de talco derivado de rocas
serpentinizadas.
Figura 37 : Corte esquemático de deposito de talco derivado de rocas silico-
aluminosas.
Figura 38 : Carta geológica de los alrededores de mina Mahoma.
Figura 39 : Cortes esquemática de vetas de mina Mahoma.
Figura 40 : Infraestructura-canteras-vetas de mina Mahoma.
Figura 41 : Secciones transversales de cantera de mina Mahoma.
Figura 42 : Flujo-diagrama del proceso de beneficio de mineral aurífero.
Figura 43 : Histograma de producción mineral histórica en el departamento de San
José.
Figura 44 : Histograma de producción de arena en el departamento de San José.
Figura 45 : Histograma de producción de granito negro en el departamento de San
José.
Figura 46 : Histograma de producción de piedra partida y tosca en el
departamento de San José.
Figura 47 : Preparación y secado de piezas cerámicas (Anexo).
Figura 48 : Quemado de piezas cerámicas en horno de túnel (Anexo).
Figura 49 : Triangulo de aptitud para cerámica roja de muestras de arcilla.
Figura 50 : Cantidad y crecimiento de número de viviendas del san José.
Figura 51 : Evolución de la producción de arena en los departamentos de San
José y Canelones.
Cuadro 1 : Listado de asuntos mineros registrados (Anexo).
Cuadro 2 : Limites entre agregado grueso y fino.
Cuadro 3 : Clases granulométricas de agregados finos según normas UNIT.
Cuadro 4 : Análisis granulométricos de arcilla para cerámica roja.
Cuadro 5 : Granulometría de agregados gruesos beneficiados.
Cuadro 6 : Análisis granulométrico de muestras de balasto-tosca.
Cuadro 7 : Evaluación económica del yacimiento D.
Cuadro 8 : Análisis granulométricos de muestras de arena (Anexo).
Cuadro 9 : Evaluación económica de los yacimientos A y B.
Cuadro 10 : Evaluación económica del yacimiento C.
Cuadro 11 : Caracterización geoquímica-petrográfica de granitos negros
filonénanos
Cuadro 12 : Consumo de talco por uso.
Cuadro 13 : Análisis químico de Talco.
Cuadro 14 : Producción mineral del departamento de San José (Anexo).
Cuadro 15 : Estadística de producción de granito rojo de San José.
Cuadro 16 : Estadística de producción de cuarzo mineralizado.
Cuadro 17 : Estadística de producción de arcilla y conchillas.
Cuadro 18 : Dosificación de materiales para la construcción.
Cuadro 19 : Permisos de prospección solicitados entre 1984 y 2004.

Cuadro 20 : Permisos de exploración solicitados entre 1984 y 2004.

Cuadro 21 : Concesión para explotar solicitados hasta 2004.

Cuadro 22 : Favorabilidad ornamental de cuerpos tipo "graníticos".

1. OBJETIVO

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar la situación de los diferentes recursos minerales que posee el departamento, para lo cual se abordara el tema desde dos puntos de vistas complementarios. En primer lugar se centrara la atención en los distintos materiales que se extraen del subsuelo de San José. En este sentido se describirán y analizaran las características geológicas-mineras principales de los depósitos ó yacimientos, así como de los diferentes materiales procesados y comercializados.

Con esta información y utilizando como base la carta geológica del departamento se delimitaran groseramente áreas con distintos grados de favorabilidad para la exploración / explotación minera.

En segundo lugar se abordara en forma resumida los diferentes usos de los materiales extraídos así como las necesidades del Departamento de algunos de estos materiales y de las industrias primaria que son consumidoras de los mismos.

Por último, pero no menos importante, el presente trabajo también pretende aportar información básica que puede ser utilizada no solo para trabajos mineros, si no también para otro tipo de estudio o análisis como aquellos de corte Ambiental y de Ordenamiento Territorial.

2. METODOLOGÍA

Para la confección del siguiente trabajo se utilizo básicamente dos tipos de fuentes de información :

- Por un lado se revisaron y chequearon antecedentes tanto de corte geológico como minero, publicados bajo diferentes formatos.
- También se utilizo información contenida en los asuntos mineros presentados ante la DINAMIGE, tanto actuales como archivados. Este tipo de información es restringida, y fue utilizada de tal forma de garantizar su confidencialidad.

Con la información de los antecedentes se confecciono un mapa borrador sobre las hojas cartográficas 1:50.000 de San José

El trabajo de campo consistió en visitas a canteras ó depósitos donde se recogió información geológica, minera, extractiva, de beneficio, etc.

En este sentido fueron registradas 75 labores mineras y se chequeo en el campo más de 40 canteras.(ver [Cuadro 1](#) - Anexo)

El mapa definitivo fue elaborado por la superposición, a la base geológica 1:100.000 la “capa” de labores mineras, generando un documento grafico de síntesis Geológico-Minero, que es complementado por la presente memoria.

Por último se efectuó una búsqueda y recopilación de material de características y fuentes muy variadas con el propósito de obtener información sobre algunos aspectos de los recursos minerales extraídos y/o usados en San José : uso principales, industrias primarias que lo utilizan, necesidades del departamento, etc.

3. DEFINICIONES

Antes de entrar en la descripción de los diferentes recursos minerales del departamento de San José, creemos que es conveniente realizar algunas aclaraciones con respecto a la terminología empleada, en este informe, para los materiales denominados genéricamente como agregados pétreos.

Bajo el término agregado o áridos se agrupan una gran variedad de materiales, muchos de los cuales tiene denominación que difieren según los diferentes autores. Es decir existe cierta confusión con la terminología empleada para algunos de estos materiales, por lo que antes de empezar a desarrollar este capítulo, definiremos la “nomenclatura” utilizada para los agregados en este trabajo.

Arido o agregado : material pétreo, granular, cuya fragmentación se ha producido por medios **Naturales** o **Artificiales**.

- **Natural** : material pétreo cuya fragmentación o desagregación se produjo por procesos naturales (procesos Geológicos)
 - a. materiales originados por la desagregación físico / química de una roca preexistente y transportado por medios diversos (ej. ríos) : Arena, Canto rodado, etc.
 - b. similar al caso anterior pero sin transporte : Balasto, Tosca, etc.
- **Artificial** : material granular obtenido a través de la fragmentación mecánica (trituración) de un macizo rocoso relativamente sano y fresco. : Piedra partida, Arena de cantera, etc.

Por otro lado también existe cierta confusión en el uso de los términos balasto y tosca, muchas veces usados indistintamente para nombrar un mismo material.

En este trabajo se usara (en forma arbitraria) el término BALASTO solo para materiales graníticos, como los explotados en la zona de La Paz-Las Piedras y que pueden ser usados tal cual son extraídos de la cantera (material sucio) ó pueden sufrir un procesamiento posterior para obtener un material de mejor calidad (Pedregullo).

Por otra parte el término TOSCA se usara para materiales heterogéneos tanto desde el punto de vista mineralógico, como granulométrico, de bajo precio unitario, utilizado básicamente para obras viales y que al contrario que el balasto, no soporta económicamente un proceso de beneficio ya que es un material de baja calidad inicial.

En lo que tiene que ver con el límite granulométrico entre agregados gruesos y finos, las normas (UNIT, IRAM, ASTM, etc.) utilizan generalmente el valor 4,75 mm. No obstante, en la practica a veces las empresas utilizan un límite algo inferior, debido a las aberturas de las zarandas utilizadas en el procesamiento y/o el uso final dado al material.

	< 4,75 mm >	
	Fino	Grueso
Agregado/árido Natural	Arena	Balasto, tosca, canto rodado
Agregado/árido Artificial	Arena de cantera	Piedra partida

Cuadro 2 : Límite entre agregados gruesos y finos

Agregado fino : El término arena se refiere a un material granular cuyo tamaño de grano está comprendido entre dos límites extremos. Dichos límites varían en función de diferentes consideraciones cuya discusión escapa a los objetivos de este informe. Para unificar criterios se optó para este trabajo tomar los valores que se manejan en las normas UNIT (salvo que se aclare lo contrario), ya que estas clases granulométricas son tenidas en cuenta a la hora de definir la aptitud ó no de la arena para ser utilizada en la construcción en general.

	DESIGNACION	PASA POR EL TAMIZ UNIT	RETENIDO POR EL TAMIZ UNIT
AGREGADO FINO	Polvo impalpable	74 μ	
	Polvo	149 μ	74 μ
	Arena fina	500 μ	149 μ
	Arena media	2000 μ	500 μ
	Arena gruesa	4760 μ	2000 μ

Cuadro 3 : Clases granulométricas de agregados finos según normas UNIT

4. PRINCIPALES RECURSOS MINERALES

4.1 *Arcillas Para Cerámica Roja*

Los principales depósitos potenciales para este uso se asocian a unidades sedimentarias de composición limo-arcillosa de edad Cuaternaria (Formaciones Libertad y Dolores), así como a depósitos arcillosos, actuales y sub-actuales vinculados a planicies de inundación de los cursos de agua y a niveles de suelos arcillosos.

La Formación Libertad, de edad Pleistocena inferior-medio, está constituida por limos con variable contenido de arcillas y arena dispersa, masivos y de color dominante marrón, con frecuentes concreciones de carbonato.

Según Elizalde-Eugui (1973) se pueden diferenciar tres términos :

- Lodolitas : limos masivos, con más de 1 % de arena gruesa y gravilla dispersa en la masa y constante presencia de carbonato de calcio
- Loess : material con más de 50 % de fracción limo, menos de 1 % de arena gruesa, baja densidad aparente y sin la presencia de carbonatos
- Fangolitas : material con menos de 1 % de arena gruesa y menos de 50 % de limo.

La mineralogía de la fracción gruesa es básicamente cuarzo y feldespato y el arcillo-mineral más común es illita.

Su geometría está representada por depósitos en forma de manto, que ocupan posiciones de interfluvio y de ladera media, conformando un sistema de lomadas. La potencia máxima es del orden de los 20 metros, presentando su mayor expresión en la región sur del país.

Estas litologías fueron empleadas como materia prima para la elaboración de cerámica roja en otros departamentos. Por lo que se puede tomar a la Formación Libertad, aflorante en el departamento de San José, como fuente potencial para este uso industrial. En este sentido se presenta en la Figura 1 las características

granulométricas en base a muestras de esta unidad tomadas en el departamento de San José y publicadas por Elizalde G. y Eugi W. (1973)

La Formación Dolores, de edad Pleistocena Tardía, presenta características litológicas similares a la Formación Libertad. Esta formada principalmente por limos arcillosos y arcillas limosas con contenido variable de arena y gravilla, en general más pobre en carbonato que la unidad anterior.

Desde el punto de vista geomorfológico, ocupa posiciones de terraza alta asociadas a los valles de los principales cursos de agua.

La potencia máxima es del orden de los 8 a 10 metros y presenta mayor desarrollo en la región sur del país.

Durante la etapa de campo fue visitada una cantera de arcilla de donde se extrae material para la elaboración de cerámica roja. El perfil explotado está integrado por 2 paquetes :

- En la parte superior un suelo de aproximadamente 0,8/1,0 m de espesor y con horizontes bien diferenciados (horizontes A, B y C).
- Por debajo un material limo-arcilloso con algo de arena, color marrón, macizo y algo tenaz, asimilable a la Formación Dolores

Como se observa en la Figura 2 , la materia prima para la elaboración de cerámica proviene de una mezcla de limos-arcillas de la Formación Dolores y arcillas de parte del horizonte edáfico (principalmente horizontes B y C).

El arranque de esta “mezcla” se realiza en paneles, con retroexcavadora, previa remoción de la parte superior del perfil (capa vegetal y mayor parte del horizonte A). Ver [Figura 3-Anexo](#)

Además se muestra en la Figura 1 , la representación grafica de 2 muestras tomadas en la cantera (42a = F. Dolores y 42b = perfil explotado) y 1 muestra tomada de la pila de materia prima almacenada en la fabrica de cerámicas.

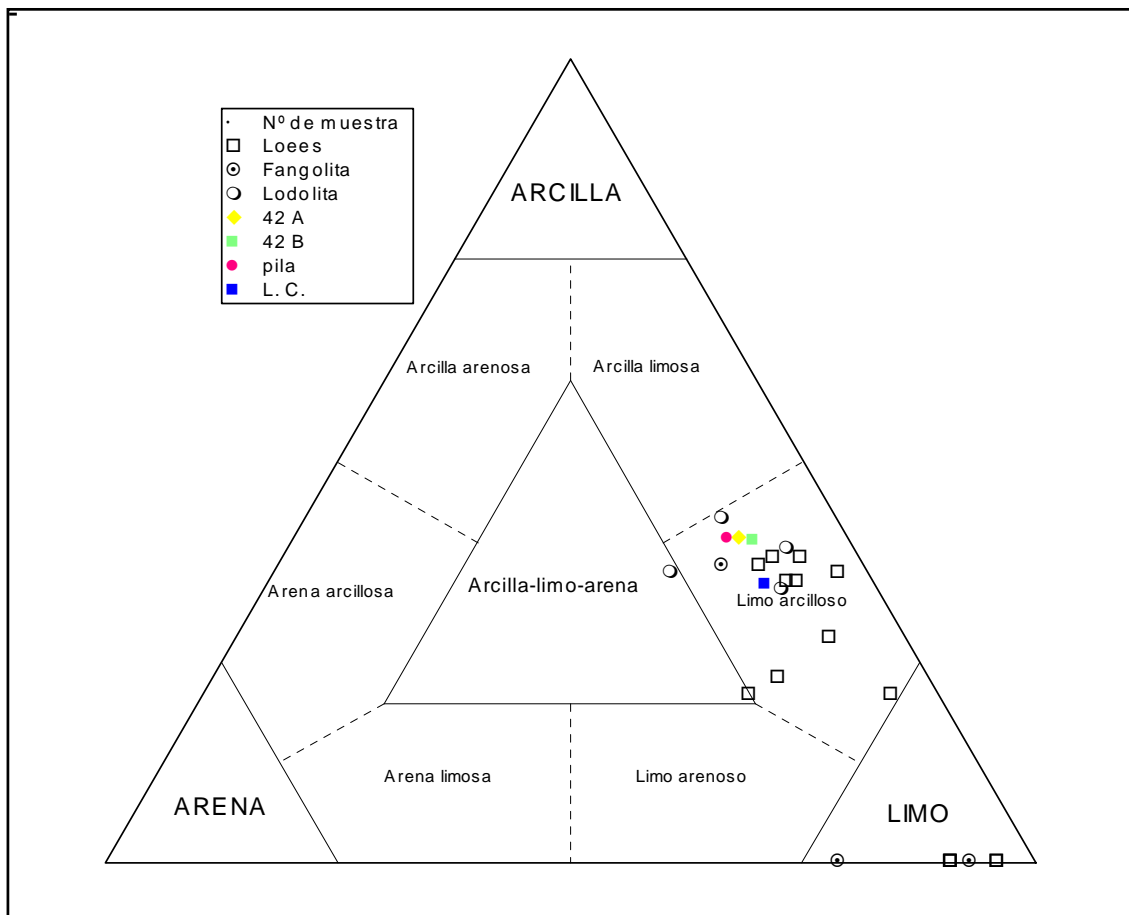


Figura 1 : Triángulo textural de Shepard-1954, donde se representan muestras de la F. Libertad (lodolitas, loees y fangolitas) del departamento de San José tomadas de Elizalde-Eugi 1973, arcillas de la cantera de una fábrica de ladrillos (42 A y 42 B) y de la pila de acopio de la misma fábrica (pila) y arcillas de una ladrillera de campo (LC).

El material fino, arcillas y limos, vinculado a los cursos de agua (Sedimentos Actuales y Subactuales) o formando parte del perfil de suelo, es también usado como materia prima para la elaboración de ladrillos, principalmente por las ladrilleras de campo.

En la figura 1 se representa una muestra de arcilla tomada del acopio de una ladrillera de campo. La mayoría de este tipo de ladrilleras están localizadas en los alrededores de la planicie del río San José y utilizan una arcilla negra y tenaz. Este

material provendría de perfiles de suelos y/o sedimentos finos de la planicie aluvial del mencionado río.

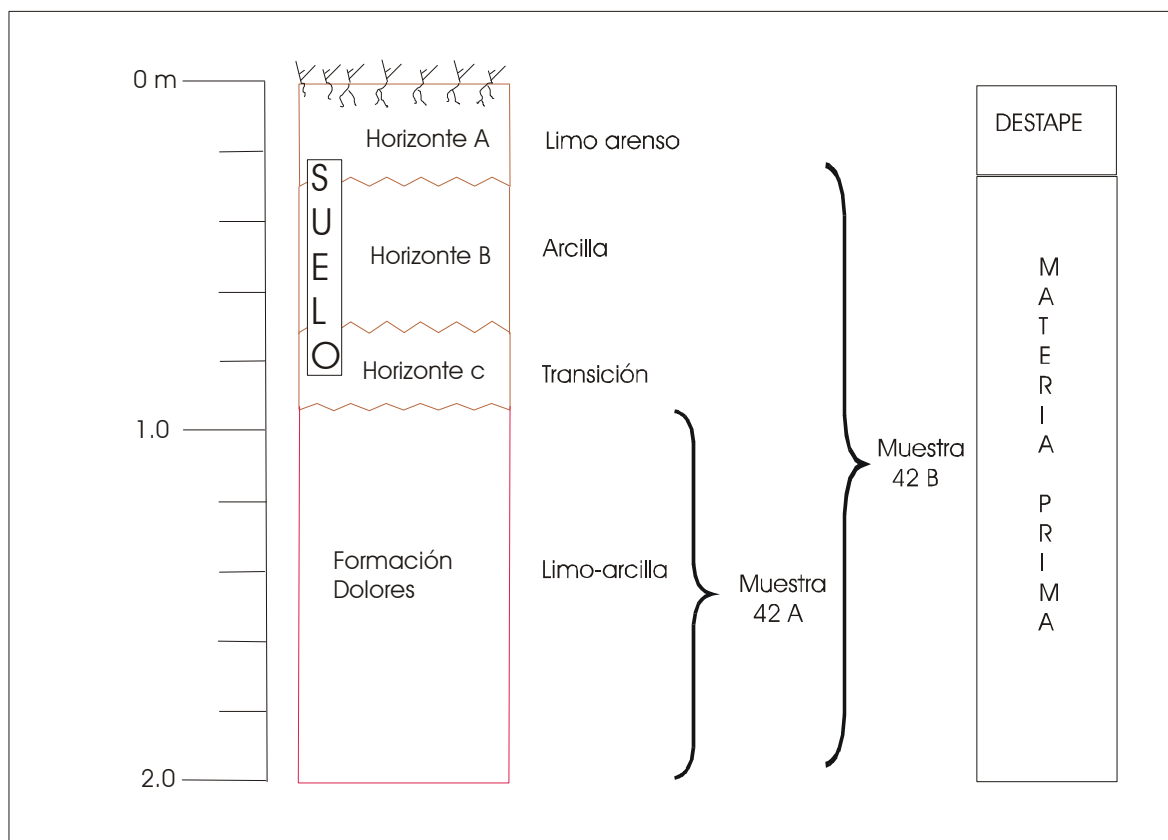


Figura 2 : Perfil esquemático del nivel explotado en la cantera de arcilla para la elaboración de cerámica roja (Cerámicas San José, ruta 1-km 38,500)

Con relación a las reservas potenciales de estos materiales, serían muy elevadas. Estos sedimentos pueden tener dos limitantes para su uso, la primera que contengan carbonato de calcio (principalmente en concreciones), su presencia, trae problemas de roturas de las piezas cerámicas durante la cocción de las mismas. Otra limitante es la presencia de líticos gruesos: arena y gravilla, que puede producir roturas de las piezas durante la etapa de extrusión.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS DE MUESTRAS DE ARCILLA PARA CERÁMICA ROJA									
Código	Intervalo en micras (valores en %)								
	1000 a 500	500 a 250	250 a 125	125 a 63	63 a 31,5	31,5 a 7,8	7,8 a 3,9	3,9 a 2	< 2
Ladrillera de campo	0,0	1,6	2,4	7,5	18,4	20,8	8,9	5,7	34,7
Perfil (42B)	3,4	2,6	1,8	3,8	20,2	16	5,8	6,0	40,3
Dolores (42A)	2,7	2,3	1,6	3,5	19	18,2	7,4	5,1	40,1
Pila(42C)	3,0	3,0	2,2	4,6	17,5	18,5	5,8	5,0	40,4

Cuadro 4

4.2 Agregados Gruesos

Este tipo de material, según definición dada en el capítulo introductorio, esta formada básicamente por balasto, tosca como agregado grueso natural y piedra partida como material granular artificial. Dada sus características diferentes se describirán en forma separada :

4.2.1. Balasto y Tosca

En este caso se tratara en forma conjunta estos dos tipos de materiales, ya que no existe una separación clara entre ambos, como ocurría en el departamento de Canelones.

La mayor parte de la canteras activas e inactivas para la obtención de estos materiales están localizadas al N y NW de la ciudad de San José, a menos de 10 kilómetros de la misma.

La roca fuente para la obtención de tosca-balasto es muy similar en la gran mayoría de las labores mineras visitadas. En general se explota un regolito formado sobre cuerpos graníticos a granodioríticos, de grano medio a grueso, coloración variada pero predominantemente de tonos rojizas y grises, de composición cuarzo-feldespático, con una variable proporción de biotita. Es muy común la presencia de “cuerpos” máficos, a manera de grandes xenolitos, ricos en anfíbol y biotita, y de contacto neto con la roca granítica. Según la información geológica reciente estas áreas se corresponden con el Complejo Granítico Jesús María separado durante la cartografía realizada en este proyecto.

La extracción se concentra dentro de zonas de estos granitoides, con buen desarrollo del manto de alteración y escasa ó nula cobertura estéril.

El manto de alteración ó regolito en las canteras visitadas presenta espesores muy variados que generalmente caen en el entorno de los 3 a 6 m. En general la cobertura estéril cuando existe, está formada por suelo y la unidad geológica Libertad, con potencias de 1 a 2 m.

La explotación de este material “desagregado” naturalmente se realiza básicamente a través de tres etapas : descubierta de la cobertura→arranque→carga/acopio

El material se vende mayoritariamente en forma “sucia” por lo que luego de arrancado se carga directamente al camión. (ver [Figura 4](#) -Anexo)

En algunas labores mineras visitadas se realiza un lavado-zarandeado de parte del balasto arrancado. El producto obtenido es un material calibrado, principalmente pedregullo y gravilla con arena de cantera como “residuo” de este proceso. (ver Cuadro 5)

En general la maquinaria básica utilizada por las empresas es una pala frontal y una retroexcavadora para las labores de destape, arranque y carga.

Análisis granulométricos de algunos materiales comercializados				
Intervalo (mm)	Ficha 23		Ficha 25	
	Gravilla	Pedregullo	Gravilla	Pedregullo
25,40 - 19,05	0	1	0	0
19,05 - 12,70	0	18	0	7
12,70 - 9,52	0	26	0	25
9,52 – 4,76	19	38	44	49
4,76 – 2,38	45	13	34	18
< 2,38	36	4	22	1

Cuadro 5 : Granulometrías de tosca procesada (valores en % en peso)

En lo que tiene que ver con la distribución granulométrica del material explotado se presenta en la Figura 5 curvas de frecuencia acumulada efectuados con muestras extraídas de distintas canteras, visitadas durante la gira de campo. (ver además Cuadro 6).

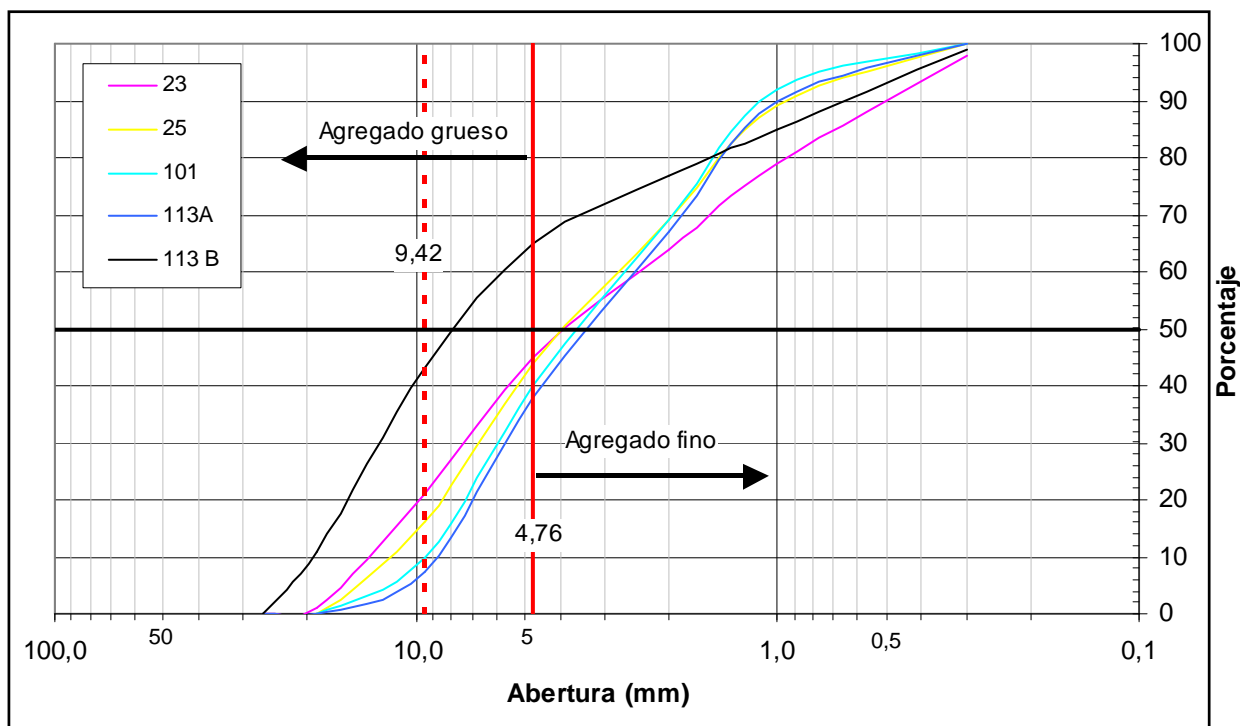


Figura 5 : Curvas granulométricas acumuladas de balasto de muestras tomadas en canteras del departamento de San José.

Como se observa el material analizado presenta una amplia distribución de tamaño de grano, destacándose el alto contenido de material menor a 4.76 mm (arena de cantera), límite utilizado en varias Normas para separar áridos finos de gruesos.

El uso más importante es como material “sucio”, sin procesar, en obras viales (base/sub-base granular, pavimento granulares, relleno) donde la presencia de finos puede ser hasta favorable. Sin embargo cuando se intenta obtener material calibrado como pedregullo, el alto contenido de “finos” es un aspecto perjudicial ya que baja en forma muy importante el rendimiento.

Fueron registradas unas 10 canteras de las cuales a la fecha de efectuar el relevamiento de campo (junio del 2003) estaban trabajando con cierta regularidad 5 de ellas.

Los volúmenes de extracción anual promedio de las canteras reguladas por DINAMIGE oscilan entre 1500 a 3000 mil m³ por cantera en el periodo 1998-2001.

Por otra parte las canteras bajo el régimen de obras publicas que son reguladas por la Dirección Nacional de Vialidad, producen en total un promedio de 75.000 m³ al año.

Esta información estadística de producción es incompleta ya que no poseemos datos de las labores mineras de las canteras de la Intendencia de San José. En este sentido fue visitada la cantera de la Intendencia, que abastece de material a una buena parte del departamento.

Dada la intensa actividad extractiva observada en está labor minera y la densa red caminera que posee San José, estimamos que posiblemente el volumen producido para el mantenimiento y reparación de la camineria departamental (principalmente camineria rural) sea muy superior a los 100 mil de m³ anuales.

ANÁLISIS GRANULOMETRICOS DE MUESTRAS DE TOSCA							
Muestra	Intervalo de milímetros (valores en %)						
	>16	16-13,33	13,33-8	8-4	4-2	2-1	<1
23	1	1,9	5,1	18,4	23,5	14,6	35,5
25	0	0,7	3,4	18,3	27,5	18,7	31,5
101	0	2,2	1,1	11,3	31,1	23,6	30,7
113 A	0	0	0,7	11,8	32,5	21,8	33,1
113 B	11,4	7,5	5,8	25,5	17,5	9,3	23,1

Cuadro 6

4.2.2. Piedra Partida

El término piedra partida, de uso comercial, abarca en el sur del Uruguay rocas ígneas e ígneas-metamórficas del Basamento Cristalino, principalmente de composición graníticas.

En lo que respecta al departamento de San José se localizan varias canteras que hoy se encuentran inactivas ó abandonadas.

Unos 10 km. al N de la capital departamental se observaron varios frentes de antiguas labores mineras que extraían piedra para triturar de zonas “frescas” de un cuerpo granítico. Unas de las canteras relevadas (Ficha 114) presentaba un frente de 3-5 m. de altura y un destape formado por granito alterado mas suelo de entre 0 a

2 m. La roca explotada era un granito isótropo, de grano grueso a pegmatoide, color gris, con cristales centimetricos de cuarzo y feldespato y como accesorio anfíbol y biotita. Sobre sete mismo cuerpo, pero más al sur, donde el manto de alteración esta más potente y más continuo, se ubica la principal zona productora de tosca de San José.

Otro antecedente minero, es la producción de piedra partida a partir de bloques de granodiorita en la antigua mina Mahoma. Aquí se trituraba las escombreras (roca caja) que quedaron como producto de la explotación de los filones auríferos.

Por ultimo en el limite departamental, en la zona de Mal Abrigo, se localiza una cantera de piedra partida, activa, la cual fue relevada.

Dicha cantera se ubica sobre el extremo sur-oriental de un cuerpo ígneo conocido como granito de Mal Abrigo. La roca explotada es un granito gris, de grano grueso, horblendo-biotítico, con intensa fracturación.

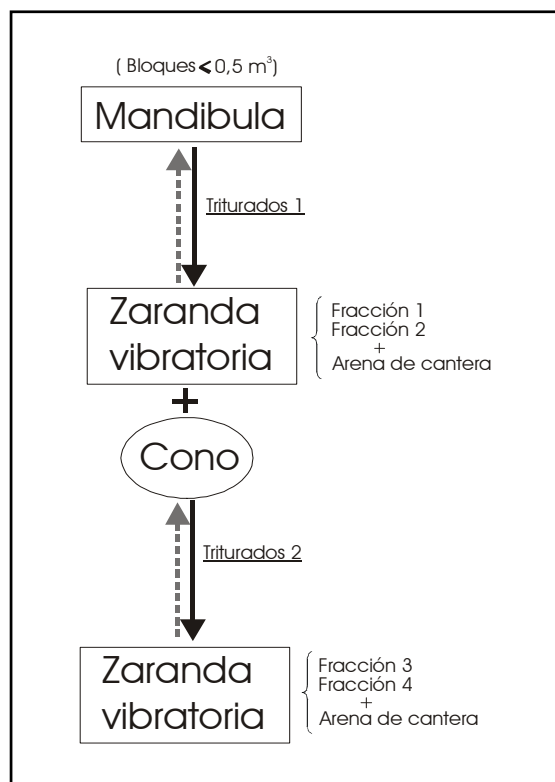
La cantera esta formada por un amplio piso, con frente de 50-60 m de largo y 3-4 m de altura y actualmente se está abriendo un segundo piso, con frente de unos 4 m de altura. (Ver [Figura 6](#) - Anexo)

La metodología de arranque-procesamiento es la típica para este tipo de material :

- arranque de “trozos” de tamaño variado del banco de roca fresca a través de voladuras, achique de aquellos bloques más grande con pera
- Carga en camiones y transporte del material hacia la zona de acopio ó planta de trituración.
- Trituración con molinos primarios y secundarios, alternado etapas de clasificación (Ver [Figura 7](#)-Anexo y [Figura 8](#))

La granulometría obtenida por la empresa de Mal Abrigo es muy variada según la configuración del circuito de triturado-tamizado. En base a la información de la empresa las fracciones más comunes son 6/12, 6/20, 12/20, 12/30, 30/50, además de piedra de cimientto y arena de cantera

Figura 8 : Esquema simplificado del circuito de trituración para la obtención de piedra partida



4.3. Arena

Existen varios puntos o zona de extracción de arena en el departamento de San José. La zona más importante en cuanto al volumen producido, no solo a nivel departamental sino también a nivel de todo el País se localiza en el extremo SE del departamento, denominada en este trabajo “Zona de Rincón de la Bolsa”. El resto de los puntos de extracción están dispersos pero la mayoría ubicados a lo largo de la costa del Río de La Plata. Debe agregarse la existencia en la zona costera de bancos arenosos sub-acuáticos, algunos de los cuales han sido explotados. (ver Figura 9).

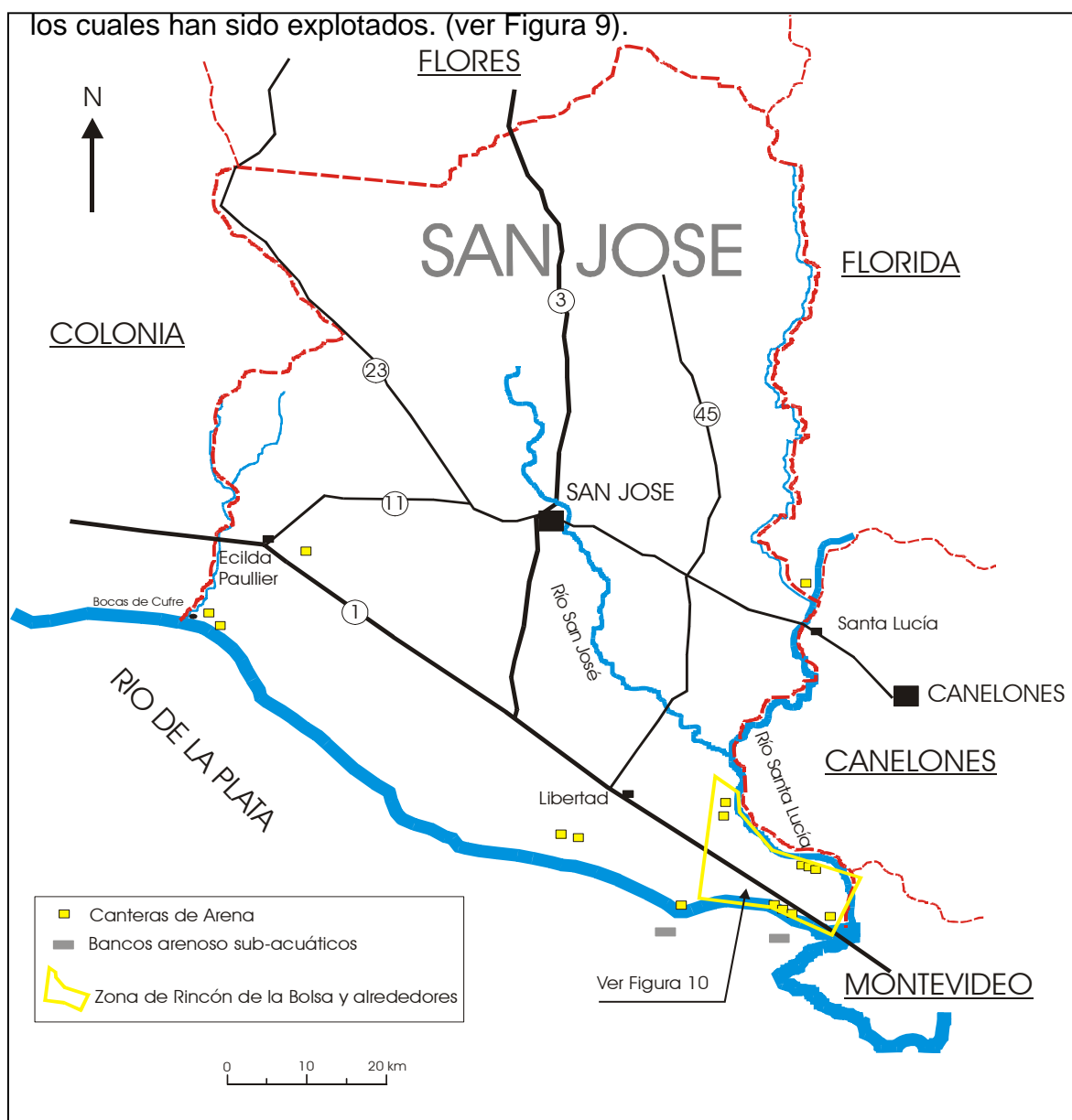


Figura 9 : Mapa de localización de areneras en el Departamento de San José

4.3.1. Zona De Rincón De La Bolsa y Alrededores

Como ya se menciona esta zona produce actualmente la mayor parte de la producción de arena del Uruguay. Para esta área existe importante información geológica minera producto del convenio de cooperación técnica entre DINAMIGE y la BGR (Organismo oficial Alemán) desarrollada aproximadamente entre 1979-1981.

En este sentido y para esta zona se tomará como referencia principal los estudios prospectivos y de evaluación de yacimientos de arena en el valle del Río Santa Lucía (Coronel N. et al. 1980 y 1981) en el marco del convenio antes mencionados. También se contó con antecedentes de informes geológico-mineros de las empresas que explotan arena en esta área y de nuestras propias observaciones de campo.

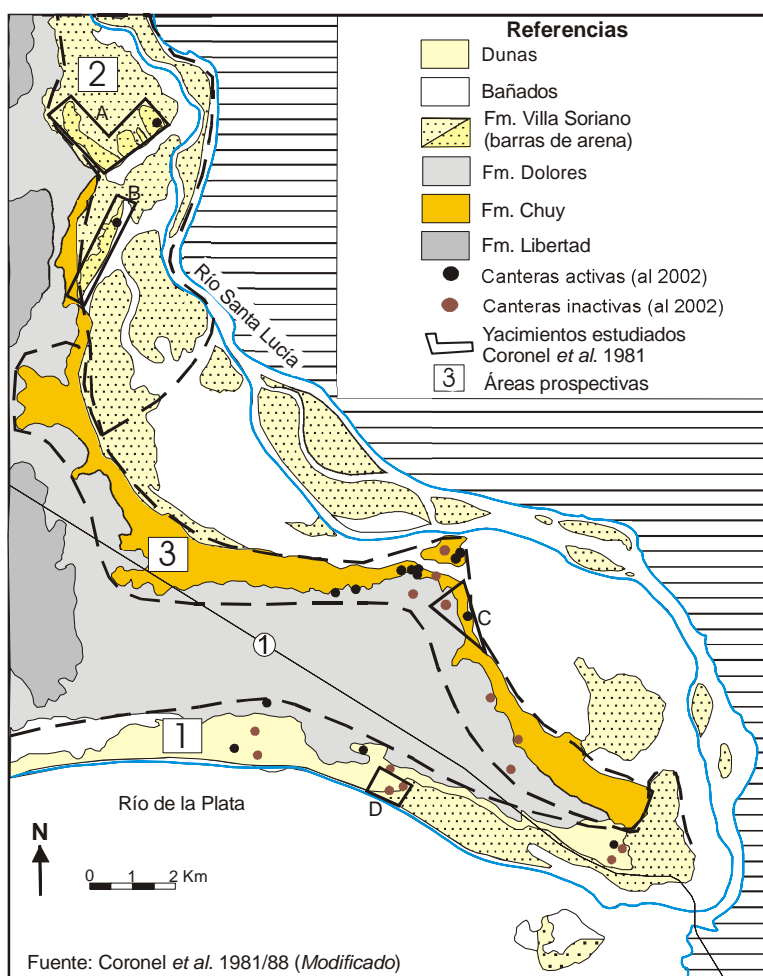


Figura 10 : Carta geo-minera de la zona de Rincón de la Bolsa (Modificada de Coronel et al. -1981/1988).

Según Coronel et al. 1980/81 se pueden separar groseramente tres áreas con diferentes características geológicas y prospectivas. En la primera etapa del referido estudio se prospecta gran parte del valle inferior del Río Santa Lucía, para luego estudiar en detalle 4 yacimientos. En la figura 10 sobre un “fondo” geológico simplificado (Coronel et al. -1988), se reproduce aproximadamente las áreas mencionadas anteriormente (Area 1, 2 y 3), las zonas estudiadas en detalle (Yacimiento A, B, C, y D) y gran parte de las canteras activas e inactivas que existen en la zona de Rincón de La Bolsa.

Area 1

Comprende una faja de unos pocos kilómetros paralela a la costa del Río de la Plata. Sobre la misma también se localizan otras labores mineras, más al W, fuera de la zona denominada aquí como de Rincón de La Bolsa y que serán tenidas en cuenta más adelante .

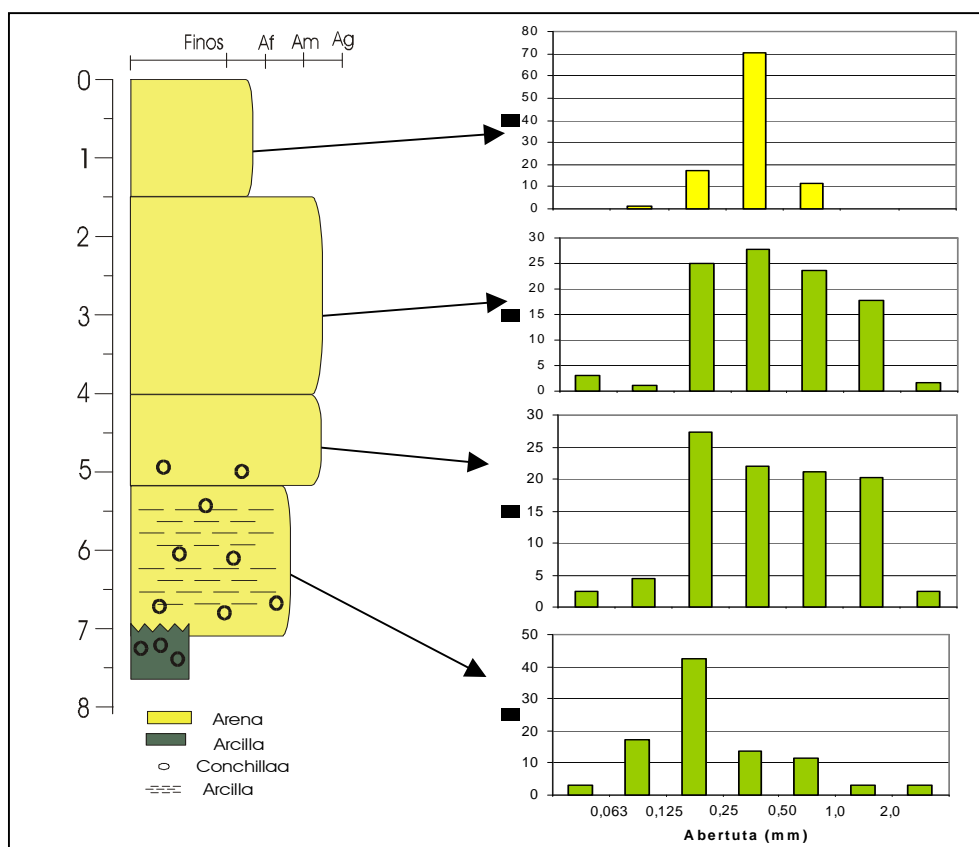


Figura 11 : Perfil esquemático de los depósitos de arena de la costa en la zona de Rincón de la Bolsa e histogramas de muestras de distintos niveles del perfil.

Esta porción de la faja costera, “Paleoterraza de la costa del Río de la plata” (Coronel et al., 1980), esta conformada básicamente por campos de médanos, playas y esteros litorales. Se destacan por su importancia geo-económica las acumulaciones de arenas eólicas y los depósitos de barras litorales actuales y los fosilizados, que pertenecen a la Formación Villa Soriano.

En esta área se realizó un estudio de detalle en 1981 (Yacimiento D) y fueron registradas por este trabajo 10 canteras, la mayoría hoy inactivas (ver Figura 10). La evaluación económica del yacimiento D comprendió la ejecución de 10 sondeos de entre 4 y 5 m, ubicados en las zonas bajas “interdunas” (ver cuadro 7). En base a éstos y a las observaciones propias, la estratigrafía de la zona estaría formada por un nivel superior de 1 a 1,5 m de espesor, integrado por arenas finas, bien seleccionadas, de origen eólico. Por debajo un paquete de arenas medias a gruesas, con arcilla y conchillas especialmente en la base y con espesores entre 3 a 5 m. El depósito se apoya sobre arcillas oscuras fosilíferas de la Formación Villa Soriano (ver Perfil en la Figura 11).

Características Básicas		Yacimiento D
Área relevada		415.000 m ²
Potencia promedio de arena		4,7 m
Potencia promedio de cobertura		0,1 m
Reservas		1,7 millones m ³
Calidad Granulométrica	Mediana	0,35 mm
	Moda	0,25 a 0,125 mm
	% < 0.063 mm	2,45%

Cuadro 7 : Evaluación geo-económica del yacimiento D

En el perfil, también se exponen histogramas realizados con muestras de los diferentes niveles atravesados por los sondeos del yacimiento D (barras arenosas) y complementado con una muestra de una cantera de la zona, que equivaldría a los niveles superiores del depósito (médanos).

En cuanto a la granulometría de las arenas explotadas en esta zona los histogramas presentados en la Figura 11, son complementados por dos curvas acumuladas realizadas con la muestra tomada en la “pileta” de una cantera de

la zona, y el promedio de tres muestras de uno de los cateos realizados en el yacimiento D (Figura 12).

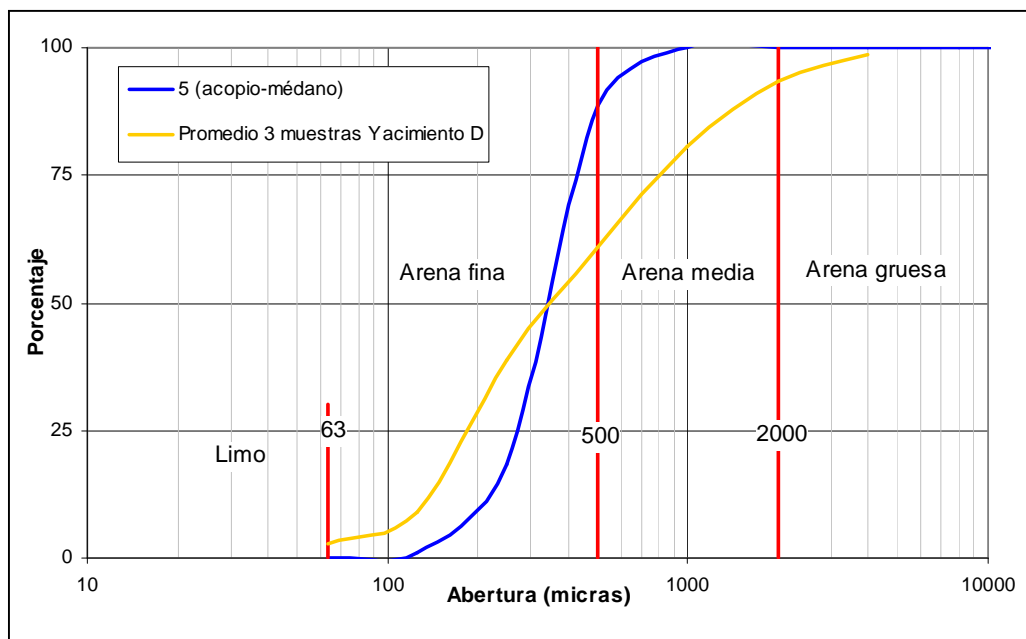


Figura 12 : Curvas acumuladas de arena de la Area 1 / Rincón de la Bolsa

Como se observa claramente en ambos gráficos (histogramas y curva acumulada de la Figura 11 y 12 respectivamente) la muestra del nivel superior, interpretada como dunas sub-actuales, corresponde a material de tamaño promedio de grano menor y una mejor selección que las muestras de arena del paquete inferior interpretado como depósitos de barras litorales. (ver además Cuadro 8 - Anexo)

Como ya fue mencionado se registraron un total de 10 canteras de las cuales se recabo información de producción en el periodo comprendido entre 1986 al 2002 (cabe aclarar que son canteras que tuvieron actividad durante algún año del periodo considerado) .

La producción anual promedio por cantera vario desde 1000 hasta 60.000 mil m³ de arena.

La producción promedio anual para toda el Area 1 fue de 95.000 m³, con un máximo de 190.000 mil m³ de arena. (Ver Figura 13)

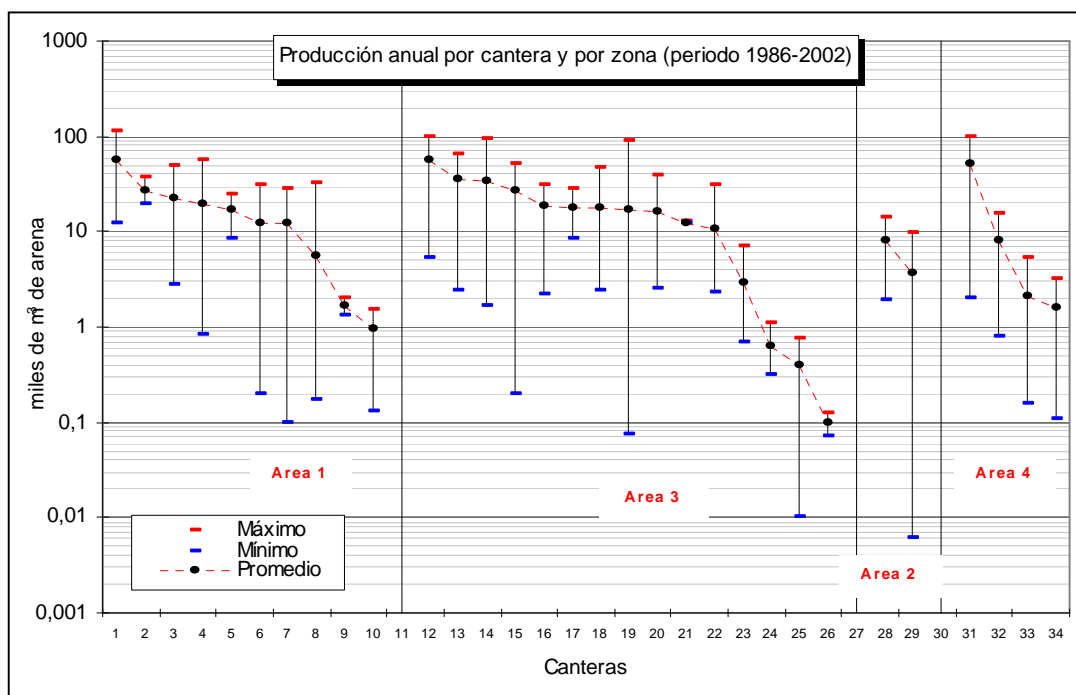


Figura 13 : Producción de canteras de arena en San José por Área productora.

Área 2

Esta Área se corresponde con la planicie baja del Río Santa Lucía, donde se localizan paleo-barras arenosas fluviales como los yacimientos A y B estudiados por Coronel et al. 1980/1981. Según dicho documento, las arenas exploradas y explotadas en esta Área, pertenece a paquetes arenosos de la unidad geológica conocida formalmente como Villa Soriano. En dicho estudio se identificaron básicamente dos tipos litológicos :

- Hacia la base, materiales finos arcillosos y arcillo-limoso, apoyándose generalmente en el margen derecha del Río sobre la Formación Dolores.
- En el tope aparecen depósitos arenosos, aflorando en la zona de interés en forma de bancos masivos, representado por arenas finas a gravillosas, con predominio neto de los tamaños groseros, de mala selección, bajo redondeamiento, de mineralogía cuarzo-feldespática y friables.

Estos bancos arenosos se distribuyen generalmente hacia las áreas inmediatas a las barrancas de las formaciones más antiguas en deposición

mas o menos paralela a la mismas y tienen un espesor de unos pocos metros (3-5 m).

El Área 2, es en su mayor parte una planicie baja inundable de cota comprendida entre 0 y 5 m, y conformada por materiales finos. Los depósitos arenosos, son la parte menor y se ubican en un plano topográfico intermedio, entre 5 y 10 metros.

Los estudios de reserva de Coronel N. et al. (1981) localizaron dos depósitos que denominaron Yacimientos A y B, cuyos resultados se resumen en el cuadro siguiente

Características Básicas		Yacimiento A	Yacimiento B
Area relevada		1.756.000 m ²	946.000 m ²
Potencia promedio de arena		3,4 m	2
Potencia promedio de cobertura		0,7 m	0,8 m
Reservas (Relación mínima arena /cobertura $\geq 2 :1$)		5,4 millones m ³	1,96 millones m ³
Calidad Granulometrica	Mediana	1,2 mm	0,6 mm
	Moda	2 a 1 mm	0,50 a 0,25 mm
	% < 0.063 mm	2,4 %	3,2 %

Cuadro 9 : Evaluación económica de los yacimientos A y B

Actualmente existe una empresa que está explotando en forma esporádica, estos dos yacimientos, que según el minero son utilizados para terciar con materiales más finos y así mejorar la calidad final del árido fino. Uno de estas canteras fue visitada durante la gira de campo. La misma se explota con retroexcavadora, en forma de trincheras de 2 a 2,5 m de profundidad, removiendo primeramente la cobertura (suelo arenoso) y luego acopiando el material. (ver [Figura 14](#) - Anexo).

El material explotado es una arena media a muy gruesa, blanca, friable, cuarzo-feldespática, sub-angulosa, con estratificación plana-paralela y gradacional.

En cuanto a el tamaño de grano de este material se presenta en la Figura 15 varias curvas granulométricas donde se representan (ver además [Cuadro 8](#) - Anexo) :

- El promedio de 29 muestras del Yacimiento A
- El máximo y mínimo de las muestras de dicho yacimiento (entorno)

- Una muestra tomada del acopio de la cantera que existe actualmente en el yacimiento A (Acopio)
- Una muestra del yacimiento B
- Por último dos muestras (Barra 1 y 2) tomadas en una cantera que extrae arena de barras arenosas actuales sobre el río Santa Lucía, en los alrededores de la localidad de 25 de Agosto (Ficha 117).

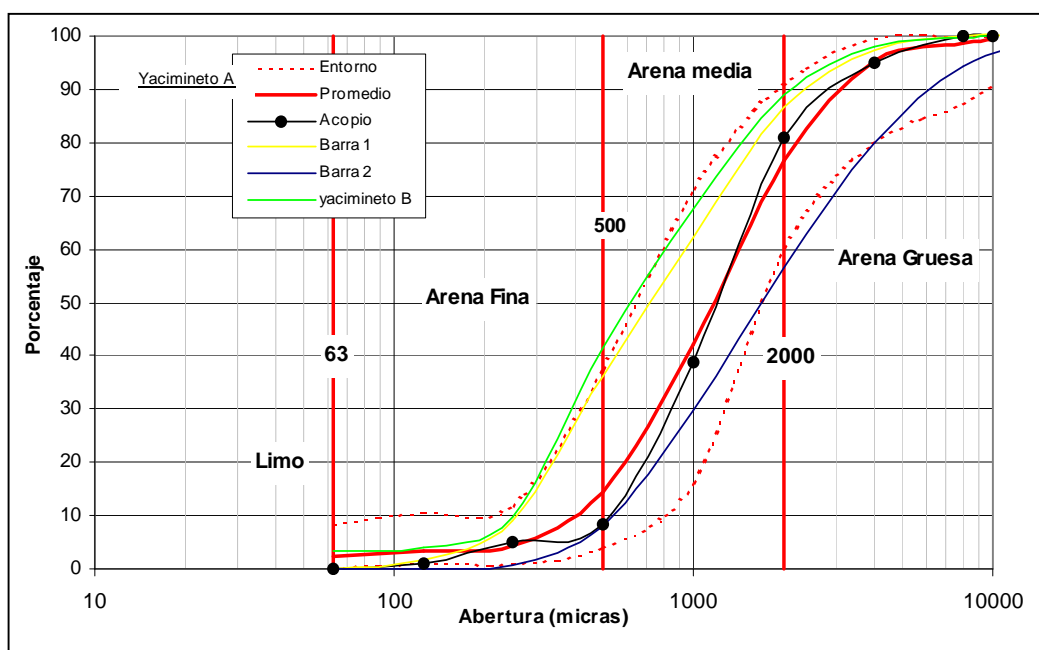


Figura 15 : Curvas granulométricas depósitos de barras fluviales actuales y sub- actuales

Observese la buena coincidencia entre las curvas del entorno de las muestras del yacimiento A ("paleobarra" arenosa) y las muestras de barras actuales (depósitos distales = Barra 1 y proximales = Barra 2). Este hecho no es casual ya que si bien se trata de cuerpos generados en momentos diferentes de la historia deposicional del río, el proceso geológico básicamente es el mismo.

También se observa una buena coincidencia entre el promedio de las 29 muestras del yacimiento A y el material comercializado (Acopio).

En general todas las muestras presentan una gran dispersión granulométrica, con el predominio de las fracciones arena media y gruesa, y baja proporción de limo.

La producción de las dos canteras ubicadas en esta Área está en un promedio anual de 4 a 8 mil m³ como se observa en la Figura 13

Área 3

En esta área se produce una gran concentración de labores mineras, en parte producto del estudio exploratorio realizado por la DINAMIGE. En dicho trabajo se define el área de exploración y se estudia en detalle una zona denominada Yacimiento C (ver Figura 10).

Esta Área está conformada por una faja groseramente paralela al límite entre la planicie inferior del Río Santa Lucía y un plano alto de cotas entre 5 y 10 m. La extensión hacia el S y SW de esta faja prospectiva estaría limitada principalmente por el espesor de la cobertura.

En el trabajo original (Coronel et al. 1981) se asumió que las arenas prospectadas en esta área pertenecían a la unidad geológica denominada Raigón. Coronel N. et al - 1988 reconsidera el criterio anterior y asocia esos sedimentos a los depósitos transgresivos de la Formación Chuy de edad Pleistoceno, la que estaría conformada por los siguientes tipos de asociaciones:

- Arenas medias y gruesas en estratos centimétricos, de color naranja, con estratificación paralela erosiva predominante.
- Arenas finas hacia abajo, con arena gruesa intercalada en láminas milimétricas, de color blanco, friable, con estratificación paralela y de migración de ripple.
- Arcillas arenosas, arenas arcillosas y limolitas grises, en parte fosilífera, subyaciendo a las anteriores litologías.

En base a la información del trabajo de Coronel-et al. 1981, de datos de informes geológicos presentados por los mineros y del trabajo de campo realizado en el marco de este Proyecto, se puede definir un perfil litológico “ideal” para esta zona de la siguiente manera :

- En el tope, por debajo de una delgada cobertura de suelo (~30 cm), se encuentra una roca pelítica con muy alta proporción de arena (lodolita

arenosa), de color marrón claro a naranja, conocida formalmente como Formación Dolores. El espesor de estos sedimentos (cobertura) es variable y oscila entre 0,5 a 3 m. (Ver [Figura 16-Anexo](#))

- Por debajo de esta cobertura se encuentra un paquete arenoso, “proveedor” del árido fino explotado por las empresas mineras. Estas arenas, pertenecientes a la unidad geológica conocida como Chuy, presenta importantes variaciones granulométricas en la vertical.

En la parte superior las arena presenta importante proporción de material “fino”, interpretado como un horizonte de transición y con potencia de hasta 1,5 m (Coronel et al.-1981). (ver figuras 17 y 16-Anexo).

En la base del paquete arenoso se observa, en algunas canteras, una arena muy fina con alto contenido de limo-arcilla de color gris-verdoso, no apta para el uso como árido fino, de espesor de que puede llegar a los 3 m. (ver figura 17)

Entre estos dos niveles (horizonte areno-limoso transicional y arena fina basal) se desarrollan un paquete de arenas finas a medias con intercalación de niveles gruesos y gravillosos, de colores amarillos claro a blanquecinos, friables. El contenido de material fino (limo+arena muy fina) es variable como se observa en la Figura 17 (Entorno Yacimiento C). Aunque parece existir cierta tendencia a disminuir el contenido de finos desde las zonas superiores (muestra 34 “sucia”) hacia las partes inferiores (muestra 1 “sucia”) del paquete arenoso. Ver figura 17. Este paquete arenoso, objeto de intensa explotación puede alcanzar espesores de 10 a 12 m.

- La base del deposito arenoso lo constituye una arcilla verde-grisáceo, plástica y compacta. Según los antecedentes por debajo de la misma aparecería nuevamente otro nivel de arenas gruesas y limpias.

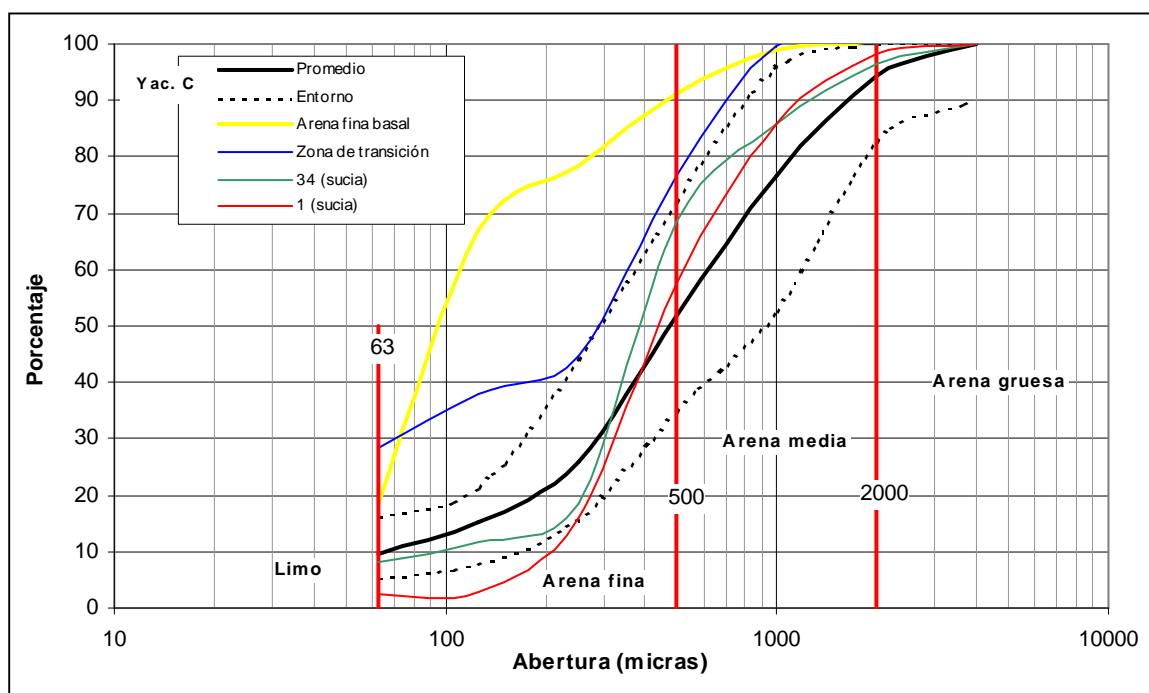


Figura 17 : Curvas granulométricas de muestras de distintos niveles de frentes de canteras en el Area 3 y valor promedio y entorno del Yacimiento C .

Durante la etapa de campo, se visitó varias canteras, en las cuales se tomó muestras del material procesado/comercializado (muestras de pileta).

Por otro lado se procesó los datos del yacimiento C, que consisten en 14 muestras tomadas durante el estudio exploratorio de Coronel et al. 1981. Con dicha información se elaboró una curva promedio así como dos curvas en base a los valores máximos y mínimos de cada clase granulométrica (entorno)

Los resultados obtenidos se presentan gráficamente en la Figura 18.

Asumiendo que las características granulométricas del Yacimiento C son representativas del Area 3, se puede sacar las siguientes conclusiones :

- La arena explotada en esta Area presenta un contenido promedio de limo (material menor a 63 μ) de aproximadamente 10 % , pero con valores que pueden superar el 15 % (curva promedio y entorno del yacimiento C , Figura 18).
- El proceso de “lavado”, que parece ser indispensable en este tipo de material, reduce el porcentaje de limo a valores menores al 5 % (muestra 1, 22, 26 y 34 “pileta” , Figura 18)

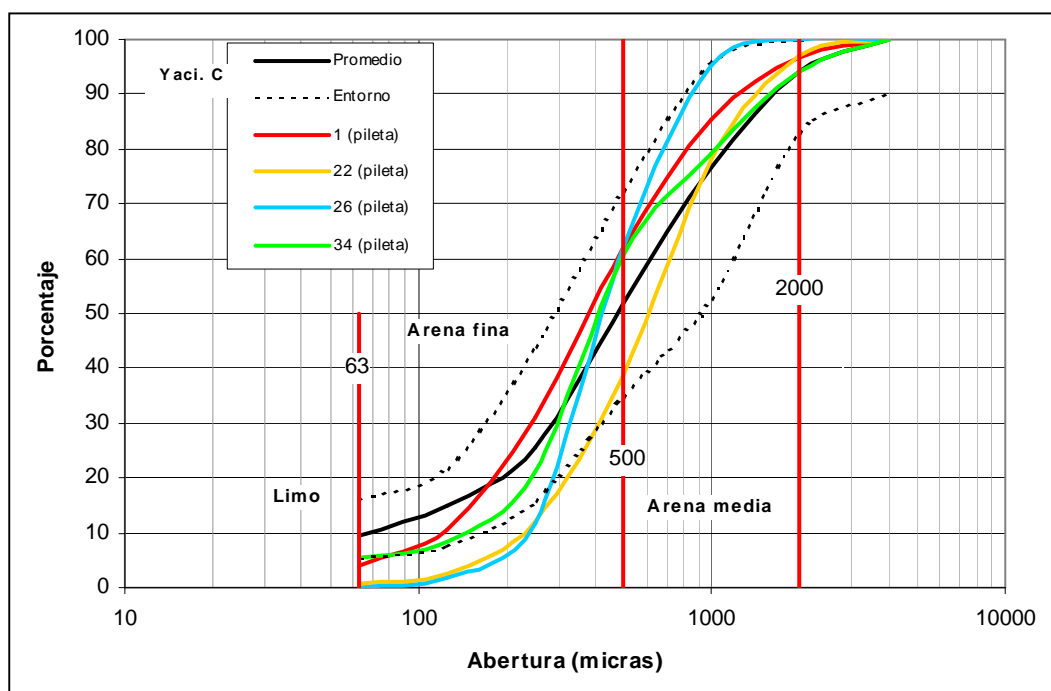


Figura 18 : Curvas granulométricas de muestra procesadas ("lavadas") del Area 3, junto con la curva Promedio y Entorno del Yacimiento C.

El proceso de explotación de este material con alto porcentaje de finos en algunos de sus niveles, principalmente en la zona superior, presenta ciertas particularidades. La primera operación es la remoción del suelo y la cobertura sedimentaria estéril, con espesores de hasta 3 m. La presencia de material limo-arcilloso en forma de matriz entre los granos de arena, sumado a la compactación natural, hace que este material tenga cierta tenacidad. Esto se refleja claramente en los grandes "paredones" perfectamente verticales de la canteras (ver Figura 16). Esto hace que la zonas explotadas no se desmoronen fácilmente hacia el lago, por lo que previamente a la succión de la bomba montada sobre balsa se necesite arrancar y remover el material con retroexcavadora. Una vez el material arenoso desagregado en el agua del lago, se succiona y bombea hacia la "pileta".

Básicamente el método consiste en :

- Remoción de la cobertura con retroexcavadora. (Ver Figura 16-Anexo)
- Arranque y empuje con retroexcavadora hacia el lago del material compactado y/o cementado. (Ver Figura 19-Anexo)

- Ubicación de la draga en la zona a explotar e instalación de la succión sobre el lecho del lago en ese punto. (Ver [Figura 19-Anexo](#) y [16-Anexo](#))
- Succión de material + agua del fondo del lago, a través de bombas.
- Conducción del material desde la draga a la zona de acopio a través de tuberías
- Separación de cantos y “terrones” de arcilla a través del pasaje del material por una zaranda cilíndrica giratoria.
- Descarga del material + agua en áreas denominadas “piletas”, construidas con la propia arena, donde por gravedad se decanta la arena y el agua y material fino retorna al lago (ver [Figura 14-Anexo](#)).

En el Area 3, como ya se menciona, se realizó una evaluación de parte de la misma denominada Yacimiento C. Los principales resultados son transcritos de Coronel - et al. 1981 en el siguiente cuadro :

Características Básicas		Yacimiento C
Area relevada		2.020.000 m ²
Potencia promedio de arena		9,5 m
Potencia promedio de cobertura		2,3 m
Reservas		4,7 millones m ³
Calidad Granulométrica	Mediana	0,48 mm
	Moda	0,50 a 0,25 mm
	% < 0.063 mm	9,5 %

Cuadro 10 : Evaluación económica del yacimiento C

Para esta zona se registraron un total de 13 labores mineras de las cuales se recabó información de producción en el periodo comprendido entre 1986 al 2002 (cabe aclarar que son canteras que tuvieron actividad durante algún año del periodo considerado) .

La producción anual promedio por cantera vario desde 100 hasta 60.000 mil m³ de arena.

La producción promedio anual para toda la zona fue de 175.000 m³, con un máximo anual que alcanzo los 370 mil m³ de arena. (Ver [Figura 13](#)).

4.3.2. Otras zonas Productoras

En la zona sur centro-occidental del Departamento se localizan una serie de canteras de arena, en general de pequeño tamaño (ver Figura 9).

A. Dentro de este grupo de canteras las dos ubicadas en la zona Bocas del Cufre y en particular una de ellas, son las más importantes en cuanto a volumen producido. El material fuente de la zona de Bocas Cufre parece ser arena tanto de médanos como de barras arenosas litorales Sub-Actuales y/o de la Unidad Villa Soriano ?. Una de estas labores mineras (registrada como Ficha 8), tiene una larga historia en la extracción de arena de más de 50 años (con algunos periodos de inactividad intercalados). Dicha cantera concentra su producción para el mercado de Buenos Aires a través de barcos areneros que cruzan el Río de La Plata. Al momento de la visita se estaba explotando un frente de varios metros de altura. El mismo está formado por dos paquetes arenosos claramente diferenciables. La parte superior esta conformada por arena blanca, de grano fino, friable, de 2 a 3 m. de potencia (arena de Médano). Por debajo aparece un paquete de por lo menos 5 m de espesor de arena gruesa a muy gruesa, blanca a amarillenta (barras litorales ?). Entre ambos paquetes arenosos se distingue un nivel decimétrico, arcilloso, oscuro, con importante continuidad lateral. (paleosuelo o depósito de bañado).

La otra cantera visitada se ubica muy próxima a la anterior pero más alejada de la costa actual. Aquí el material explotado es básicamente arena fina de médanos y un nivel arenoso, de arena media a gruesa, ubicado por debajo de los médanos y de un horizonte limo-arenoso marrón, tenaz, de escasa potencia. En principio este cuerpo arenoso inferior parece corresponder ,al igual que en la cantera anterior, a barras litorales.

Fueron tomadas varias muestras de esta zona para análisis granulométricos, tanto del nivel de medanos (8 y 16 médano) como del nivel que correspondería a barras litorales (8 marino y 16 pileta-marino ?). Los resultados se muestra en la figura siguiente, conjuntamente con un promedio de 13 muestras provenientes de tres sondeos ejecutados por un de las empresas mineras de la zona (8 promedio).

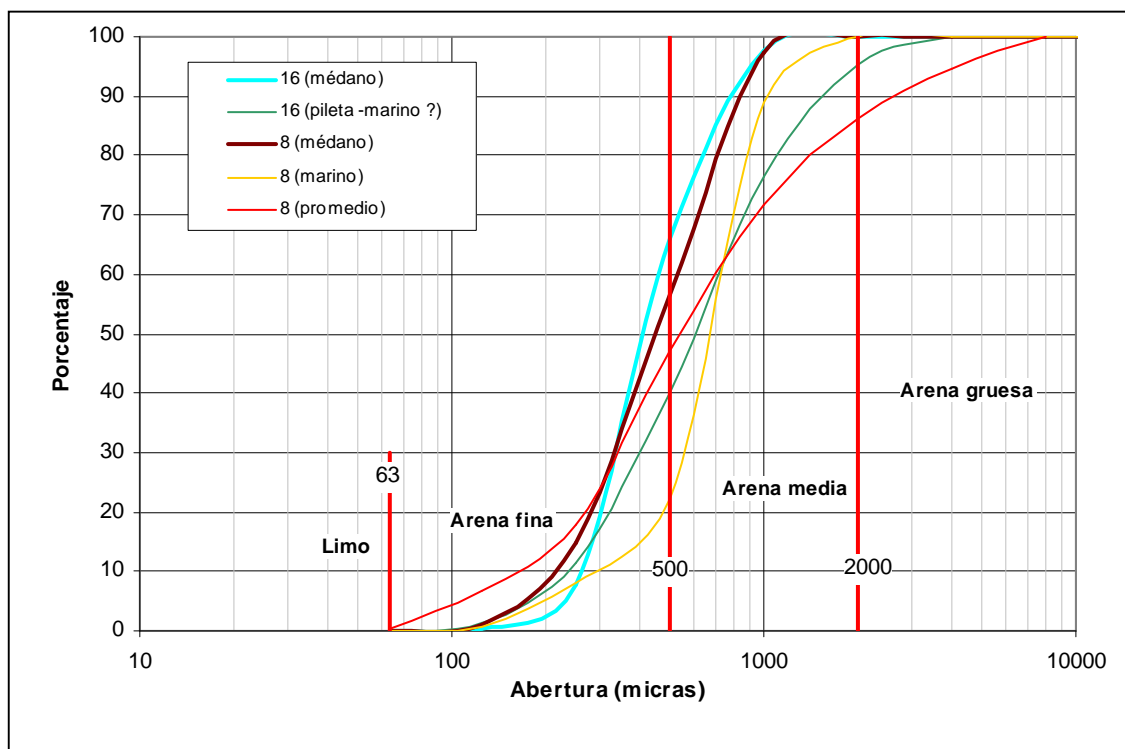


Figura 20 : Curvas granulométricas acumuladas de muestras de canteras de la zona de Bocas de Cufre.

El método de extracción se realiza con pala frontal para los depósitos de médanos y a través del método de dragado-refulado en los niveles de barras. En la cantera, que vende su producción al mercado Argentino, el método de explotación tiene sus particularidades :

- Succión de arena en la base del frente arenoso, que se desmorana naturalmente y mezclándose los dos paquetes arenosos (médano y barra).
- Bombeo de la arena a través de extensos ductos hacia un “pozo” artificial donde se acopia transitoriamente.
- Rebombeo, con una segunda draga desde el “pozo” hacia el barco arenero el cual transporta la arena hacia Buenos Aires.
- Dragado de limpieza de la zona de acopio y canal para extraer el material fino, que es utilizado para rellenar zonas ya explotadas.(ver Figuras 21 y 22-Anexo)

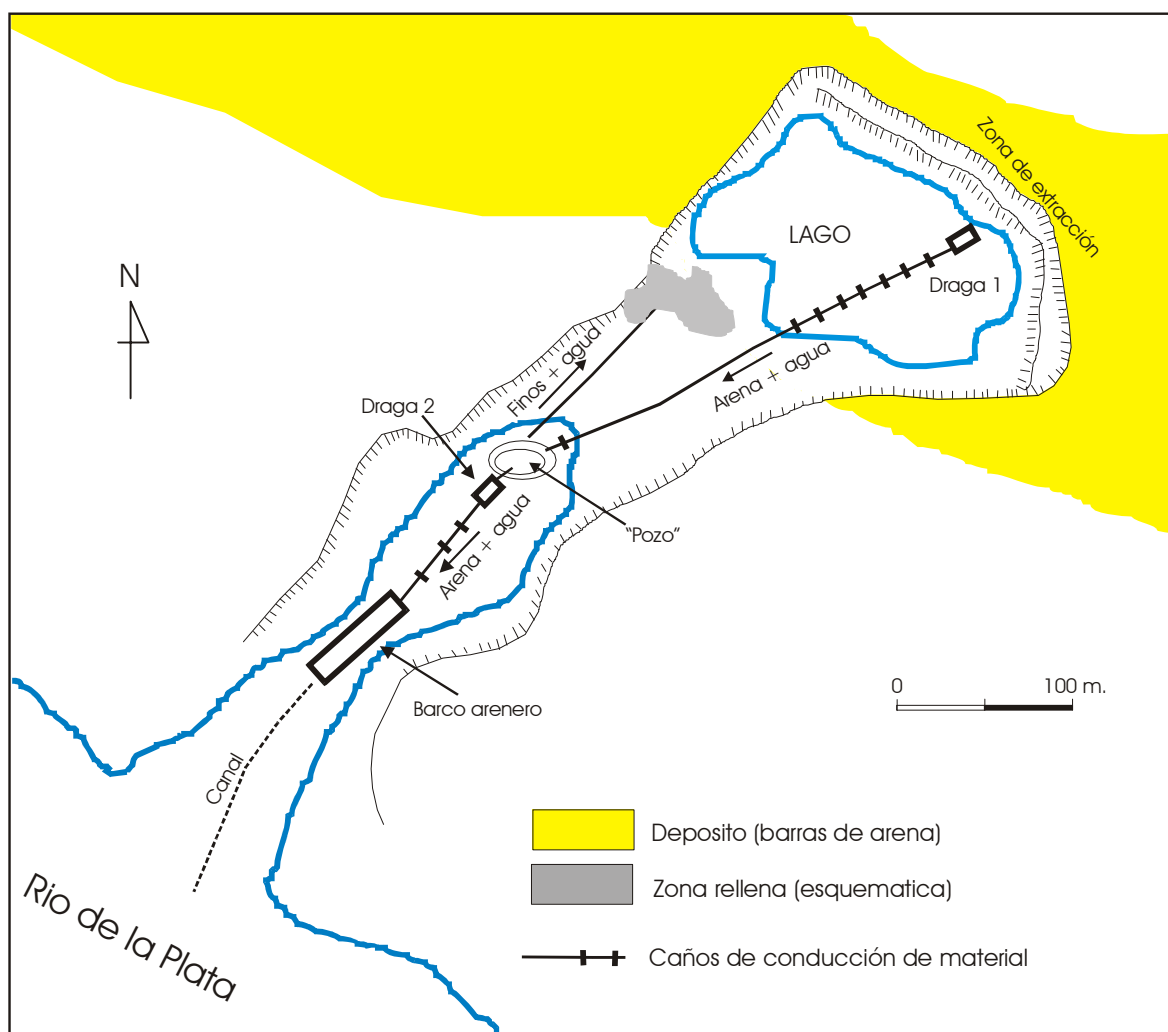


Figura 21 : Esquema de extracción-transporte de arena para exportación en la zona de Bocas de Cufre (modificado a partir del plano geológico y de labores de la empresa explotadora)

B. Por último existen varias canteras las cuales no pudieron ser visitadas y los antecedentes geológico minero son muy escasos. Dos de estas labores mineras, actualmente inactivas, están ubicadas en las cercanías del Arroyo Mauricio y según los informes el material explotado sería arena perteneciente a las unidades geológicas Raigón y/o Villa Soriano.

C. Otro tipo de depósitos explotados en el pasado son bancos subacuáticos frente a la costa del departamento de San José. Uno de ellos estaría ubicado al oeste de la Isla del Tigre, frente a la desembocadura del río Santa Lucía, explotado en los años 60 por la firma Calcagno (Theune -Vaz 1979). Otro banco arenoso, de dimensiones importantes, esta localizado frente a la

Punta del Tigre. Aquí también la empresa Calcagno realizó extracciones, tanto del banco sub-acuático como en la faja costera.

La producción anual promedio por cantera varió desde 100 hasta 100.000 mil m³ de arena. La producción promedio anual de todas las canteras agrupadas como zona 4, fue de 55.000 m³, pero la mayor parte de la misma se concentra en las labores mineras de bocas de Cufre, especialmente en la firma que exporta arena hacia Argentina (Ver Figura 13)

4.4 Granitos Ornamentales

Desde el punto de vista comercial el termino “GRANITO” es utilizado para referirse a un amplio grupo de litologías. Principalmente se trata de rocas ígneas e intrusivas (son utilizados también neises “granitos con movimiento”), de grano visible y de características estéticas y tecnológicas adecuadas. Existen en el departamento de San José extensas áreas “graníticas” de composición y color variado. Sobre alguno de estos cuerpos ígneos ácidos y máficos, se han desarrollado actividades mineras con el fin de obtener bloques para la producción de rocas ornamentales. Básicamente se pueden diferenciar tres tipos de materiales en base a su color : Granitos Grises , Rosados/Rojos y Negros. Además dentro de estos últimos se diferencian aquellos que son extraídos de cuerpos filonianos de aquellos donde se explota un cuerpo ígneo tipo stock. (ver Figura 23).



Figura 23 : Localización de canteras para granito ornamental

4.4.1. Granitos Negros

Como ya fue mencionado existen dos tipos de yacimientos donde se extraen rocas ornamentales granudas, de origen ígneo, de color negro a gris muy oscuro. A continuación se detalla las características más salientes de cada tipo de yacimiento

A. Granitos Negros Filoneanos

Generalidades

Este material aparece en cuerpos de geometría tabular, mucho más largo que ancho aflorando generalmente en tramos de algunas decenas de metros. Es muy común que los filones estén coronados por “bochas” de hasta 2-3 m de diámetro, como resultado de una fuerte disyunción esferoidal característica de este tipo de material. Según antecedentes los primeros trabajos extractivos, alrededor de la década del '60, se concentraron sobre estas enormes “bochas”, con procedimientos manuales ó muy poco mecanizados. En general este tipo de explotación era de muy bajo costo pero con material de calidad inferior y muy escasos volúmenes de producción. A partir de la década del '70 se comienza a mecanizar las empresas y a explotar también las zonas “inferiores” de las bochas, en frentes abiertos en la roca sana (zona de “banco”), donde el material es de mejor calidad y se pueden obtener mayores volúmenes de material, pero el costo es mucho más alto.

Los granitos negros filonianos Uruguayos presentan muy buenas condiciones como roca ornamental como color negro a negro profundo, textura y tamaño de grano homogéneo, buenas aptitudes mecánicas y excelente brillo y durabilidad del mismo. En contraparte la geometría particular de los mismos y su esquema de fracturación hacen que el rendimiento (relación entre bloques comercializables extraídos y total de material removido) sea baja a muy bajo.

A nivel regional, los filones están contenidos en una faja de más de 100 kilómetros de ancho, de rumbo general NE y que intruyen a casi a todas las litologías del basamento ígneo-metamórfico conocido actualmente como Terreno Piedra Alta.

Estos cuerpos filonianos tienen una longitud variable, pero generalmente mayor a los 1000 m. y en forma frecuente de varios Kms. con importantes tramos no aflorantes.

El tipo de afloramiento puede ser desde enormes bochas de 2 a 3 m de diámetro hasta afloramientos rasos con bloques decimétricos y densa fracturación

El ancho de los filones varía desde unos pocos decímetros hasta decenas de metros, siendo el intervalo más común entre 10 y 25 metros (Bossi-Campal 1991, Figura 7).

Las paredes de los filones son generalmente planas, verticales a sub-verticales y paralelas entre sí. El rumbo de los filones es sistemáticamente NE siendo la actitud más frecuente $N70 \pm 10^\circ$ verticales ó con buzamientos muy altos (mayores a 80°).

Según Bossi-Campal 1991 “se trata de rocas holocristalinas, con piroxenos (principalmente augita sub-calcica) y plagioclasa (An40 a An65) con intercrecimiento cuarzo-feldespático menos abundante y como accesorios opacos (principalmente magnetita e ilmenita), biotita, anfíbol y apatito. La textura más frecuente es sub-ófica y el tamaño de grano, medido en la longitud mayor de las plagioclasa, varía desde 0,1 mm en los bordes del filón hasta 1,5 mm en su parte central”. Según los autores antes mencionados se pueden diferenciar dos Grupos de filones en base criterios petrográficas y geoquímicas denominados grupo de Filones con Alto Titanio y grupo de filones con Bajo Titanio :

Atributo	Grupo Alto Titanio	Grupo Bajo Titanio
Núcleo de Plagioclasa	An 42 – An 50	An 52 – An 64
% de Plagioclasa	35 - 43	47 – 56
% de Micropegmatita	15 -26	2-10
% de Opacos	5 -10	2 – 5
Forma de Opacos	Automorfos	Esqueléticos
Tipo de Opacos	Magnetita-Ilmenita	Ilmenita
Ortopiroxeno	nunca	Puede existir
Clasificación Geoquímica	Andesitas	Andesito-basalto
% peso de Titanio	1.5 a 2.4	< 1.2

Cuadro 11 : Caracterización geoquímica-petrográfica de filones de granito negro
(Bossi-Campal 1991)

Son varios los parámetros geológico-mineros que deben tenerse en cuenta a la hora de realizar trabajos exploratorios para la apertura de canteras para bloques de granito negros filonianos. Muchos de estos parámetros son comunes a la exploración de otros tipos de granitos para producir material ornamental. Dentro de aquellos más importantes se pueden destacar : color (intensidad y homogeneidad del mismo), tamaño de grano y textura, grado y profundidad de la alteración, espesor del filón, padrón de fracturación, rendimiento, relación roca granítica / estéril, etc. Debe tenerse en cuenta que muchos de estos factores son interdependientes, como por ejemplo a menor tamaño de grano el color generalmente es más oscuro, filones más angostos tienen un menor tamaño de grano (más oscuros) y rendimiento, etc. En forma simplificada se puede decir que dos son los factores más importantes en una evaluación geoeconómica de este tipo de yacimientos : Color del material en placas pulidas y Padrón de Fracturación.

a) Color : Tradicionalmente se han diferenciados dos tipos de granitos negros en base a la “intensidad” del color negro. **Granitos negros absolutos**, microgabros de grano muy fino a afanítico, con tabletas de plagioclasa menor a 0,5 mm, color negro homogéneo. **Granitos negros “Oriental”**, donde el color negro es menos intenso, con algunos “granos” más claros y el tamaño de grano es

mayor al material definido como negro absoluto. Esta separación obviamente es totalmente arbitraria y artificial, ya que se pueden encontrar coloraciones intermedias, pero es así como se conocen y comercializan estos productos en el mercado de rocas ornamentales.

El color depende básicamente de la mineralogía, grado de alteración y tamaño de grano, variables íntimamente relacionadas. A igualdad de las otras variables a tamaño de grano más fino el color negro se hace más intenso. La mineralogía influye principalmente en la proporción de minerales presentes. A mayor cantidad de minerales claros y transparentes la intensidad del negro es menor. Además según Bossi-Campal (1991) la proporción relativa alta de piroxenos y la baja cantidad de opacos (típico de los granitos de bajo titanio definidos por estos autores) le da a la roca una tonalidad gris-verdosa, especialmente cuando la roca es de grano relativamente grueso. La alteración actúa sobre la plagioclasa (con mayor intensidad en la medida que aumenta la basicidad de la misma) y sobre los piroxenos. La alteración produce minerales secundarios, arcilla y anfíboles, que “aclaran” la roca y le confieren un color gris-verdoso. En base a lo anterior según el estudio de Bossi-Campal, los filones del grupo de bajo titanio son menos favorables (excepto si son de tamaño muy fino) si se considera exclusivamente el factor color, ya que los mismos presentan una relación piroxenos/opacos mayor y la plagioclasa es más cálcica.

b) Padrón de fracturación : Al igual que para el resto de los granitos “ornamentales”, la idea es de separar del macizo rocoso en una o más etapas bloques prismáticos, lo más regular posible (con caras paralelas) y de un tamaño adecuado para su comercialización / procesamiento.

En el caso de los granitos negros filonianos bloques lo más regular posibles y de tamaño igual ó mayor al metro cúbico sería el objetivo al abrir una cantera en este tipo de material

La forma y tamaño de los bloques a obtener está naturalmente condicionada por el padrón de fracturación que a su vez depende de la actitud y relación espacial de las familias de fracturas ó diaclasas y del espaciamiento de

las mismas. En el caso de las fracturas singenéticas ó de enfriamiento lo más común es encontrar dos familias una paralela y la otra perpendicular a la dirección del filón. Es común también la presencia de fracturas “oblicuas” no ortogonales con las direcciones anteriores que inhabilitan zonas del yacimiento para la extracción de bloques ó disminuyen en forma importante el rendimiento de extracción (relación entre m³ de bloques extraíbles escuadrados comercializables y m³ totales de material del filón granítico removido). Cabe mencionar también la existencia de fracturas sub-horizontales, principalmente en las zonas superiores de los filones, que en muchos casos pueden ser interpretadas como diaclasas de alivio que no afectarían al yacimiento en profundidad.

Explotaciones en el departamento de San José

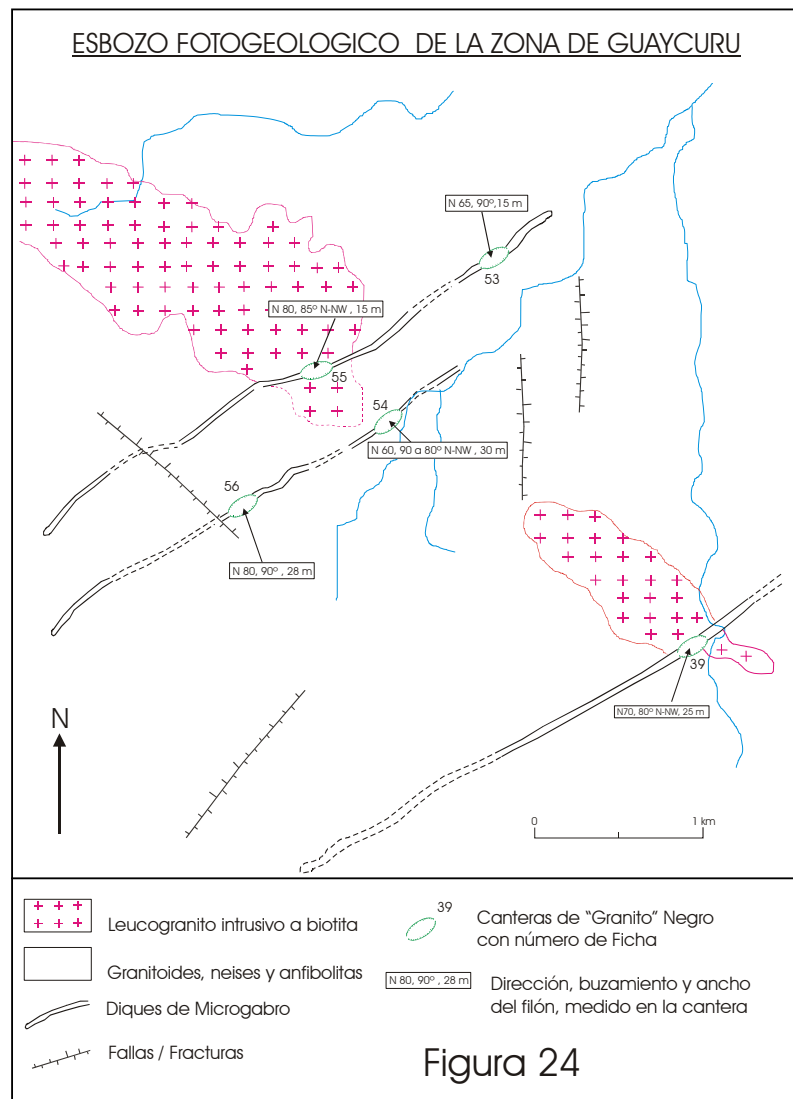
En el departamento de San José fueron registradas 11 canteras para la producción bloques de granito negro, abiertas sobre 6 diferentes filones, todas ellas actualmente inactivas. Geográficamente están distribuidas de la siguiente manera : 4 en la zona de Cufre , 2 en la zona de Chamizo y 5 en la zona de Guaycurú (ver Figura 23). Siendo posiblemente el departamento con más canteras abiertas para la extracción de este tipo de material.

Se visitaron todas las canteras y se realizo un chequeo rápido de aquellas características más destacadas y observables del filón en la zona donde se ubico la explotación. Dado el estado de inactividad de todas las canteras, algunas de ellas estaban inundadas por lo que no fue posible acceder en todos los casos a las zonas más bajas del banco. De todas maneras se recabo importante información que complementada con la existente en los antecedentes permitió caracterizar cada filón en la zona de extracción.

La mayoría de las canteras (8 en total) presentan material con coloración negro “oriental” aunque con diferentes matices de intensidad de los tonos grises oscuros. La coloración denominada negro “absoluto” solo fue observada in situ en los bordes de los filones. Y en la escombrera de algunas canteras ya que en las

mismas no se pudo acceder al banco porque estaban inundadas (3 canteras en total según antecedentes).

La dirección de los filones, medida en las canteras, varía entre N 60 y N80, con inclinaciones mayoritariamente vertical ó con ángulos mayores a 80°. Las variaciones observadas en la dirección se observó tanto en diferentes filones como en distintas canteras ubicadas sobre un mismo filón. Parecería que estos cambios en la dirección en un mismo cuerpo ígneo estarían controlados por fallas y/o cambios abruptos en las características mecánicas de la roca caja. (ver Figura 24)



La longitud de los filones, como ya fue mencionado, es generalmente mayor a los 1000 m. pero la longitud de los tramos “explotables” ,según los estudios exploratorios consultados en los antecedentes, es mucho menor, siendo a lo sumo unos pocos cientos de metros.

Por otra parte la longitud máxima del cuerpo efectivamente explotado es de apenas 50 a 100 m, tomando como referencia la longitud mayor del “agujero” dejado por la labor minera. El ancho de los filones en las 11 canteras relevadas varió entre 10/12 a 30 m.

Los contactos caja-filón son casi siempre verticales y planos, aunque se han constatados contactos sinuosos y “seudo-horizontales” (ver [Figura 25](#) - Anexo)

El padrón de fracturación es variable entre canteras, pero existen ciertas características comunes que se han observados en la mayoría de las labores visitadas.

En principio casi todas las canteras presentan dos familias de discontinuidades predominantes, ortogonales entre sí, de dirección groseramente NE y NW. La primera es paralela al rumbo del filón, con valores que oscilan entre N60 a N85, sistemáticamente verticales ó con ángulos muy fuertes, y con espaciamiento variable desde decímetros a más de 1.5 m. En muchos filones esta fracturación es muy densa en los bordes del filón haciendo más espaciada hacia el centro del mismo. La otra dirección predominante, se dispone groseramente perpendicular al rumbo del filón, con valores que oscilan entre N120 a N170. La inclinación del plano es predominantemente vertical a subvertical, aunque se han observado inclinaciones relativamente bajas. El espaciamiento es aproximadamente similar al que pose las fracturas NE. También se observaron fracturas con direcciones y buzamientos muy variados, desde sub-verticales a sub-horizontales. Estas fracturas son muchas veces oblicuas al sistema de fracturación ortogonal NE-NW, en tal caso repercuten negativamente en el rendimiento de extracción de bloques e incluso pueden inhabilitar a algunas zonas del yacimiento (ver [Figura 26](#)). Por ultimo se registraron fracturas sub-

horizontales, muy irregulares, en la zona superior del filón, que algunas de ellas, pueden interpretarse como diaclasas de alivio.

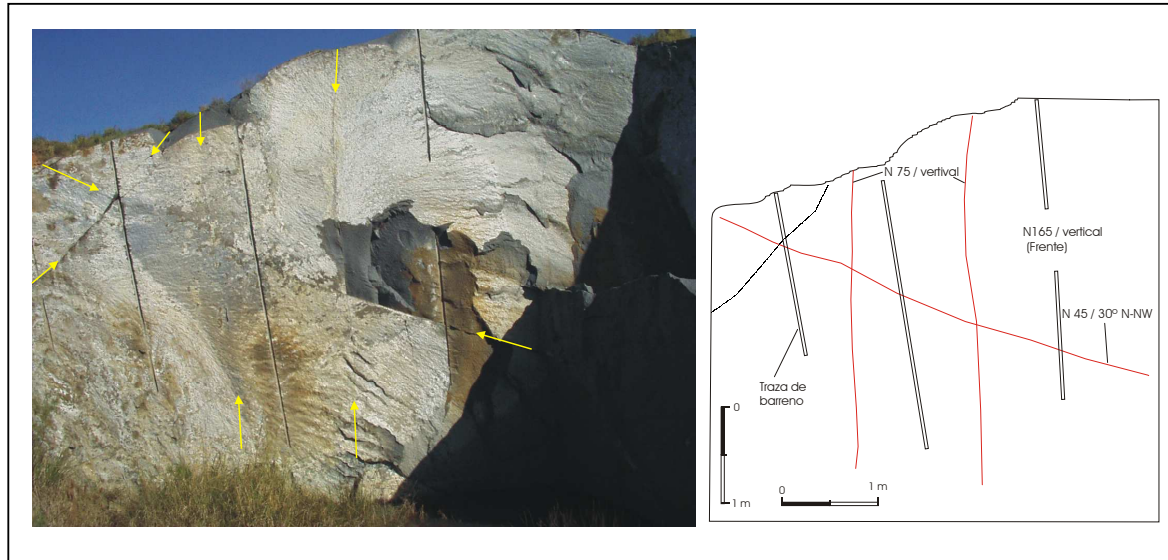


Figura 26 : Se observa en la foto el detalle del frente de una cantera de granito negro en la zona de Guaycurú, donde se aprecian tres sistemas de fracturas. Una esta representada por el propio frente de ataque perpendicular al filón (N165 / 90°), la otra ortogonal a la anterior y aproximadamente paralela al filón (N75 / 90°). Por último aparece una fractura oblicua a las dos anteriores (N45 / 30° N-NW). A la derecha de la foto, se representa en forma de esquema la distribución de las fracturas, para una mejor visualización.

Dos parámetros extremadamente importantes no pudieron ser relevados durante el transcurso de la visita a las canteras por la inactividad de las mismas. Nos referimos a rendimiento de extracción y tamaño de los bloques. En lo que tiene que ver con el rendimiento, la única información disponible surge de algunos antecedentes exploratorios de los propios canteristas, que indican valores de entre 15 a 25 %. Dicho de otra forma cada 100 m³ de granito negro extraído solo se obtienen 25 m³ de material en bloques comercializable. Debe tenerse en cuenta que al volumen de granito negro de descarte se le debe sumar el material de roca caja a remover para destapar el filón.

Con respecto al tamaño de bloques, la información obtenida de los antecedentes, de las observaciones en el campo del padrón de fracturación y la medida de bloques escuadrados aún existentes en algunas canteras, indican

tamaños que oscilan entre 0,25 a 3,5 m³, con intervalo más frecuente entre 0,5 a 1 m³. (Ver [Figura 27](#) –Anexo)

Existen dos formas básicas de apertura de las canteras dependiendo principalmente del grado de alteración de la roca caja :

- Apertura de la cantera realizando el destape paralelo al rumbo del filón, cuando la encajante se presenta muy alterada y es relativamente fácilmente escavable a una profundidad de por lo menos 10 m. Esto permite que con relativamente bajo costo de remoción de estériles se obtenga mayor superficie de filón explotable y por lo tanto posibilidad de mayor producción. Para San José se registraron 9 canteras abiertas de este modo. (Ver [Figura 28](#) – Anexo)
- Apertura de cantera perpendicular al rumbo del filón, con cortes de frentes o “cabeza” del filón. Este se produce en 2 canteras de San José donde los filones están encajados en cuerpos graníticos intrusivos, en rocas con baja alteración. (Fichas 39 y 55 en Figura 24). (Ver [Figura 29](#) – Anexo)

Como ya se menciona todas las canteras del departamento se encuentran actualmente inactivas, siendo el último año con producción 1998. Si bien se menciona el comienzo de la explotación de este material en los años sesenta, para el departamento de San José las primeras labores mineras están registradas a fines de la década del '70.

Los volúmenes de producción por cantera son en general muy pequeños, con promedio anual menores a los 100 m³ de granito, lo que representa unos pocos bloques mensuales. Esto se observa claramente en la [Figura 30](#), donde se representa producción máxima, mínima y promedio por año por cantera en San José. (Solo se consideró los años con producción en el periodo comprendido entre 1982 y 1998.)

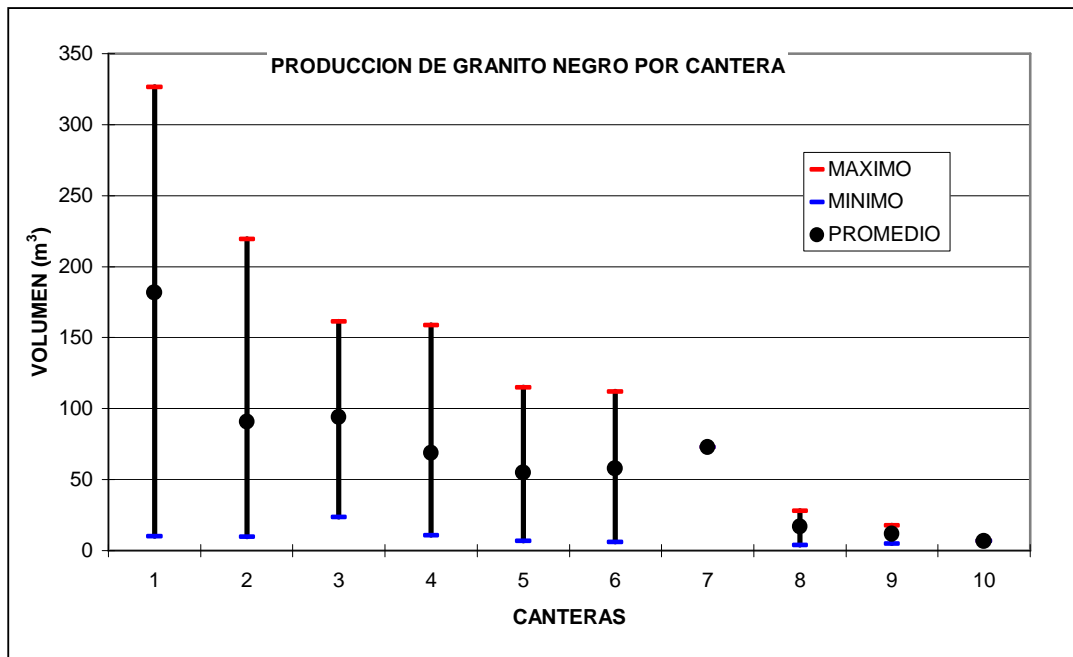


Figura 30 : Producción de granito negro en San José durante el período 1982-1998.

B. Granito Negro tipo "Stock"

Solo en el departamento de San José se extrae granito negro a partir de un cuerpo plutónico de composición Gabro-Noritica, denominado Gabro de Mahoma. El mismo tiene una extensión superficial de aproximadamente 45 km² y las dos labores mineras que se han abierto sobre este cuerpo, están localizadas en su extremo sur. (Ver Figura 31)

Según Oyhançabal et al 1990 se trata de gabronoritas con ó sin olivino de textura cumular, con escaso desarrollo tanto de la estratificación rítmica como críptica.

Mineralógicamente esta formado por orden de abundancia:

- Labrador (An₅₅ a An₆₅), automorfo a sub-atomorfo, cumular

- Ortopiroxeno con exoluciones de clinopiroxeno, normalmente es cumular, de composición En50 a En75.
- Clinopiroxeno y Pigeonita invertida en ciertas ocasiones, tanto como fases cumulares como post-cumulares. El olivino es cumular y esta representado por Hortonolita.
- Anfíbol marrón primario post-cumular y anfíbol verde secundario.
- Accesorios ocasionales son Apatito y Biotita y los minerales opacos están representados por Ilmenita, Magnetita, Pirrotina y Calcopirita.

Este cuerpo fue estudiado por DINAMIGE (reserva minera XXII) para determinar su potencialidad para la apertura de canteras para bloques de granito negro. En aquel momento se definieron varias zonas favorables, con importantes afloramientos de grandes bochas, pero solo se llegó a la etapa de licitación (Licitación Pública N° 8/89) en su extremo sur, donde actualmente se ubica una de las dos canteras existentes sobre este cuerpo.

Esta zona de aproximadamente 17 hectáreas y con una incipiente labor minera, se evaluaron como reserva probada, 125.000 m³ de bloques.

4.4.2. Granito Rosado

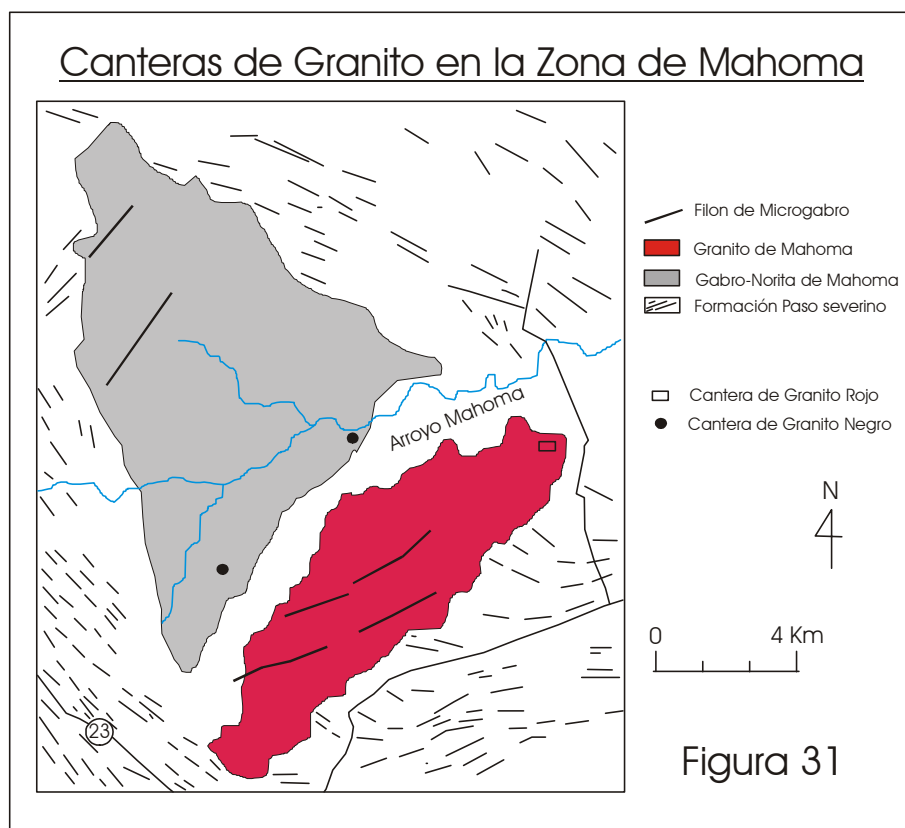
Esta variedad de roca ornamental se extrae desde hace muchos años del extremo Nor-oriental de la Sierra de Mahoma (ver Figura 31). Se trata de un cuerpo granito, alargado en sentido NE, con una extensión superficial de cerca de 20 Km². Desde el punto de vista petrográfica esta descrito como un macizo granítico de grano medio, isótropo, de color rojo a rosado, holocristalino y equigranular. Está formado por cuarzo, ortosa peritítica y albita como minerales esenciales acompañado en diferentes proporciones por biotita y hornblenda. Es muy común la presencia de enclaves esferoidales de microdiorita.

Existe solo una cantera para bloques, abierta sobre la periferia del cuerpo intrusivo. La misma esta formada por “frentes” abiertos sobre grandes bloques a

través de métodos manuales. Al momento de la visita, se estaba trabajando una enorme bocha de más de 150 m³, utilizando dos direcciones de fracturas groseramente perpendiculares : N60 / 85° S-SE y N150 / 90°. Además se utilizaba como plano de levante una fractura sub-horizontal.

El frente del laboreo tiene una altura de 3,5 m, por unos 15 m de largo, lo cual permite extraer bloques de buen tamaño. Se han medido varios bloques ya cortados, los cuales presentan un tamaño promedio de 5 m³. (Ver [Figura 32 – Anexo](#))

A pesar del enorme potencial productivo, la extracción es extremadamente baja y esporádica, con volúmenes anuales que no sobrepasan los 40 m³.



4.4.3. Granito Gris

En el extremo sur-oeste del departamento se localiza una pequeña labor minera, actualmente inactiva, para la extracción de bloques de granito gris. No existe una cantera propiamente dicha, sino que se explotaba bochas de varios m³, con pinchotes. El material explotado es un granito gris, de grano medio, isótropo, formado por cuarzo-feldespato y biotita. Se observaron en forma frecuente concentraciones esferoidales de biotitas de varios decímetros, así como filones pegmatoides.

Más al norte, en la cercanía del poblado Cufre, se visitó una cantera ubicada en Departamento de Colonia pero casi en el límite con San José, que presenta material muy similar a la cantera descrita anteriormente y posiblemente abierta sobre el mismo cuerpo ígneo “Granito de Cufre”. El material explotado se denomina comercialmente “Grey Blue” y está constituido por granito gris, textura heterogranular, con fenocristales de plagioclasas de hasta 1-2 cm y tamaño de grano promedio entre 0,25 a 0,50 mm. La composición básica es de plagioclasa, microclina, cuarzo y biotita (con epidoto como mineral de alteración). Se observan también abundantes nidos de biotita y filones pegmatoides.

Esta cantera está abierta sobre una enorme “bocha”, con un frente de 4 m de altura, aprovechando 2 discontinuidades naturales de dirección N140 / 85°NE (plano lateral) y fractura sub-horizontal (plano de levante). El plano de arranque de grandes masas de granito tiene una dirección N 60 / 90° y es realizado por medio de barrenos y explosivos. (ver [Figura 32](#) – Anexo).

4.5 Calizas

Fueron relevadas en el departamento de San José, tres antiguas canteras de calizas utilizadas para la producción de cal en los años '80

Dichas labores mineras se ubican en la cuenca del Arroyo San Antonio unos 3 kilómetros al SW del poblado Estación González.

En base a las observaciones realizadas en las tres canteras el material explotado presenta las siguientes características : Se trata de un especie de “conglomerado” o “brecha” donde material extremadamente heterogéneo, tanto en tamaño como en composición, “flota” dentro de una matriz calcárea. Se han observado dentro del esqueleto granos de cuarzo y litoclastos, cantos de cuarcitas, microgabros, rocas verdes y granitos, y hasta bloques de hasta un metro de un granito gris biotítico (ver [Figura 33](#) - Anexo). Otro rasgo característico de éste material es la abundante silicificación secundaria a manera de venas y venillas irregulares de calcedonia y cuarzo que a veces constituyen la mayor parte de la masa de la roca. Resalta además que todo el material grosero no presenta prácticamente signos de rodamiento.

La matriz consiste en un polvo blanquecino, calcáreo, que suponemos era el material que se utilizaba para producir cal.

Hacia el W sobre una pequeña cantera muy cerca del contacto con un granito gris biotítico, la silicificación parece ser más intensa y el material calcáreo menos potente a juzgar por lo superficial de la labor minera.

No hay antecedentes de este tipo de material en la zona, pero pensamos que puede tratarse de fenómenos de remplazamiento de tipo calcretización como los propuestos por Verolavsky et al 1997 para los depósitos de la cuenca de Santa Lucía (calizas tipo Queguay). No esta claro cual era el material original, pero en base a la heterometría del depósito y su inmadurez litológica se presume que se trataba de un paleo-coluvion o una brecha de falla.

Las labores mineras están formadas por 2 canteras pequeñas de forma circular muy someras (1 a 1,5 m de profundidad) y otra cantera más grande

con un único frente de dirección aproximada E-W, que no superan los 4 metros de altura y un largo de unos 180 metros (ver [Figura 34](#) - Anexo).

Se encontró, al lado de la cantera mayor, un horno cilíndrico, vertical, discontinuo, por lo que se presume que el material en algún momento fue quemado.

Según información de lugareños la caliza quemada era llevada en camión hasta la estación González donde era transportada por ferrocarril hasta Colonia para su posterior transporte fluvial y venta a Buenos Aires.

No se posee información en cuanto a la calidad y el volumen de este depósito. Pero en base a la geometría de los depósitos, a los antecedentes extractivos y a su alto contenido en sílice y material no calcáreo se puede afirmar a priori que sería un yacimiento de pocas reservas y baja calidad.

En cuanto a los antecedentes productivos de ésta cantera, se sabe que la misma tuvo actividad extractiva durante 1980 donde produjo 448 toneladas y 1981 donde produjo 124 toneladas.

4.6 Talco

El talco forma la base de un grupo de minerales con uso industrial, que encuentran una amplia variedad de aplicaciones comerciales..

El mineral talco es de color blanco a verdoso de dureza baja (2 en la escala de Mohs) y que cuando es molido produce un polvo blanco y untuoso.

Es un silicato de magnesio hidratado cuya fórmula química es $\text{Si}_4\text{O}_{10}\text{Mg}_3(\text{OH})_2$, el cual en estado químicamente puro contiene 31,7 % MgO, 63,5 % SiO_2 , y 4,8 % H_2O .

El talco raramente ocurre en forma pura y en grandes depósitos está invariablemente asociado con otros minerales. Muchos de las menas de talco y de los productos contienen importantes cantidades de minerales que no son talco mineral. En sentido comercial se denomina “talco” a una roca compuesta por silicatos de magnesio en la cual el mineral talco puede ser un constituyente dominante, abundante, menor o en casos extremos estar ausente.

El acompañante más común en las menas talcosa son tremolita,

serpentina, clorita, antofilita, actinolita, olivino, carbonatos y cuarzo. Para muchos usos estos minerales pueden ser beneficiosos o “inertes”, pero en otros casos como talco para la industria farmacéutica estos minerales son considerados como impurezas.

En general el talco de más alta pureza es derivado de rocas sedimentarias de carbonato de magnesio mientras el talco menos puro se obtiene de rocas ígneas ultrabásicas y básicas.

A. Modelos de Depósitos

Los depósitos de talco se forman básicamente por la transformación de determinados tipos de rocas, principalmente aquellas ricas en magnesio y bajo los efectos de fluidos hidrotermales cargados de componentes necesarios para la formación del mineral (MgO , SiO_2 , CO_2). Los procesos involucrados pueden ser metamorfismo regional o de contacto, fenómenos de alteración hidrotermal o metasomática.

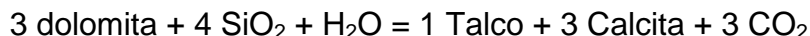
En base a los trabajos consultados (Luzenac Group, Page N.-1998 y Simandi J. et al. - 1999) los diferentes tipos de depósitos de talco se pueden clasificar según la roca madre de la cual derivan:

a) Depósitos De Talco Derivados de Rocas Calcáreas - Dolomíticas

Dolomitas, mármoles dolomíticos o capas de magnesita metamorfizadas a facies esquistos verdes o facies anfíbolita inferior es el típico ambiente geológico donde se localizan estos depósitos. Pueden existir también zonas de metamorfismo retrógrado con talco, dentro de áreas con metamorfismo de grado más alto.

El talco en este caso es el resultado de la transformación de carbonatos (dolomita y magnesita) en presencia de sílice. La sílice puede ser aportada por la roca caja, por capas sílices dentro de los propios carbonatos o de fluidos hidrotermales.

La fuente de calor proviene del metamorfismo regional o de contacto o por intercambio de calor con los fluidos hidrotermales.



Esta reacción produce un talco que, dependiendo de la composición de la roca madre, es mineralógicamente puro o puede estar asociado con otros minerales como los carbonatos (producto residual y/o de reacciones químicas), cuarzo y clorita.

El principal control de la mena es la presencia de protolitos de dolomitas o magnesita, disponibilidad de sílice y favorable condiciones metamórficas/metasomáticas.

Mármoles dolomíticos y dolomita son la típica roca hospedera de estos cuerpos talcosos, pero a veces estos depósitos están dentro de magnesita o mica esquistos. Las rocas de los alrededores son generalmente filitas, mica o clorita esquistos, paraneises y rocas intrusivas o metavolcánicas.

Los depósitos de este tipo representan unos 60% de producción mundial y proporcionan algunas de las menas de talco de más alta calidad.

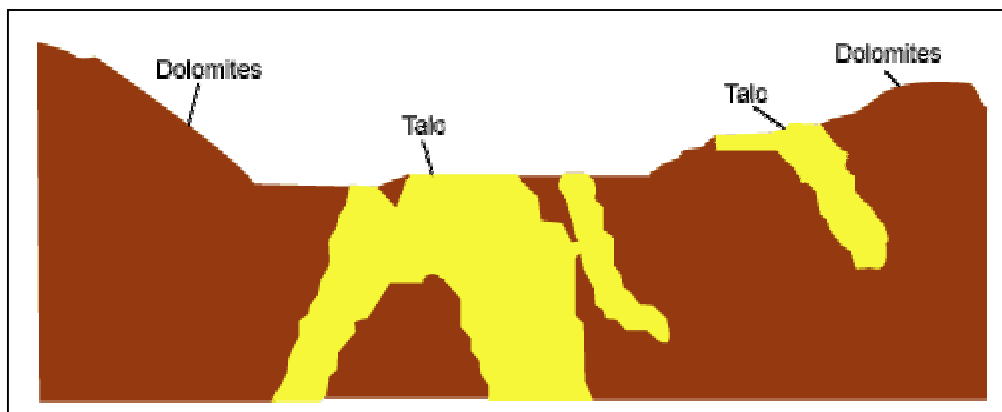


Figura 35 : Mina Yellowstone, Montana U.S.A. Lentes de talco dentro de mármol dolomítico, perteneciente a una secuencia Arqueana formada por mármoles, cuarcitas, esquistos, anfibolitas, gneisses y formaciones feríferas. (fuente Luzenac Group)

b) Depósitos De Talco Derivadas De Rocas Serpentinizadas (ultramáficas y máficas)

Este tipo de talco son localizados generalmente a largo de sistemas de fallas regionales que cortan rocas ultramáficas o cerca del contacto de rocas ultramáficas y roca caja silíceas. Estos depósitos típicamente se producen dentro de ofiolitas silíceas y greestone belts ó intrusiones ultramáficas serpentinizadas.

Las rocas talquizadas (talco serpentinas, talco esquistos, talco-magnesita-dolomita esquisto, estatita, etc.) están hospedadas en serpentina/clorita esquistos, dunitas, peridotitas y serpentinas asociado generalmente a gabros parcialmente serpentinizados, piroxenitas, meta-komatiitas, etc.

El principal control de estos depósitos es la presencia de rocas ultrabásicas ricas en silicatos magnesiano, como fuente de magnesio. Zonas de fallas permeables o contactos entre serpentinitas y rocas silíceas controlan los sitios de formación del talco.

El talco se forman durante metasomatismo y/o metamorfismo regional, a través de fenómenos de hidratación y carbonatación de rocas ultramáficas producida por fluidos que siguen fallas y contactos. El aporte de sílice provendría de la roca caja.

Algunas de las posibles reacciones son :

Serpentina + cuarzo = talco + H_2O ó Serpentina + CO_2 = magnesita + talco + H_2O

En rocas máficas como gabros, el talco también puede producirse a través del fenómeno de serpentización, pero en general estos depósitos son de baja calidad y no económicos.

Aproximadamente el 20% de la producción mundial deriva de depósitos que se originan por la transformación de serpentinitas en una mezcla de talco, tremolita, clorita, carbonatos, antofilita, etc.

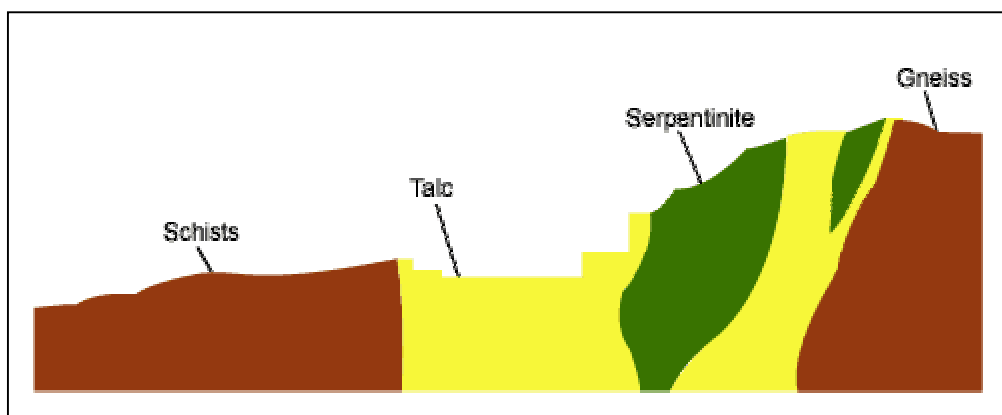


Figura 36 : Mina Argonaut, Vermont-U.S.A. (fuente Luzenac Group)

c) Depósitos derivados de rocas silíceas o silico-aluminosas

En este tipo de depósitos el talco es el resultado de la transformación de rocas silíceas como cuarcitas o silico-aluminosas como esquistos pelíticos o neises, las que proporcionan la sílice necesaria para la formación del mineral. El magnesio es aportado por la migración de fluidos hidrotermales.

Es común en rocas sílico-aluminosola formación de clorita junto con el talco por lo que la mena resultante es una mezcla de ambos minerales.

Este tipo de depósito puede encontrarse asociado con el tipo calcáreo-dolomítico ya descrito y representan un 10% de la producción mundial aproximadamente.

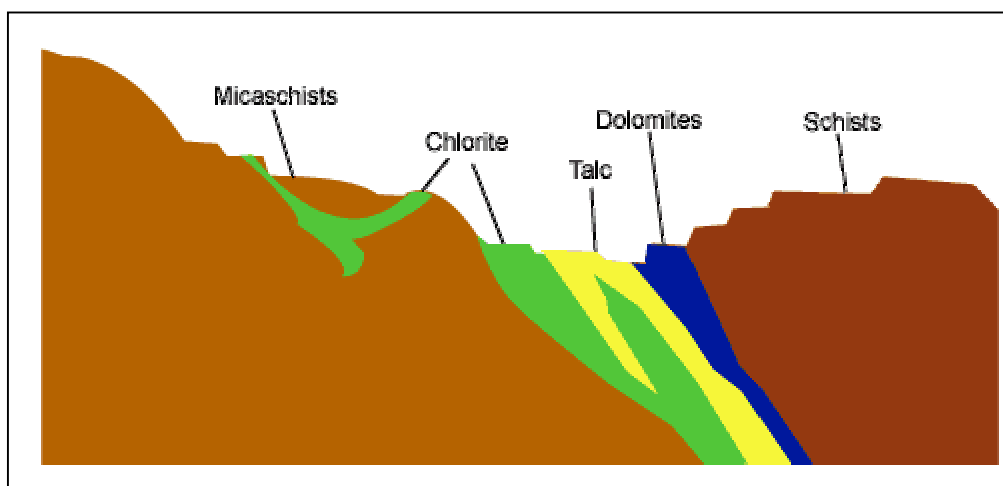


Figura 37 : Mina Trimouns-Francia. La mineralización ocurre en el contacto de falla entre dolomitas y micaesquistos. (fuente Luzenac Group)

Estos tipos de depósitos producen una gran variedad de menas las que difieren en :

- su composición mineralógica.
- Su color (medido en términos de blancura o brillo)
- Su estructura cristalina (compacta o laminar)

Estos tres parámetros gobiernan la naturaleza específica de calidad de talco comercial así como su aplicación industrial.

B. Usos

Las propiedades físicas de untuosidad, baja dureza, alta temperatura de fusión del talco mineral, como de las diferentes mezclas de menas de talco, son las que determinan sus aplicaciones industriales, las cuales son principalmente:

Papel : En la mayoría de los países, la industria del papel es la principal consumidora de talco. Existen tres usos principales de talco en esta industria: como cobertura, como control del pitch y como carga.

El talco para uso en la manufactura del papel debe ser suave, químicamente inerte, alta reluctancia, siendo hidrofóbico y organofílico. En la mayoría de los casos, el talco para cobertura debe ser de menos de 10 micrones, para el control del pitch debe ser más fino que 1 micrón, y el talco usado como carga no debe exceder los 20 micrones.

Plásticos : Se estima que la industria plástica mundial consume entre 500.000 y 600.000 toneladas por año de talco. Este es usado como carga, mayormente, en propilenos con pequeñas cantidades en otras resinas.

Pinturas : Es una industria importante que se estima consumió más de 500 mil ton al año. Es usado como pigmento extensor sustituyendo pigmentos más caros e impartiendo propiedades a la película seca. También es usado como carga por sus buenas propiedades de dispersión y durabilidad.

Cerámica : La producción de azulejos es el principal sector consumidor de talco en la industria cerámica. El talco es usado en azulejos de cuerpo blanco, los cuales son generalmente esmaltados, pudiendo llegar a contener entre un 60 – 70 % .

Su función aquí consiste en impartir una excelente resistencia al agrietamiento de los azulejos, dado el alto contenido de calcita que tienen estos, el cual aumenta el coeficiente de expansión térmica.. También se la usa en la porcelana vítrea o china.

Techos : Los talcos de baja calidad son usados como cargas y agentes de superficie en los productos para techos, tales como productos asfálticos moldeados, cobertura a membranas asfálticas, fieltro para techos y capa de

materiales impermeables.

Caucho : El principal uso del talco en la industria del caucho es para lubricar moldes o matrices y para prevenir el pegoteo de las superficies entre si durante la manufactura.

Productos cosméticos y farmacéuticos : El talco es añadido a los cosméticos para facilitar la aplicación del polvo y su esparcimiento, y para impartir buenas propiedades de deslizamiento y adhesión. Como el poder de cobertura y la capacidad de absorción de la humedad son relativamente bajas, es combinado frecuentemente con otros polvos como caolín y óxido de zinc.

Otros usos : Existen varias otras aplicaciones del talco como en alimentos para animales, fibra de vidrio, soporte para insecticidas, etc..

En el siguiente cuadro se presentan el consumo estimado de productos de talco según las diferentes aplicaciones a nivel mundial en el año 1994

Aplicación (miles ton.)	América		Europa		África y Oceanía	Asia	TOTAL
	Norte	Sur	Oeste	Este			
Papel	150	100	375	300	20	1800	2745
Plásticos	65	30	150	50	15	280	590
Pintura	150	50	140	50	5	150	545
Cerámicas	265	470	75	60	10	475	1355
Cosméticos	45	10	30	10	2	25	122
Agroquímicos	13	10	30	20	3	45	121
Techos	60	55	80	65	6	85	351
Otros	117	50	105	35	4	270	581
Total	865	775	985	590	65	3130	6410

Cuadro 12 : Consumo de talco por tipo de uso y región.

C. Depósito de talco en San José

En nuestro país son conocidas tres zonas con yacimientos de talco :

- En la zona del arroyo Miguelete en el departamento de Colonia, se explota actualmente en forma subterránea un cuerpo de talco. El mismo esta representado por lentes verticales dentro de dolomitas, tremolititas y lavas ácidas. También aparecen en los alrededores de la mina calizas, biotita-

clorita esquistos, cuarcitas. Todas estas rocas forman parte de una secuencia vulcano-sedimentaria Paleoproterozoica, con grado metamórfico bajo. Se asocian además diques doleríticos y rocas graníticas.

- En la zona de Tapes, departamento de Lavalleja, se explotan lentes talcosos con clorita dentro de esquistos verdes, calcáneos y filitas.
- En la zona de Mal Abrigo, departamento de San José se explotó una cantera a cielo abierto por lo menos hasta 1963.

Actualmente la labor minera de San José está totalmente inundada y salvo un pequeño afloramiento al costado del “pozo” el área presenta una cobertura continua. Esto sumado a que prácticamente no existe ningún dato minero-geológico sobre la explotación hace que no se pueda aportar mucha información sobre este depósito.

En los bordes de la boca de entrada a la cantera aparece un esquisto cuarzoso de dirección N 80 e inclinación vertical. En la misma orientación que la roca antes descrita, pero sobre un camino ubicado al SE de la mina aflora una roca verde, esquistosa, con tacto graso (talco esquisto ?) y con actitud también NE y asimilada a la Formación Paso Severino .

Por otra parte al costado de la mina existe apilado un gran número de bloques de una roca verde, esquistosa y tacto graso (talco esquistoso). No sabemos si forma parte del material explotado ó corresponde a la roca hospedera. También se observó en estas escombreras asociado al material talcoso, grandes cristales de un mineral bien desarrollado, transparente y de hábito fibroso, posiblemente actinolita-tremolita.

Se poseen tres análisis químicos de material talcoso de la zona de Mal Abrigo, aparentemente de la cantera o alrededores de la misma, los cuales se muestran en siguiente cuadro. Se observa una importante desviación de las muestras con respecto a los valores químicos teóricos del talco puro. En especial altos valores de aluminio y hierro y bajo de magnesio. Posiblemente esto es deba a la presencia de impurezas como por ejemplo clorita, mineral muy común en las menas de talco.

% de	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
SiO ₂	38	60	55,8
Fe ₂ O ₃	6,5	7,8	4,8 (R ₂ O ₃)
Al ₂ O ₃	18,5	13,8	
CaO	1,2	0,7	7,14
MgO	24	10,5	27,3
Pérdida por calcinación	11	7	5,4

Cuadro 13 : Análisis químicos de “talcos” de la zona de Mal Abrigo

No fue posible definir a que tipo de depósito de talco pertenece el cuerpo explotado en las cercanías de Mal Abrigo debido :

- Falta total de información minera
- Labores mineras totalmente inundadas
- Existencia de una cobertura edáfica casi continua en las inmediaciones del laboreo.

De todas formas a partir del contexto geológico local, donde esta inserta la mineralización, de las observaciones de campo y de los modelos genético-descriptivos antes mencionados, se puede hacer las siguientes apreciaciones :

El cuerpo talcoso de Mal Abrigo esta hospedado en rocas pertenecientes a la Formación Paso Severino, con dirección general en esta zona N80 , vertical. Dentro de esta unidad se han descrito rocas carbonáticas, como calizas, domita, calcofilitas, etc. Existe la posibilidad que rocas dolomíticas intercaladas dentro de la secuencia vulcano-sedimentaria en la zona de Mal Abrigo fueron el protolito para la formación de talco y otros minerales secundarios magnesianos. Otra posibilidad es la transformación de rocas básicas/ultrabásicas intercaladas dentro de la secuencia que también han sido mencionada en la zona (metabasaltos, metagabros, etc.).

El origen de los fluidos metasomáticos y el calor necesario para generar minerales secundarios talcosos pudo estar relacionado con el metamorfismo regional que sufre la secuencia vulcano-sedimentaria. Cabe destacar la gran proximidad del depósito de talco de Mal Abrigo al contacto con el granito de Mahoma. Dicho cuerpo presenta gran actividad hidrotermal, con la presencia

de gran cantidad de filones dentro de la roca caja. Dichos flujos hidrotermales podrían haber sido las causantes de las transformaciones mineralógicas en rocas ricas en magnesio de los alrededores, que en algunos zona produjo talco.

4.7 Minerales Metálicos

Se conocen en el departamento de San José una serie de manifestaciones de minerales metálicos de distintas jerarquías : anomalías geoquímicas, ocurrencias minerales y depósitos. Todos las mineralizaciones se localizan sobre rocas Paleoproterozoicas del Cratón del Río de La Plata (actualmente denominado Terreno Piedra Alta).

Las litologías sobre las que aparecen estas manifestaciones son casi siempre rocas metamórficas de grado bajo (facie esquistos verdes) y rocas ígneas intrusivas asociadas espacialmente a las mismas (granitos y granodioritas). Dichos metamorfitos forman parte a nivel regional de una secuencia vulcano-sedimentaria conocido como Formación Paso Severino. Dicha unidad y sus intrusivos asociados han sido el “objetivo” principal de las compañías mineras para la prospección de metales, en especial oro.

En este sentido las empresas mineras han asumido como un modelo exploratorio , que la secuencia vulcano-sedimentaria de Paso Severino sería un terreno tipo granito-greenstone, similar a los encontrados en Australia, Canadá, etc y que presentan alta favorabilidad para localizar depósitos auríferos.. Esto es debido a la gran similitud en varios aspectos (geometría, litologías, grado metamórfico, edad, etc.) entre Paso Severino y un típico greenstone belt, pero hasta el momento la falta de litologías con alto contenido magnesio, principalmente Komatiitas, han puesto en duda si se corresponde o no con un típico greenstone belt.

A los efectos de presentar en forma ordenada la información existente se mostrara la misma agrupada según su “jerarquía minera” : Indicio Mineral, Anomalías Geoquímicas, y Depósito (Mina Mahoma).

4.7.1 Indicios Mineral

En el departamento de San José se conocen varias ocurrencias de minerales metálicos con interés económico-prospectivo. En el presente capítulo se describirán 5 indicios, 4 de ellos (Nº 60, 61, 62 y 63) extraídos de las Fichas del Inventario Minero del Uruguay y otro (Nº 64) que surge como resultado del

estudio exploratorio llevado cabo por el MAAJ de Japón y la DINAMIGE en el año 2002.

- Indicio N° 60 (Cu) : El mismo se halla ubicado en la Hoja Mal Abrigo(M-25), en un contexto geológico de anfibolitas, esquistos filitosos, cuarcitas, rocas carbonatadas, todas ellas pertenecientes a la Formación Paso Severino. La morfología de la mineralización está definida por vetas o lentes, de dirección N 315, presentándose en forma de afloramientos discontinuos a lo largo de 100 metros. La alteración hidrotermal que se observa es de una intensa silicificación, siendo su paragenesis a malaquita y limonita ésta última determinada por una alteración supergenica de minerales sulfurosos.
- Indicio N° 61 (Cu): El mismo se ubica en la hoja Mal Abrigo (M-25), en un contexto geológico definido por el granito de Mahoma, el cual intruye la Formación Paso Severino. La mineralización se encuentra en diaclasas del granito de Mahoma, pero no se observó contaminación de roca de caja. La mineralogía observada en la mineralización fue de algunos puntos de azurita.
- Indicio N° 62(Cu): Dicho indicio se ubica en la Hoja Paso del Rey (L-25), en un contexto geológico de esquistos y rocas calcáreas, de la Formación Paso Severino. La morfología de la mineralización, es de un filón de dirección N 115 con un leve buzamiento hacia el Sur. Presenta una alteración hidrotermal, a rocas vacuolares, con una paragénesis a malaquita, calcopirita, limonitas y piritas oxidadas.
- Indicio N° 63 (Mo) : El presente indicio se ubica en la Hoja Mal Abrigo (M-25), dentro del granito de Mal Abrigo, en las proximidades del contacto con los epimetamorfitos de la Formación Paso Severino. La mineralización se presenta como impregnaciones de molibdenita centimétricas dentro de planos de diaclasas del cuerpo ígneo.
- Indicio N° 64 (Cu) : El mismo se localiza en la hoja Paso del Rey (L-25), en un contexto de rocas metasedimentarias (Formación Paso Severino) con fuerte cloritización y silicificación. La mineralización esta representada por

malaquita, piritita y arsenopiritita (?), diseminada y tipo stockwork en filones de cuarzo. Análisis químico de muestras seleccionadas dieron valores de Cu 1,7 %, As 1,1 %, Sb 147 ppm, Au 171 ppb.

4.7.2 Anomalías Geoquímicas

Para esta parte del capítulo Minerales Metálicos se utilizara principalmente los resultados geoquímicos obtenidos durante la Fase II de la “Exploración Mineral” ejecutada por la Agencia de Minerales Metálicos de Japón (MAAJ) y DINAMIGE durante el 2002. (el detalle del trabajo fue publicado en : “Report of Mineral Exploration in San José and Arroyo Grande Area the Oriental Republic of Uruguay-Fase II”.

Durante este trabajo se realizó una prospección geoquímica semi-táctica sobre tres diferentes zonas dentro del departamento de San José. En total se cubrió unos 222 km² y se tomaron 1225 muestras de suelo (entre 4 a 8 muestra / km²) y 310 muestras de roca en su mayoría filones y floats de cuarzo.

El tratamiento geo-estadístico de los resultados analíticos permitió separar un grupo de muestras con valores de Au y/o Cu y/o As y/o Zn por encima del “fondo” geoquímico de la zona relevada. Estos puntos anómalos están representado por 93 muestras de suelo y 34 de roca con valores analíticos iguales o mayores a los que se presenta en la siguiente tabla :

Tipo de Muestra	Elemento químico			
	Au	Cu	As	Zn
Suelo	13 ppb	40,3 ppm	30,4 ppm	77,7 ppm
Roca	50 ppb	50 ppm	100 ppm	100 ppm

También fue utilizado información de trabajos exploratorios realizado por la Compañía Minera San José durante la década del '90, principalmente en una pequeña zona en el curso medio del arroyo Guayabos.

En base a la ubicación y distribución de las muestras anómalas y al contexto geológico que surge de la cartografía realizada por este proyecto, se

delimitaron tentativamente 9 zonas anómalas que se representaron en la Carta de Recursos Minerales y se describen a continuación :

- Zona Anómala A : Representada por 4 anomalías puntuales en suelo, con valores máximos de Au = 47 ppb, Cu = 81 ppm y Zn = 78 ppm. El contexto geológico esta representado por metamorfitos de la Formación Severino, especialmente metalavas básicas. Se destaca en las cercanías del área anómala una zona de cizalla de dirección general NW (Zona de cizalla de Mahoma =ZCM).
- Zona Anómala B : Representada por 10 puntos con tenores en suelo altos en Au, que van desde 28 a 52 ppb. El contexto geológico esta representado por rocas de la Formación Montevideo(Oyhantcabal P. et al 2004), principalmente micaesquistos. Inmediatamente al sur se localiza un cuerpo granítico a dos micas (granito de Cerro San José) que genera en el contacto con los metasedimentos una aureola de metamorfismo térmico (micaesquistos con andalucita). Se debe mencionar que sobre este cuerpo ígneo también se localizan varias anomalías de Au en suelo, pero un estudio detallado sobre el mismo (Convenio MMAJ-DINAMIGE Fase III) demostró la no existencia de mineralizaciones significativas.
- Zona Anómala C : Representado por un par de anomalías de Au \pm Cu en vetas de cuarzo (Au ~0,8 ppm y Cu ~100 ppm) y anomalías de Au (50 ppb) y Cu (45 ppm) en suelo. El contexto geológico está representado por milonitas de la zona de cizalla Cufre-Puntas de Cañada Tabárez (ZCCCT) cuyo protolito son metamorfitos de las Formaciones Paso Severino y Montevideo. Esta estructura deformacional, que pone en contacto a las dos unidades geológicas antes mencionadas, es la misma que aloja a las mineralizaciones auríferas de mina Mahoma, ubicadas unos 5-6 km al W-SW.
- Zona Anómala D : Representada por 3 anomalías de suelo (Au 57 y 17 ppb, As 37 ppm y Cu 47 ppm) y un valor alto de As en roca (99 ppm). El contexto geológico es en parte similar a la zona anómala C (ZCCCT) y metamorfitos de grado medio de la Formación Montevideo. Para esta zona la cizalla presenta un importante componente de cabalgamiento hacia el N.

- Zona Anómala E : Para esta zona se posee información exploratoria de dos fuentes distintas, por lo que se describirá las características de la misma en dos “sub-zonas”

-En la mitad SE de la zona anómala E se localizan 4 puntos altos de Au en suelo (valor máximo 44 ppb) y un valor alto de oro en roca (0,22 ppm). El contexto geológico está conformado por un granito deformado (granito Cañada Miranda) sub-paralelo a la ZCCCT. Asociado a la deformación el granito presenta cloritización y epidotización así como sulfuros dispersos.

-En la mitad NW se posee información exploratoria de la Compañía Minera San José, que tomo muestras de concentrado de corriente en la cuenca del arroyo Guayabos. Varias de estas muestras dieron valores alto en Au (solo se represento en el Mapa de Recursos aquellos valores mayores a 1000 ppb de Au). El contexto geológico de esta sub-zona, según el informe de la Compañía Minera, esta formado por rocas metamórficas (metalavas y metasedimentos), posiblemente de la Formación Paso Severino. Intruyendo a la unidad anterior ocurre un granito localmente foliado y silicificado (posiblemente se trate de apófisis del granito de Cañada Miranda). La mineralización aurífera ocurre dentro de esquistos cuarzo-sericiticos, limonitizados, dentro de la zona de cizalla.

- Zona Anómala F : Esta representada por 4 anomalías en roca, 3 de las cuales presentan altos valores en Au (máximo 1,2 ppm) y 1 una con valores altos en Cu (65 ppm), As (99 ppm) y Zn (100 ppm). Se complementa esta zona con una anomalía en suelo de Au (17 ppb). Inmediatamente al este, en la margen izquierda del arroyo Chamizo, aparecen varias anomalías dispersas en suelo de Cu y Zn. El contexto geológico esta representado por metamorfitos de Paso Severino, destacándose la presencia de zonas con importante silicificación y oxidación.
- Zona Anómala G : Se trata de 3 muestras de roca, 2 con valores altos en Au (64 y 5510 ppb), acompañada de As (134 ppm) y Cu (69ppm). El contexto geológico son metasedimentos de la Formación Paso Severino.

- Zona Anómala H : Esta representada por 35 puntos anómalos en suelo (mono y polielemental) distribuidos de la siguiente forma : 25 de Au (con valores entre 15 a 50 ppb), 3 de Zn (máximo 120 ppm), 3 de Cu (máximo 63 ppm) y 7 de As (máximo 66 ppm). En forma subordinada aparecen 3 puntos con valores altos de Cu±As en roca (Cu 70, 83 y 95 ppm / As 120 ppm). El contexto geológico esta representado por el Complejo Granítico Jesús María (granitos y granodioritas). Se destaca en el borde este la presencia de una zona de cizalla Cañada Tabárez (ZCCT) que actúa como limite con metamorfitos de la Formación Paso Severino y de la zona anómala J.
- Zona J : Está representada por 15 puntos anómalos en suelo (mono y polielemental) distribuidos de la siguiente forma : 4 de Au (24 a 31 ppb), 3 de Zn (máximo 200 ppm), 3 de Cu (máximo 73 ppm) y 11 de As (máximo 107 ppm). Aparecen también 13 puntos con valores altos en roca distribuidos de la siguiente forma : 7 de Au (54 a 346 ppb), 3 de Cu (máximo 1,2 %), 3 de Zn (máximo 650 ppm) y 11 de As (máximo 1,1 %). Se incluyen en esta zona anómala 2 indicios minerales de Cu (N° 62 y 64). El contexto geológico esta conformado por las rocas de la Formación Paso Severino, principalmente metasedimentos y de forma subordinada metalavas básicas y ácidas..

4.7.3 Mina Mahoma

A. Antecedente Histórico

En la década de lo años 80` diversas compañías mineras (Bond International Corporation, Compañía Minera San José, y sus compañías afiliadas) comienzan trabajos exploratorios en los departamentos de Colonia, San José, Florida, sobre el denominado Cratón del Río de la Plata, más precisamente en la faja de rocas supracrustales conocidas como Formación Paso Severino.

Es así que durante esos años, donde fue explorado la mayor parte de la secuencia vulcano-sedimentaria y sus granitoides asociados surgen una serie de depósitos auríferas a saber: Cerro San Carlos (Colonia), Veta Mirta (Colonia), veta la Crucera (Florida) y Mina Mahoma (San José). En esta ultima

se instaló la planta de molienda y cianuración de la empresa, la cual operó en forma discontinua hasta 1997, año en el cual cerró definitivamente.

B. Geología Local

En los alrededores del área minera, se pueden reconocer tres grandes unidades geológicas; a) una unidad metamórfica; b) un cuerpo granítico y c) una unidad sedimentaria.(ver Figura 38)

Unidad metamórfica : ubicada en el sector central y Sur del área minera, como una faja con dirección constante NE Las rocas integrantes de ésta unidad son de grano fino a muy fino, con una marcada esquistosidad, de colores claros, por momentos con un bandeamiento bien definido y con micropliegues. Se trataría fundamentalmente de esquistos micáceos, cuarzosos y de metaareniscas a cuarcitas. También fueron observados esquistos verdes muy foliados que podrían tratarse de metalavas básicas.

Cuerpo Granítico : Esta litología aflora al W de los metamorfitos antes descritos y en contacto neto con los mismos. Los escasos afloramientos muestran una roca de grano medio a grueso, generalmente con fuerte orientación mineralógica, aproximadamente N 70 E , de color gris con tonos verdosos, alteración importante y compuesta por cuarzo, feldespato, biotita y anfíbol. Petrográficamente se puede definir como una granodiorita a biotita y anfíbol. Este cuerpo, también conocida como “granito Chacrita” por los técnicos de la empresa (equivale al granito Cañada del Sauce deformado, de la cartografía de este Proyecto), conforma la roca de caja de las vetas mineralizadas, la cual está meteorizada en superficie, conservándose fresca y maciza a profundidades mayores a 7 metros; solo está laminada y deformada en las proximidades de las vetas de cuarzo.

Unidad sedimentaria : Dentro de ésta denominación se han englobado a todos los sedimentos cuaternarios : Formación Libertad, Formación Dolores y sedimentos fluviales (Actual y subactual).

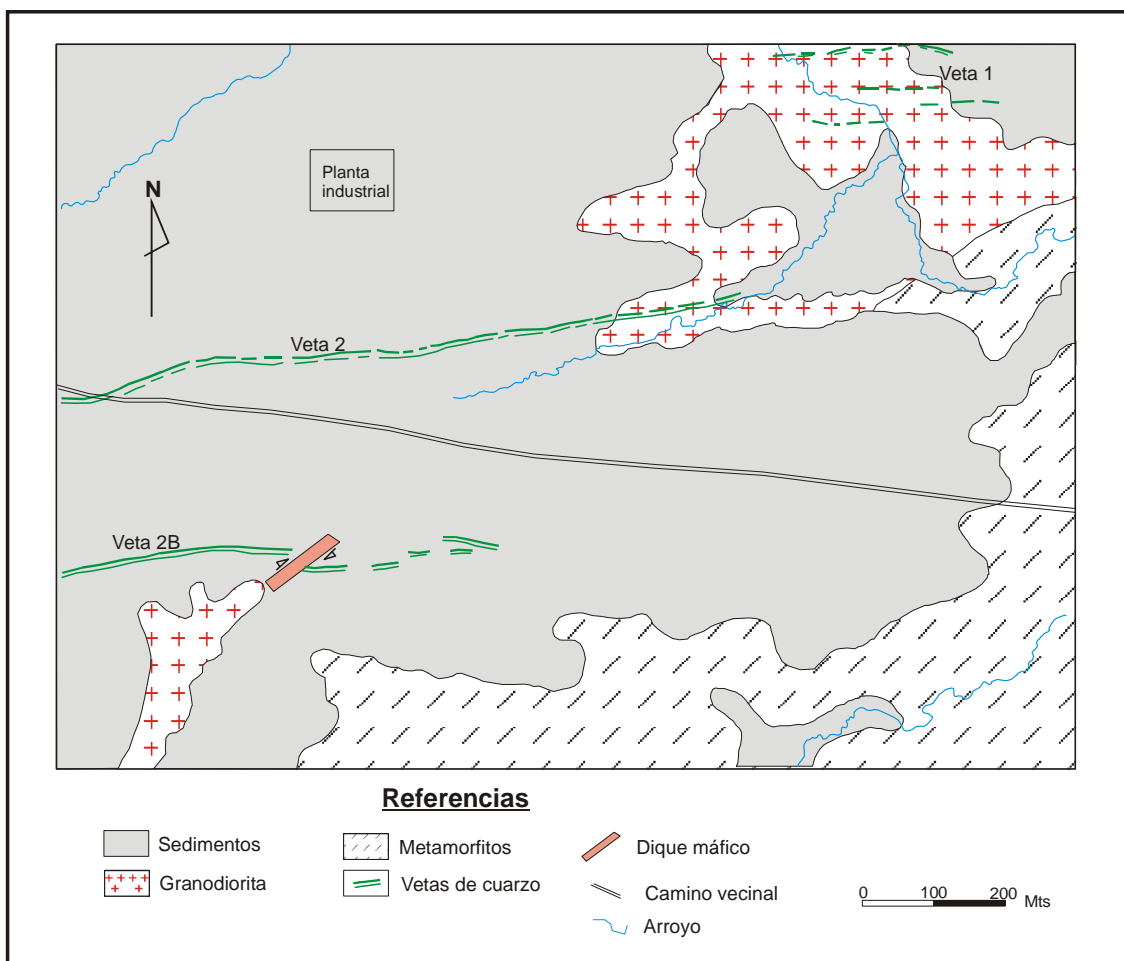


Figura 38 : Carta geológica del los alrededores de Mina Mahoma

En lo que tiene que ver con los aspectos estructurales del área, existe un trabajo de postgrado realizado por Isabel Medina en el 2000 del cual extraemos las principales conclusiones. En la región de la mina Mahoma se pueden distinguir 4 eventos deformacionales de carácter penetrativo (D1, D2 y D3) y un último evento rúptil D4.

El evento D3, según esta autora, es responsable por la estructuración final de la región, la cual está compuesta por varias zona de cizallamiento de dirección general N 70 y pliegues de arrastre asociados.

La zonas de cizallamiento principal presenta un ancho de 1,5 Km. y un largo de más de 15 Km. Sobre esta estructura mayor se localizan las principales mineralizaciones auríferas de la zona de mina Mahoma.

C. Descripción De Las Vetas De Mahoma

Para la descripción de las vetas y del método de extracción se utilizó la información contenida en el Plan de Desarrollo de la empresa Bond International Gold Inc (reporte reservado).

Las vetas auríferas de Mahoma ocurren en el denominado “ Granito Chacrita”, el cual del punto de vista de su composición, se clasifica como una granodiorita que se encuentra localmente laminada y deformada.

Las vetas de cuarzo de Mahoma son de tipo “ fisuras rellenas con cuarzo”; las mismas tienen un rumbo promedio N70E y un buzamiento de 75°N.

Su potencia varía desde unos pocos centímetros hasta 4 metros. Localmente se bifurcan en sub-vetas, desapareciendo más adelante alguna de ellas o juntándose nuevamente.

Durante los años de actividad de la mina fueron explotadas 3 de las vetas de Mahoma, denominadas N° 1, 2 y 2b, siendo la veta 2, la más importante identificada hasta el momento (ver Figuras 38 y 40).

- La veta Mahoma N° 2, tiene una longitud de 1700 metros y una ley de 9 a 10 gramos de oro por tonelada (g/t). En los lugares donde la veta ha sido expuesta o cortada por sondeos, su ancho varía de 0,2 a 3,2 metros, con un promedio de 1,0 metro. La veta consiste en un cuarzo blanco denso, con textura sacaroide, que presenta un color rosado en lugares cercanos a la superficie debido a la limonita diseminada en ella. La pirita es el sulfuro más abundante pero rara vez constituye más del 3% de la roca. El oro siempre se encuentra libre y aparece típicamente como granos pequeños u hojuelas en el cuarzo o en las superficies fracturadas. La mayor parte de la pirita se ha oxidado en hematita y limonita por encima de profundidades de 10 metros, pero la oxidación se extiende localmente a profundidades de hasta 50 metros en los lugares donde la veta está muy fracturada.
- La veta Mahoma N° 2-b, se encuentra a 300 metros al sur de la anterior y a diferencia de ésta, está cortada y desplazada unos 10 metros por un dique básico en el centro . Tiene una extensión de 400 metros , con una potencia promedio de 60 centímetros y una ley de 12 g/t de oro. El cuarzo blanco es

muy similar al de la veta N° 2 y se caracteriza también por un bajo contenido de sulfuro.

- La veta Mahoma N° 1, consiste en una serie de vetas cortas (hasta 100 metros) y angostas (hasta 20 centímetros) con un tonelaje potencial pequeño y una ley media de 22 g/t. Las vetas tienen estrechamientos y ensanchamientos, se encuentran limitadas por una zona foliada angosta y por lo común contienen vestigios de galena en la secciones de ley más alta. Además del oro nativo en el cuarzo, hay típicamente cerca del 1% de pirita o boxworks limonítico.

Según Medina (2000) las estructuras geológicas capaces de servir de trampas para las venas de cuarzo en la región de Mahoma son de dos tipos :

- a) Venas de cuarzo en fracturas de tipo Riedel, donde el mayor conjunto de las zonas de cizallamiento en la región de Mahoma es a lo largo de la estructuras P de primer orden.
- b) Venas de cuarzo en estructuras de tipo saddle reef donde las venas de cuarzo están alojadas en las charnelas de pliegues de arrastre.

Por otra parte la autora diferencia tanto en la cantera como en testigos de perforación cuatro tipos de venas :

- a) Venas mineralizadas de cizallamiento central, paralelas a la zonas de cizalla principal (ZCP) de 1er orden. Estas venas se correlacionan a nivel de testigos con las venas paralelas a la foliación. Pueden tener abundante cloritización, pero baja sulfatación y tenores de oro bajo.
- b) Venas mineralizadas de cizallamiento oblicuas a la foliación milonítica de la ZCP de 1er orden, asociadas a las fracturas de tipo R. Estas venas muestran la mayor sulfatación y concentración de oro según las observaciones realizadas en testigos de perforación.
- c) Venas estériles de cizallamiento perpendicular a la ZCP de 1er orden.
- d) Venas de cuarzo mineralizadas y lentes sulfurados en estructuras columnares centimétricas dentro de la charnela de micropliegues (tipo saddle reef). Asociados a pliegues de arrastre fuera del área de la mina Mahoma.

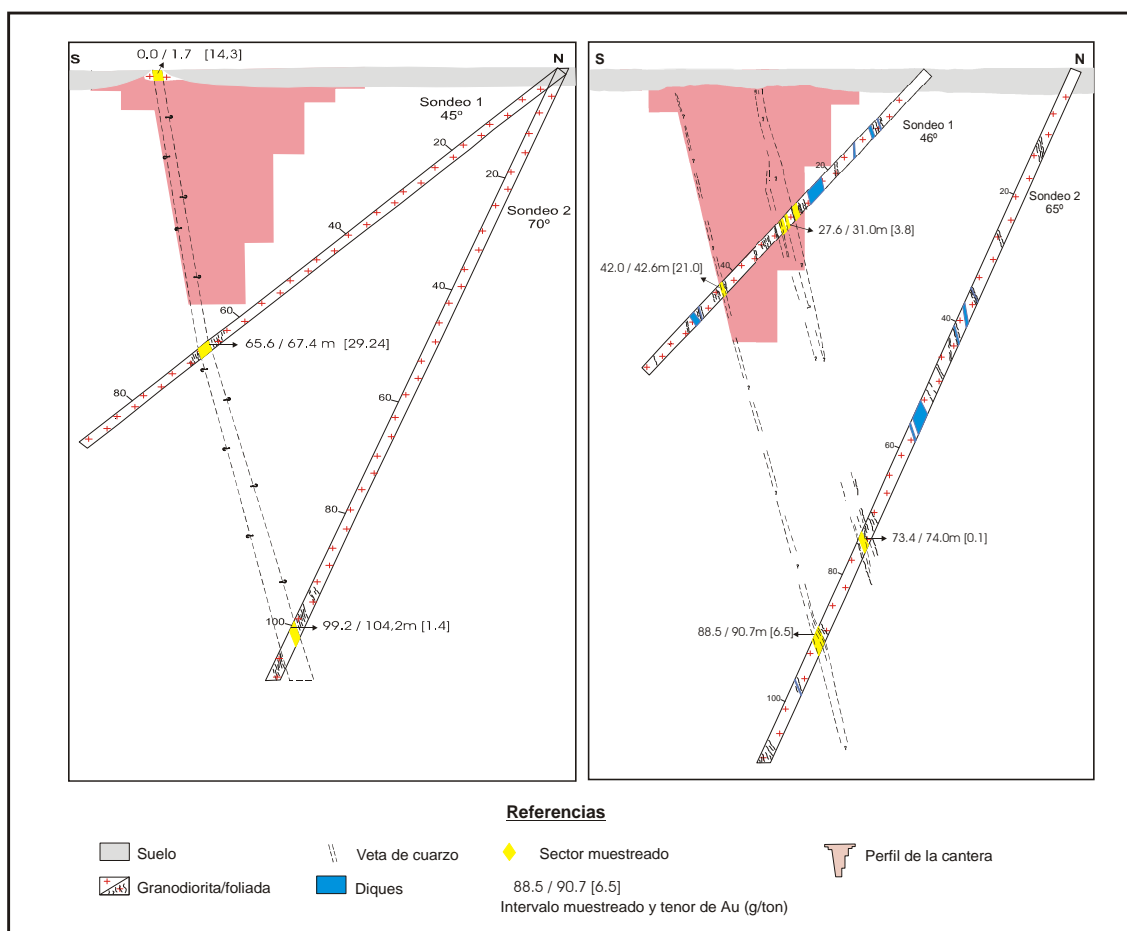


Figura 39 : Cortes esquemáticos de vetas de Mina Mahoma mostrando su geometría y tenores de oro en base a perforaciones.(fuente Bond International Inc. / Plan de desarrollo)

En cuanto a la alteración hidrotermal ,para Medina (2000), se relaciona directamente con la venulación y está sobrepuesta a la paragenesis metamórfica.

La paragenesis de alteración hidrotermal esta compuesta por : clorita, carbonato, sericita, cuarzo, pirita y posiblemente albita. La carbonatación y cloritización son los procesos de alteración hidrotermal más pervasivos. La clorita se forma a expensas de la biotita hasta que está desaparece por completo en las zonas de alta deformación asociada con las venas mineralizadas. La pirita esta muy diseminada en la roca y se hace presente principalmente en las zonas venuladas. Al igual que la clorita sustituye a la biotita. Cuando la carbonatación es alta, se mantiene alta la cloritización y es

alta la deformación, la pirita es abundante y el tenor de oro es alto en estas condiciones.

D. Reservas De Mineral

La Compañía Minera San José estimó hasta 1988 en las vetas de Mahoma un total de 285.000 toneladas de mineral a una ley diluida de 9.15 g/t, principalmente en la veta 2.

Para el estudio de factibilidad se asumió una reserva de mineral de 500.000 toneladas con una ley de 10.0 g/t con una vida útil de alrededor de 5 años de operación.

Las reservas fueron calculadas por la Compañía hasta una profundidad de 60 metros como reservas a cielo abierto (open pit), y a mayor profundidad como reservas subterráneas. Las leyes fueron diluidas en un 15% utilizando el valor de la roca encajante adyacente.

E. Métodos De Extracción

Diseño de mina a tajo abierto : La explotación a tajo abierto consiste en un número de canteras separadas. Cada cantera y rampa de acceso han sido diseñadas para seguir el rumbo de las 3 vetas de cuarzo con mayor favorabilidad económica y viabilidad minera.

La forma de las canteras es de una trinchera angosta con el yacente de la veta que forma la pared sur de la cantera principal (veta 2) y acceso a la rampa.

El proyecto de explotación de las vetas mineralizadas de Mahoma, preveía una modalidad combinada, tanto a cielo abierto como subterránea.

Las vetas 2 y 2b serán explotadas en dos pequeñas canteras a cielo abierto hasta una profundidad de 50 metros, estimándose la razón material estéril / mineral de 15 : 1 aproximadamente

El largo del tajo de la veta principal (veta 2) se extiende hasta 1400 metros y de 400 metros veta 2b.

Se prevé que el suministro de mineral de la planta durante los primeros 2 a 3 años se realizará principalmente de la explotación a cielo abierto. Las labores subterráneas están previstas a partir del 3er año de explotación solamente de la veta 2.

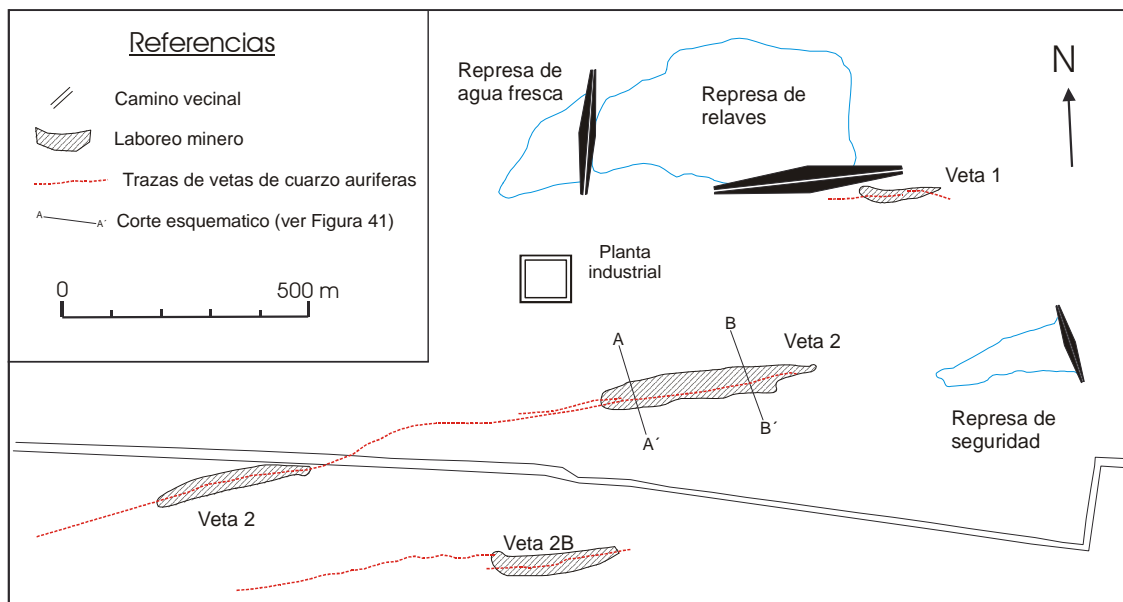


Figura 40 : Infraestructura, cantera y vetas de mina Mahoma.(modificado de Bond International Inc. / Plan de desarrollo)

Destape : El destape fue realizado mediante dos operaciones separadas para poder apartar la capa vegetal que se guarda como un producto separado, que será utilizado posteriormente en el proceso de restauración.

Perforaciones y voladuras : Para el diseño de construcción de la cantera se asumió que los taludes de las terrazas individuales serán casi verticales, para ello se debió diseñar un método de voladura controlada que reduzcan a un mínimo los daños a las paredes finales de la cantera.

En condiciones normales el mineral y los escombros se perforarán y volarán de forma separada, así, las operaciones de extracción de mineral se realizarán por lo menos 30 metros detrás de la extracción de los escombros. Debido a que la veta mineralizada tiene un espesor medio de solamente de 1 metro, el cual varía considerablemente a lo largo del rumbo.

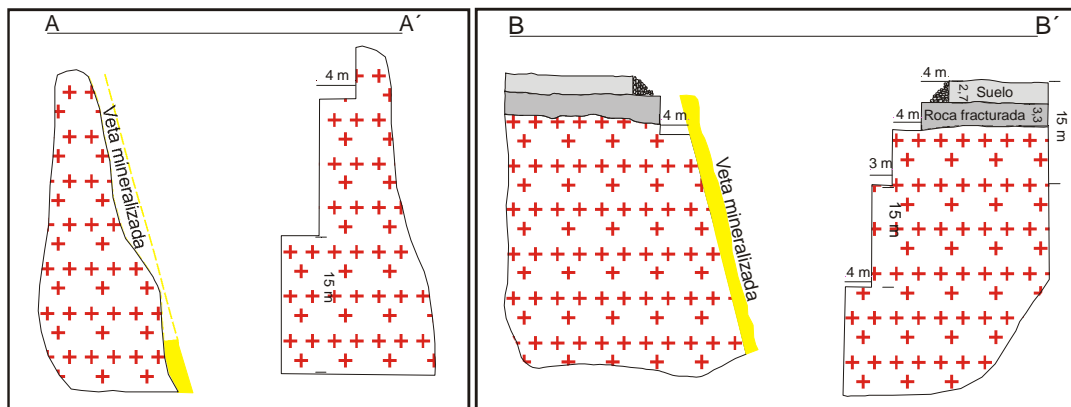


Figura 41 : Secciones transversales de apertura de cantera a tajo abierto en Mahoma (fuente Bond International Inc. / Plan de desarrollo).

Carga y Acarreo: El método de operación minera consistió primero en la extracción de los escombros a lo largo del rumbo del pie de la veta. El punto crítico del proceso es la separación de los escombros de la roca mineralizada debido a la muy escasa potencia de la veta de cuarzo. La rampa que conduce a la trinchera está ubicada a lo largo de la pendiente de la veta, la cual se ubica en áreas en donde la extracción no es económica o posee sólo un valor marginal. Dicha rampa ha sido diseñada con una pendiente del 15% y con un ancho total de 6 metros.

Luego de extraído el mineral de la forma anteriormente descrita el mismo será transportado al área de apilamiento o a la trituradora.

Sin embargo, hasta un 20 % del mineral deberá apilarse en un área adyacente a la trituradora, el que no deberá exceder a 3500 toneladas métricas, como stock de seguridad.

Todo el mineral acarreado hasta la trituradora tiene que tener una dimensión de tamaño máximo de 0.60 metros.

F. Procesamiento Del Mineral

Para la descripción del procesamiento mineral se utilizó la información contenida en el asesoramiento técnico a la DINAMIGE elaborado por Piret-Shoukry 1990

La Compañía Minera ha previsto que se recuperará alrededor del 90% del oro combinando un circuito convencional de concentración gravimétrica para el oro grueso, con una recuperación de 50 a 60% de oro, y un proceso de cianuración de los relaves del proceso gravimétrico.

La planta de procesamiento está diseñada para tratar 300 toneladas de mineral por día , siendo el diagrama de flujo previsto el que se muestra en la figura 42.

El proceso de beneficio del oro que será utilizado por la Compañía; comprende las siguientes etapas :

Trituración y acopio del mineral fino : La planta de trituración tendrá una capacidad operadora media de 20 a 30 toneladas por hora, en 10 horas diarias. El producto triturado tendrá una granulometría de 1/2" (6,35 mm) y se almacenará en una tolva de mineral fino de 1000 toneladas.

Molienda y concentración gravimétrica : El mineral triturado se extraerá de la tolva de mineral fino a razón de 10 a 20 toneladas por hora y se deberá moler en un 80% a un tamaño menor a 200 mallas en un molino de bolas, que descargará sobre un separador a gravedad (JIG). El concentrado de JIG se enriquecerá en una mesa vibradora para obtener un concentrado final.

Espesamiento, cianuración de los relaves gravimétricos (proceso CIL) y electrólisis: Los relaves del separador a gravedad (JIG) se clasificarán en un clasificador ciclónico. Los gruesos descargados por éste se reciclarán al molino de bolas y los finos se enviarán posiblemente a un espesador para obtener una densidad de pulpa apropiada. La pulpa descargada por el espesador alimentará el proceso de cianuración CIL. Este consistirá de dos tanque acondicionadores, uno para la regulación del pH y otro para la adición del cianuro, seguidos por seis o más tanques adicionales para la lixiviación y adsorción del oro. Los tanques de lixiviación tendrán un tiempo de retención de aproximadamente 24 horas.

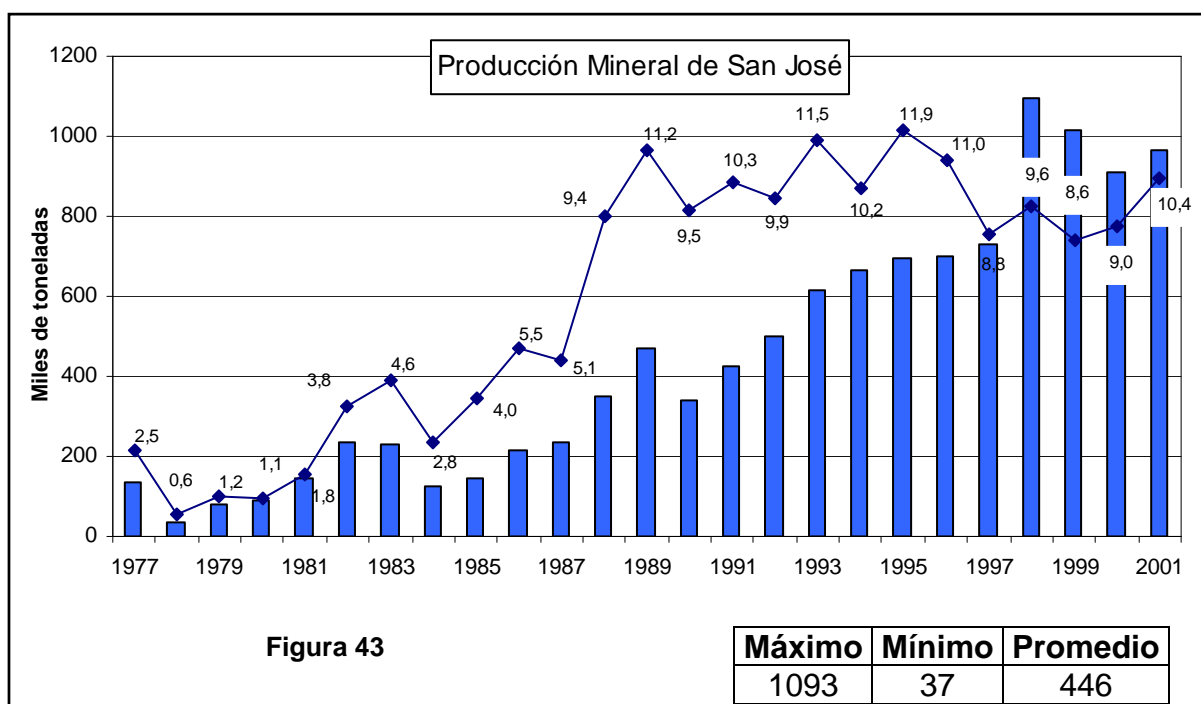
La solución cargada con oro, después de la desorción, sería conducida a la electrólisis donde el oro será depositado en cátodos de lana de acero. Los cátodos serán fundidos y moldeados en lingotes. El carbón descargado será

5. ESTADÍSTICA MINERA

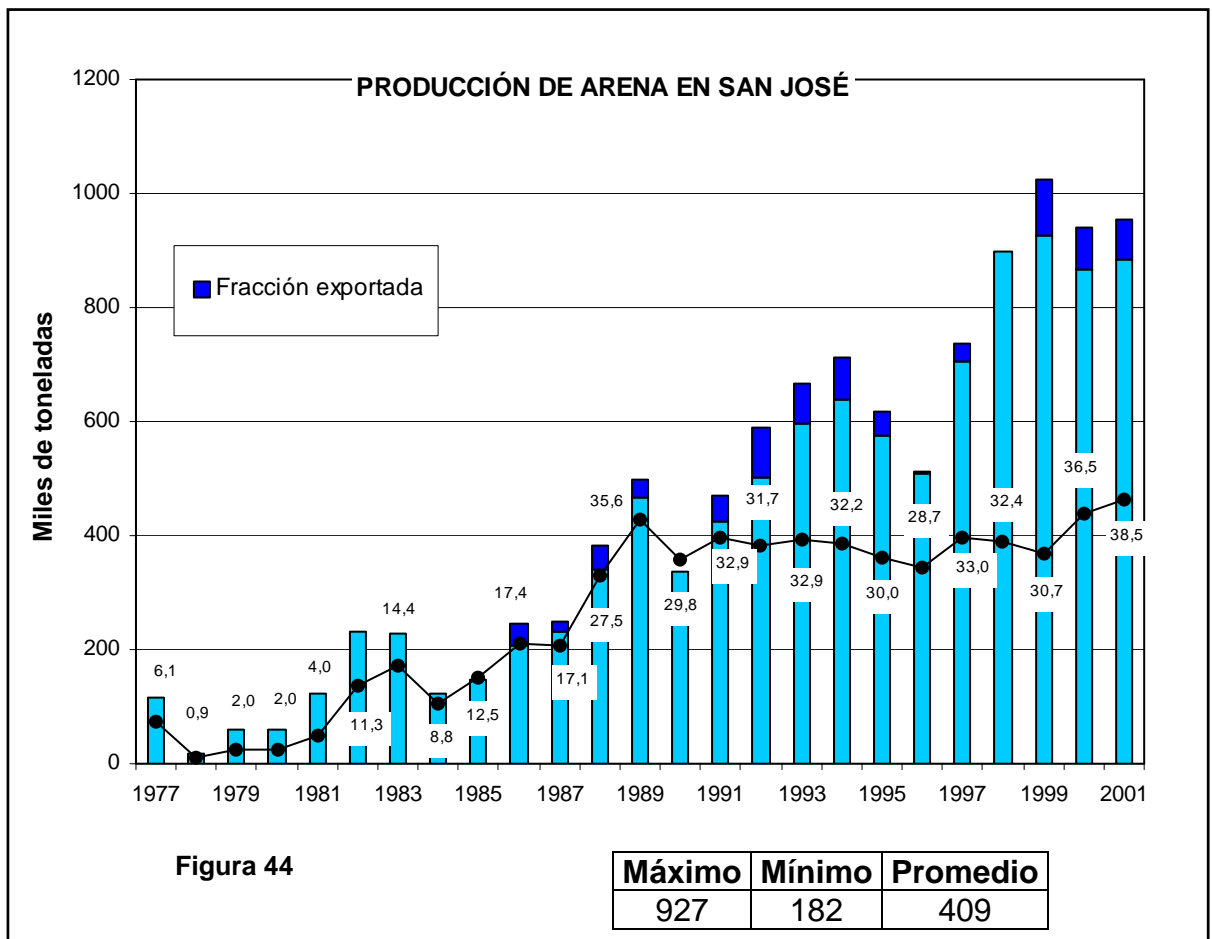
En el presente capítulo se mostrará la producción actual e histórica del departamento de San José en base a la declaración de los productores ante la DINAMIGE. Dado que se trata básicamente de información de tipo numérico, la misma será presentada en forma gráfica para una mejor comprensión y fácil visualización, con algún breve comentario (los datos en bruto se muestran en el Cuadro 14 - Anexo).

Además como una forma de ver el peso relativo de la producción del departamento, se compara la misma con la producción total del País, expresada en porcentaje. Cada figura se compone básicamente de tres partes :

- Un histograma que nos muestra la producción de cada año para el periodo 1977-2001 y su evolución en dicho período.
- Un breve cuadro estadístico con el promedio, máximo y mínimo anual para el periodo estudiado, con las mismas unidades que el histograma. (solo se consideran años con producción)
- Una grafica lineal, que representa en porcentaje la participación de San José con respecto al total nacional producido (expresado en volumen físico).

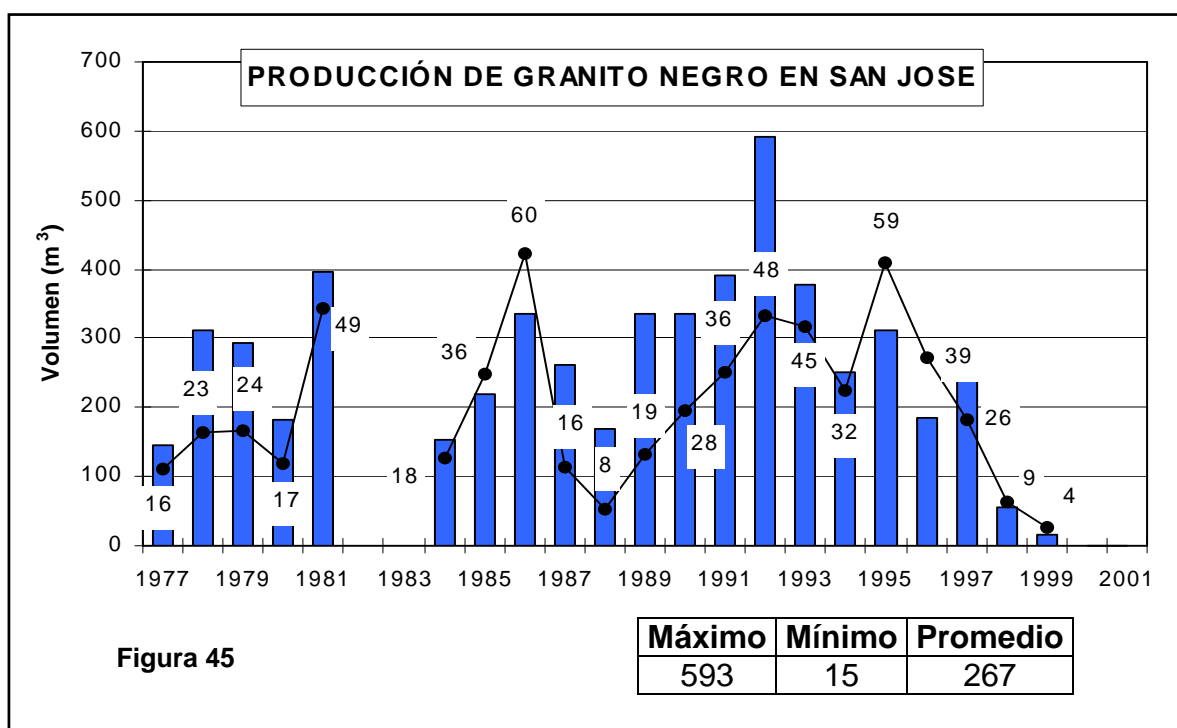


Comentarios : La producción acumulada de San José en el período considerado fue de aproximadamente 11 millones de toneladas de mineral. Este departamento registra un importante incremento anual de su producción para este período, estando relación directamente con la producción de arena. La cual representa aproximadamente el 90% del total producido en el Departamento. Se registra un máximo para el año 1998 lo que probablemente este vinculado a picos actividad en la industria de la construcción. La participación de San José en la producción total del país se mantiene relativamente baja, por debajo del 5 % hasta 1987. A partir de este año el peso de la producción departamental con respecto al total del País se duplica (~10 %) impulsado principalmente por la extracción de agregados pétreos en especial arena.



Comentarios : La producción de arena acumulada en el período de 1977–2001 para el departamento de San José es de alrededor de 10 millones de

toneladas. La extracción anual se ha ido incrementando sistemáticamente empujada principalmente por la demanda de la industria edilicia en Montevideo y zona metropolitana. La exportación de arena luego de un periodo de inactividad, se mantiene relativamente constante para el período 1986-2001 con valores de aproximadamente de 50 mil toneladas año. El peso de la producción de arena en la producción total nacional de este material a experimenta un aumento considerable a partir de 1987. Representando en promedio, en los últimos 14 años, la tercera parte del total de arena producido en el País.

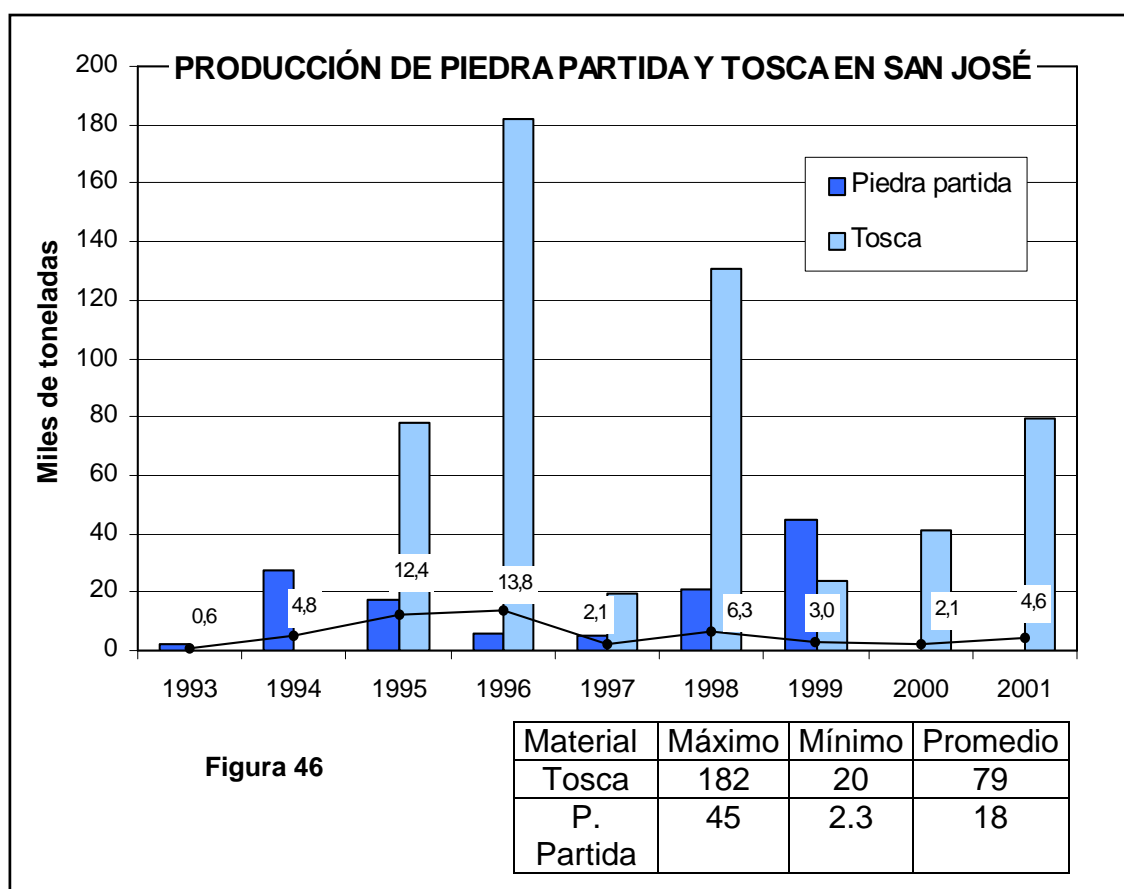


Comentarios : La producción acumulada de granito negro en el período 1977-2001 alcanza un valor de cerca 5600 m³(aproximadamente 17 mil toneladas). La misma es relativamente variable, no registrándose producción en los años 1982, 1983, 2000 y 2001 y alcanzando un valor máximo en el año 1992. La participación relativa de San José en el total de la producción nacional de granito negro presenta un promedio de 30 % para aquellos años en los que se registro producción, con valores máximos cercanos al 60 % en 1986 y 1995. En general San José es el segundo productor de este material detrás de Colonia.

En el departamento de San José se registra asimismo la producción de granito rojo, para el período comprendido entre 1988-1993 (ver Figura 13 - Anexo) pero en volúmenes muy pequeños.

Período 1988/1993			Estadísticas (m ³)	
Material	Total años	Máximo	Mínimo	Promedio
Granito rojo	6	40	3	22

Cuadro 15



Comentario : El registro de la producción de piedra partida y tosca en el departamento de San José comienza en la década del '90, alcanzándose una producción acumulada en conjunto de cerca de 678 mil toneladas. La participación de ambos materiales en la producción nacional es relativamente baja y si además tenemos en cuenta el total de agregados pétreos gruesos (especialmente balasto) esta participación es prácticamente nula. Esto es debido principalmente a que no se incluye la producción de tosca que realiza la Intendencia, para la reparación y

mantenimiento de su densa red vial, por falta de datos. En base a la información recabada en el campo, se puede decir que los volúmenes de extracción de la cantera municipal son muy grandes, estando muy por encima del promedio anual. (posiblemente mayor a 200 mil toneladas anuales)

Por ultimo existen algunas sustancias minerales que se han producido en forma intermitente y que se tiene un registro parcial.

Durante la década del '90 se instalo en San José una mina de oro (mina Mahoma) que estuvo operativa en forma intermitente, por lo que solo existen datos de extracción en los años 1993 y 1995.

El material explotado era cuarzo con oro libre diseminado (cuarzo mineralizado) y con leyes en el entorno de los 10 gramos por tonelada. Según declaraciones de la empresa se exporto 1.036 kg de metal en forma de barras (mayormente oro, pero con algunas "impurezas"). Esta cantidad no corresponde totalmente al material extraído de la mina Mahoma, ya que la empresa también explotaba otras canteras de departamentos vecinos y el material era procesado en la planta de San José. Si tomamos la producción de cuarzo mineralizado total de San José y la ley media del depósito se puede estimar una producción de oro fue del orden de los 404 kg.

PRODUCCIÓN DE CUARZO MINERALIZADO	
1993	15.407 Toneladas
1995	25.000 Toneladas

Cuadro 16

Asimismo se produjo durante el período comprendido entre 1977 y 1988 un total de 128.317 toneladas de arcilla (la mayoría corresponde a la cantera de la fabrica de cerámicas rojas) y 1052 toneladas de conchilla (1977 – 1987).

Período 1977 – 1988		Estadísticas (toneladas)		
Material	Total años con producción	Máximo	Mínimo	Promedio
Arcilla	9	26685	4.408	14.264
Conchilla	9	214	14	117

Cuadro 17

6 INDUSTRIAS CONSUMIDORAS BASICAS

6.1 *Industria Ladrillera*

El uso principal de la arcilla extraída del departamento es para la elaboración de cerámicas rojas : ladrillos, ticholos, tejas, baldosas, etc.

Durante la gira de campo fue visitada una fabrica de ladrillos y su cantera de suministro de arcilla así como varias ladrilleras de campo.

A. Manufacturación

El proceso básico de la elaboración de las piezas cerámicas comunes (ladrillos, ticholos, tejas etc.), en una fabrica, consta de cuatro etapas :

- Preparación de la pasta cerámica : en esta etapa del proceso, se intenta producir una masa homogénea y plástica para ser moldeada. En el caso de la planta de San José la arcilla, previa homogeinización, es triturada y “mojada” para elevar el grado de humedad, y posteriormente es pasada por una máquina laminadora.
- Formación de la pieza : una vez obtenida una pasta arcillosa plástica el paso siguiente es la conformación de la pieza para lo cual existen diferentes métodos. En este caso la empresa utiliza un máquina denominada extrusora, que fuerza a enorme presión el material por una boquilla con diferentes tipos de moldes según la pieza a obtener. La arcilla extruida forma una columna continua que luego es cortada del tamaño deseado en forma automatica. (ver [Figura 47](#) - Anexo)
- Secado : la pieza “cruda” contiene un porcentaje importante de agua “libre” que puede llegar hasta un 30 % de humedad. Previo quemado de la pieza, gran parte de esta agua es evaporada en secadores (que aprovechan los gases calientes del propio horno) con temperaturas variables (40 a 200 °) durante 24 a 48 hrs. (ver [Figura 47](#) – Anexo)
- Quemado : es el proceso final y más critico, donde la pieza es quemada hasta lograr la sinterización/vitrificado de la arcilla. Existen varios tipos de hornos, siendo los más comunes a nivel industrial los hornos periódicos y de túnel. La temperatura de vitrificación varia entre 800 a 1150 °. La empresa de San José,

tiene un horno de túnel continuo, que alcanza en la zona de “quemado” temperaturas de 950° C. Las piezas cerámicas son introducidas en “chatas” que recorren el horno pasando por diferentes temperaturas en forma gradual. El combustible actualmente utilizado es full-oil. (ver Figura 48 - Anexo)

Existen también un importante número de ladrilleras de “campo” en varios puntos del departamento, especialmente concentradas en la zona periférica de la ciudad de San José. Son unidades productivas en general muy pequeñas, en muchos casos familiares y que trabajan en forma artesanal. La diferencia más importante para elaboración del ladrillo de “campo” con el proceso empleado en las fabricas es en la etapa de quemado : en estas empresas el horno es formado con las propias piezas (previo secado a temperatura ambiente). El mismo tiene la forma de una pirámide truncada, con altura de 2-3 metros (ver figura 3)

Las piezas “crudas” son dispuestas una sobre otra de tal manera que queden huecos en lugares estratégicos para el combustible (generalmente leña) y para la entrada de aire y salida de los gases de la combustión, la cual se realiza en forma muy lenta.

Fue visitada una de estas ladrilleras, la cual utilizaba como materia prima una arcilla negra con abundante materia orgánica (posiblemente parte de un horizonte edáfico y/o arcilla de planicie de algún curso de agua) . Para lograr una buena “liga” se combinado la arcilla con cáscara de arroz ó “pasto”. Esta mezcla arcillo-vegetal junto con agua es amasada para producir un material cerámico homogéneo. Posteriormente se moldea la pieza y éstas son apiladas para que se sequen y pierdan gran parte de la humedad, proceso que dura varios días.

B. Materiales

La materia prima utilizada en la elaboración de cerámica roja es arcilla “común”. Desde el punto de vista de la practica “cerámica” se pueden diferenciar dos tipos de materiales en base a sus características reológicas. Materiales formados mayoritariamente o totalmente por granulometrías muy finas (< 2 micras) , donde dominan ampliamente los arcillo-minerales y con alta plasticidad. En contraposición están los materiales no-plásticos de tamaño de grano relativamente más grueso, formado principalmente por arena cuarzosa, óxidos de hierro, micas, etc.. Estos

materiales más gruesos actúan como agentes “desplastificantes” (ó “desengrasantes”) ya que reducen la plasticidad en las mezclas arcillosas.

En este sentido y según Pracidelli et al. - 1988 : “ las arcillas de granulometría muy fina (arcillas “grasas”) presentan una buena plasticidad, pero precisan mucho agua para desarrollarla completamente. Además presentan alto grado de compactación lo que dificulta la eliminación del agua durante el proceso de secado, que provoca fuertes retracciones diferenciales y deformaciones, aumentando las perdidas de piezas en el proceso de fabricación y el ciclo de secado debe ser largo”.

“Los “desplastificantes” (ó “desengrasantes”) reducen el grado de compactación de la masa , disminuyendo las contracciones durante el proceso de secado y quemado, y disminuye el tiempo de secado ya que facilita la eliminación de agua durante esta etapa.”

Es decir que la composición granulométrica ejerce un importante papel en el proceso de elaboración y en el producto final de cerámicas rojas

Según lo anterior se puede en forma orientativa determinar las aptitudes de diferentes arcillas en base la distribución granulométrica y utilizando el diagrama de Winkler. El mismo como se muestra en la figura siguiente, esta compuesto por cuatro campos de factibilidad de producción :

- Campo A : producción difícil para cualquier tipo de cerámica, dado la fina granulometría (arcillas plásticas)
- Campo B : apto para la producción de tejas, con similar proporción entre finos y gruesos
- Campo C : material apto para ladrillos huecos
- Campo D : material apto para ladrillos macizos y semihuecos, con predominio de fracciones gruesas.

Como ya fue mencionado en el capítulo 4.1 (Arcillas Para Cerámica Roja), durante la gira de campo se tomaron varias muestras de material utilizado para la elaboración de cerámica roja en el departamento de San José. Específicamente se trata de 2 muestras de una cantera de la fábrica de ladrillos ubicada en ruta 1 km.

38,5 , rotuladas 42A (equivalente a sedimentos de la Formación Dolores) y 42B (equivalente a un perfil compuesto F. Dolores + horizonte edáfico B y C). Además en la propia fábrica se tomo una muestra del material acopiado, rotulado “Pila”ó 42C. También se tomo una muestra de una ladrillera de campo ubicada en la ciudad de San José (muestra L.C.).

Los resultados de los análisis granulométricos de estas 4 muestras (ver cuadro 4), previo reagrupamiento, fueron ploteados en el triángulo cerámico que se presenta en la Figura 49.

También se ploteo, en el mismo triángulo, muestra de la Formación Libertad tomadas en el departamento de San José, cuyos análisis granulométricos son publicados por Elizalde G. y Eugi W. - 1973 .

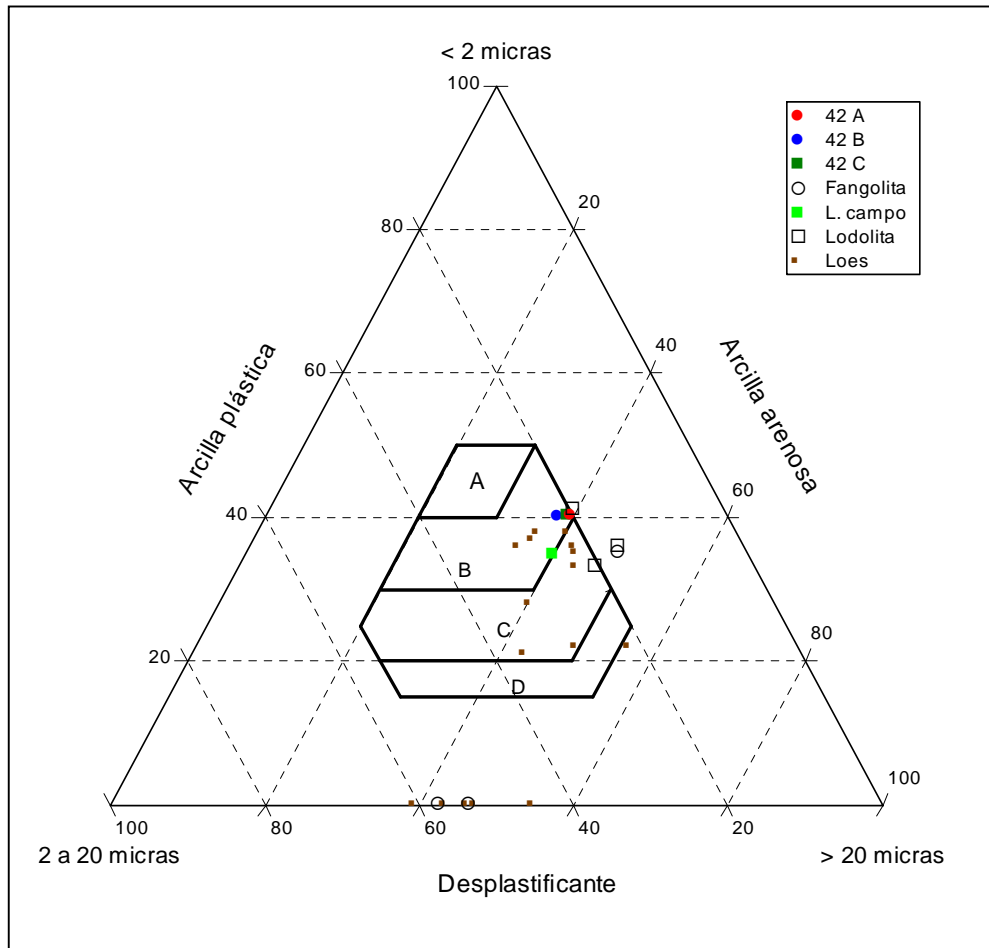


Figura 49 : Diagrama de Winkler, de aptitud de materiales para cerámica roja, con el ploteo de 2 muestras de la cantera y una del acopio de la fábrica de cerámicas rojas y una muestra de una ladrillera de campo. Se complementa el diagrama con muestras de loess, lodolitas y fangolitas de la Formación Libertad en el departamento de San José.

En el triángulo cerámico se muestra, como ya se menciono, materia prima utilizado por ladrilleras en San José y se acompaña con looes, fangolitas y lodolitas de la unidad geológica Libertad que ha sido tradicionalmente usada para la elaboración de cerámica roja por algunas empresas de Montevideo.

Se observa que todas las muestras se ubican en el campo B-C (material con buena aptitud para la elaboración de tejas y ladrillos). Los sedimentos de la Formación Libertad presentan cierta dispersión, pero en líneas generales se pueden diferenciar dos grupo : uno con muestras que presenta buena o aceptable calidad para cerámica (mayoritariamente los looes) y otro grupo de material muy grueso para ser utilizado con este fin en forma directa sin ningún tipo de aditivo de material más fino.

6.2 Industria de la Construcción

Es la industria que más consume materia prima mineral y su nivel de actividad repercute directamente sobre los volúmenes de producción de la actividad minera no metálica.

Se pueden diferenciar dos sub-sectores : construcción edilicia y construcción vial

a) La construcción edilicia tanto residencial, comercial ó industrial demanda enormes volúmenes de materia prima mineral, y en particular se destaca por su intensidad de uso en muchas obras el consumo de cemento, agregados pétreos y cerámicas rojas. Estos materiales entran a formar parte de la obra a través de diversos “componentes” y estructuras en general de la la edificación. A manera de ejemplo y como una forma de ver la importancia de estos materiales básicos se muestra en el siguiente cuadro algunas dosificaciones promedios con su equivalencia aproximada en recursos minerales consumidos:

m ³ de Hormigón ⁽¹⁾	
Materiales de construcción	Recursos minerales
<ul style="list-style-type: none"> • Cemento : 325 kg • Agregado grueso : 0,69 m³ • Agregado fino : 0,43 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Caliza : 487 kg • Arcilla : 65 kg • Pedregullo : 0,69 m³ • Arena : 0,43 m³
m ³ de Morteros ⁽²⁾	
Materiales de construcción	Recursos minerales
<ul style="list-style-type: none"> • Cemento : 177 kg • Cal : 194 kg • Mezcla gruesa : 0,44 m³ • Mezcla fina : 0,22 m³ • Agregado fino : 0,43 m³ 	<ul style="list-style-type: none"> • Caliza : 653 kg • Arcilla : 35 kg • Arena : 0,9 m³
m ² de Azotea	
Materiales de construcción	Recursos minerales
<ul style="list-style-type: none"> • Mortero M4 : 0,055 kg • Cemento : 0,5 kg • Hormigón cascote : 0,12 m³ • Agregado fino : 0,03 m³ • Tejas : 29 unidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Caliza : 66 kg • Arcilla : 64 kg • Arena : 0,144 m³

⁽¹⁾ Promedio de 4 diferentes tipos de hormigón normalmente utilizados en la construcción

⁽²⁾ Promedio de 16 diferentes tipos de morteros normalmente utilizados en la construcción

Cuadro 18 : Dosificación materiales de la construcción.(fuente Vademecum 2000)

Como se puede observar en el cuadro anterior el consumo de materiales es muy importante y además existe una relación directa entre el mismo y el volumen de construcción que se mide generalmente en metros cuadrados. No contamos con información de metros cuadrados construidos para el departamento de San José. Pero la variación en el número de viviendas nos da una idea aproximada del nivel de actividad en el sector de la construcción e indirectamente del uso y necesidades de estos materiales. En este sentido se presenta a continuación la evolución histórica del crecimiento de viviendas relevadas (construidas) en los diferentes Censos de Hogar y Viviendas así como el promedio anual de crecimiento intercensal .

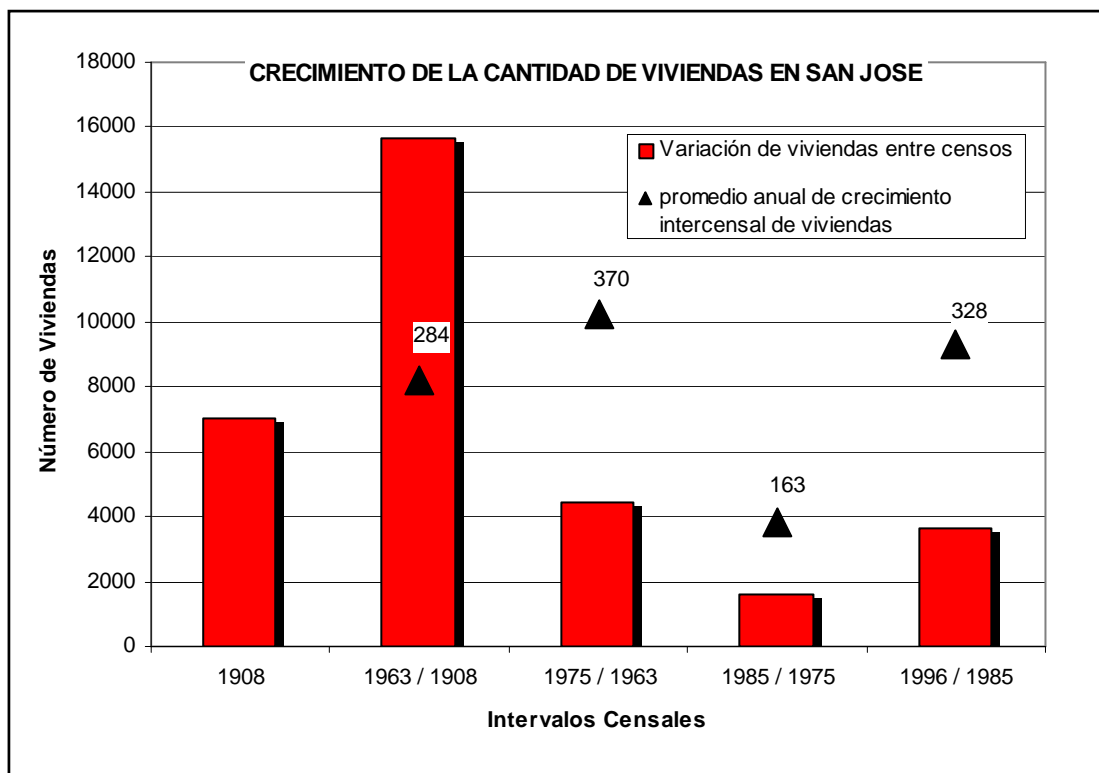


Figura 50 : Variación en la cantidad de viviendas (individuales y colectivas) entre los Censos Nacionales y crecimiento promedio anual de viviendas entre Censos. (Fuente INE)

b) La construcción y mantenimientos de “caminos” demanda enormes volúmenes de materiales fundamentalmente agregados pétreos (arena, arena y polvo de cantera, piedra partida, balasto, tosca, etc.). El tipo de material, así como la cantidad y la calidad del mismo dependen del tipo de obra vial : desde el uso de tosca con relativamente pocas exigencias tecnológicas para la ejecución y/o reparación por ejemplo de caminos secundarios hasta la utilización de piedra partida con altas exigencias físico/químicas para la construcción por ejemplo de pistas en aeropuertos o autopistas.

Al igual que lo que pasa con la construcción edilicia existe una relación directa entre el consumo de agregados y la construcción vial. Dicho de otra forma la magnitud de la red vial y su mantenimiento es un indicador del consumo y necesidades de agregados pétreos.

No tenemos datos cuantitativos confiables de la cantidad total de materiales pétreos consumido en San José tanto por la Intendencia municipal como por el

Ministerio de Transporte (Dirección de Vialidad). De todas formas estimaciones muy groseras indican que los volúmenes deben ser muy grandes, estando el mismo en el orden de varios cientos de miles de m³ de agregados pétreos por año.

7. ACTIVIDAD MINERA DEL DEPARTAMENTO

En este capítulo se resume la información de tipo minero-legal, relacionada a los pedimentos mineros de prospección, exploración y explotación existentes en el departamento de San José. En este sentido se muestra en los siguientes cuadros la “dinámica” de permisos solicitados ante la autoridad competente en materia de minería, la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE), desglosados por tipo de solicitud.

Se muestra además el número de padrones y las áreas afectadas por las diferentes solicitudes así como material a buscar o explotar incluido en cada trámite :

PERMISOS DE PROSPECCIÓN								
Año/ periodo	Cantidad de permisos	Cantidad de padrones	Area solicitada (hác)	Tipo de material solicitado				
				Arena	Tosca	Arcilla	Orna- mental	Meta- lico
1984- 1988 ⁽¹⁾	6	287	27.034				1	5
1990 ⁽¹⁾	1	18	1.184					1
1993 ⁽¹⁾	2	322	30.060					2
1994 ⁽¹⁾	3	4	428				2	1
1995	3	7	884	1			2	
1996	3	22	812				1	2
1997	6	147	9.275	2				4
1998	2	4	120	1	1			
1999	2	5	159	1				1
2000	3	47	10.667					3
2001	1	12	3.010					1
2002	2	58	1.023			1		1
2003	1	24	6.184					1
2004	4	254	34.764	2				2

(1) Para estos Año / período posiblemente no estén registrados todos los asuntos mineros (ver texto para más información)

Cuadro 19 : Permisos de Prospección solicitados entre 1984-2004

PERMISOS DE EXPLORACIÓN								
Año/ Periodo	Cantidad de permisos	Cantidad de padrones	Area solicitada (hác)	Tipo de material solicitado				
				Arena	Tosca	Arcilla	Orna- mental	Meta- lico
1984- 1989 ⁽¹⁾	6	10	211	1			5	
1990 ⁽¹⁾	5	5	107	1			4	
1991 ⁽¹⁾	2	3	33	2				
1992 ⁽¹⁾	2	4	128	2				
1993 ⁽¹⁾	1	1	11		1			
1994 ⁽¹⁾	2	6	66	1				1
1995	6	10	559	3			2	1
1996	4	7	124	4				
1997	6	12	582	3			2	1
1998	7	17	160	6	1			
1999	7	21	97	6	1			
2000	7	10	360	4			3	
2001	4	5	37	4				
2002	2	3	21		2			

(1) Idem

Cuadro 20 : Permisos de Exploración solicitados entre 1984-2004

CONCESIÓN PARA EXPLOTAR								
Año/ periodo	Cantidad de permisos	Cantidad de padrones	Area solicitada (hác)	Tipo de material solicitado				
				Arena	Tosca	Arcilla	Orna- mental	Meta- lico
Hasta 1979 ⁽¹⁾	5	7	350	2		1	2	
1980- 1984 ⁽¹⁾	6	6	76	6				
1985- 1989 ⁽¹⁾	11	19	906	9			2	
1990 ⁽¹⁾	3	3	247	3				
1991 ⁽¹⁾	3	6	163	1			2	
1992 ⁽¹⁾	2	4	52	2				
1993 ⁽¹⁾	1	2	52	1			1	
1994 ⁽¹⁾	3	4	344	3				
1995	4	6	134	4				
1996	1	1	8	1				
1997	2	4	292	2				
1999	1	1	184	1				
2000	3	8	64	2				
2001	3	3	91	2				
2003	6	16	251	3				

(1) Idem

Cuadro 21 : Concesión para Explotar solicitados hasta el 2004

Dado que ésta información es “tomada” del banco de datos de asuntos mineros de DINAMIGE y que el mismo comienza a implementarse a partir de los primeros años de la década del ´90, quedan afuera de esos cuadros aquellos asuntos mineros que caducaron y fueron archivados antes del período en que se comenzó a cargar la información. Aproximadamente dicho banco queda operativo entre los años 1994-95, por lo que para los años/períodos anteriores a esta fecha, posiblemente no estén todos los asuntos registrados, principalmente los permisos de exploración y en parte las concesiones para explotar más antiguas. Haciendo esta salvedad, los cuadros nos dan una idea de como ha evolucionado la actividad minera a lo largo de la historia minera del departamento (Hay que tener presente que recién a partir de los primeros años de la década del ´40 se implementa por parte del Estado, a través del entonces Instituto Geológico, el registro de la Industria Extractiva, por el cual se comienza a “oficializar” la actividad minera en el País).

Tomando solo aquellos años con permisos posteriores a 1995 se han solicitado anualmente en promedio unos 5 permisos de prospección , 3 permisos de exploración y 3 concesiones para explotar con un área afectada de 3.570, 243 y 146 hectáreas para cada tipo de permiso respectivamente.

Básicamente se puede decir que la gran mayoría de solicitudes son para arena principalmente concentradas estás en la zona de Rincón de la Bolsa. La solicitud de permisos para metálicos (principalmente en busca de oro) es relativamente importante, sobre todo por la extensión de estos permisos. Se destaca también la gran cantidad de permisos para granitos, principalmente de la variedad granito negro filoneano.

8. DISCUSIÓN Y SÍNTESIS

El presente informe esta integrado por dos documentos complementarios : Uno en formato gráfico que es la Carta de Recursos Minerales de San José y el otro en formato texto que es la presente Memoria Explicativa.

La Carta por si sola es un documento de Síntesis en donde se conjuga la ubicación de muchas Labores Mineras con un “fondo” Geológico (Carta Geológica simplificada del Departamento de San José a escala 1:100.000, realizada por el equipo de cartografía geológica de este Proyecto). Su utilidad es muy importante no solo para trabajos estrictamente geológicos / mineros, sino también para otro tipo de estudios como por ejemplo trabajos de corte Medio Ambiental y Ordenamiento Territorial.

En este sentido, un tema muy importante es poder definir el potencial minero de diferentes zonas dentro del Departamento. Para esto, a nuestro entender, es necesario tener en cuenta por lo menos tres aspectos en forma simultanea :

- Por un lado el aspecto estrictamente geológico/minero como son las características básicas de los depósitos : volumen de material, calidad del mismo, etc.
- Otro aspecto a tener en cuenta es la intensidad de usos de este tipo de materiales, las necesidades para la industria de la construcción de San José y áreas de influencia.
- Por último otros aspectos muy importantes son aquellos vinculados con temas de ordenamiento territorial.

Si bien el último punto es importante, como la prioridad en el uso del suelo , su tratamiento en profundidad escapa de las posibilidades y objetivos del presente estudio.

Teniendo solo en cuenta aspectos geológicos/mineros dentro de las “áreas favorables” deberemos encontrar cuerpos de roca (depósitos) con propiedades tecnológicas aceptables, relativamente continuos y homogéneos, con suficiente

volumen (reservas) y en lo posible ubicados en las cercanías del área de consumo y con una mínima infraestructura (caminería, energía eléctrica, etc.)

Dada la extensión del área que abarca el Proyecto (Departamentos de Montevideo, Canelones y San José) y los escasos fondos y tiempo disponible se utilizaron dos criterios básicos para la identificación y separación de áreas con favorabilidad minera. Primero la existencia de labores mineras (activas e inactivas) y sus características según los antecedentes consultados. En segundo lugar se tuvieron en cuenta diferentes aspectos geológicos: (litológicos, estructurales, estratigráficos).

En base a lo anterior y con las observaciones de campo realizadas en canteras previamente seleccionadas se separaron áreas con diferentes grados de favorabilidad minera por tipo de material.

Las mismas se muestran gráficamente en la carta de Recursos Minerales del Departamento.

A continuación se realizan los comentarios mas significativos de las zonas favorables y una síntesis de los aspectos más destacados de cada recurso.

A. Tosca-Balasto

La tosca-balasto, es utilizado casi exclusivamente en obras viales, como base y sub-base de pavimentos flexibles o rígidos y para reparación-mantenimiento de pavimentos granulares.

Las principales características a tener en cuenta al definir zonas favorables son: Presencia de rocas ígneas y/o metamórficas, potencia y características de manto de alteración, espesor de la cobertura, exigencias geotécnicas en función de los requerimientos de la obra y distancia desde la zona de extracción a la obra.

San José presenta gran extensión con rocas ígneas e ígneas-metamórficas ubicadas mayormente en la porción central y norte. En ésta región es factible ubicar lugares apropiados para la extracción de tosca, pero no es posible delimitar áreas favorables, dada su gran extensión. Por otra parte las rutas nacionales cortan

gran parte de esta región, por lo que ante la necesidad de un recurso de este tipo, solo se requiere disponer del mapa geológico.

Se destaca en esta región, la porción que se localiza en la parte N-NW, cercana a la capital departamental. Se trata de una zona de importante actividad extractiva de tosca, la mayor parte de este material usada en el Departamento proviene de dicha zona, siendo el principal productor la Intendencia de San José. El uso mas común son las obras de mantenimiento y reparación de pavimento granular. Esta zona se delimitó, en el Mapa de Recursos Minerales como **área de favorabilidad prospectiva para Tosca N° V**, para ello, se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones :

- Existencia de material de probada calidad, gran parte de las rutas y caminos que cortan la región fueron construidos con material de esta zona.
- Existencia de más de 15 canteras (entre activas y abandonadas) distribuidas en toda el área y de material con propiedades geotécnicas similares.
- Presencia constante de importante manto de alteración con escasa cobertura.
- Cercanía a un importante centro de consumo como la ciudad de San José y zonas sub-urbanas, así como de otros centros poblados.
- Densa red vial, tanto municipal como nacional, que demanda importante volúmenes de agregados para su mantenimiento-reparación. Y al mismo tiempo esto posibilita un buen acceso durante todo el año a las zonas de extracción (actuales y potenciales).

El resto de las canteras de tosca están distribuidas por el Departamento, ubicadas en las márgenes de rutas y caminos. Su explotación es en general esporádica y depende de la necesidad de mantenimiento-reparación de caminos y de la ubicación de la cantera con respecto a la obra vial.

A manera de síntesis se presenta en el siguiente cuadro las características más importante del material explotado en San José como agregado grueso natural :

Nº de Labores mineras registradas : 10
Nº de Canteras activas : 5
Zona Productora principal : N-NW de la ciudad de San José
Volúmenes extraídos : 80.000 m³ / año + cantera de la Intendencia (+ de 100 mil m³ /año ?)
Espesor manto de alteración explotado : 3 a 6 m.
Espesor cobertura : 0 a 2 m.
Características texturales : 52 % de finos(< 4,76 mm) / mediana 4,9 mm (promedio de Zona N-NW de la ciudad de San José)
Beneficio : zaranda y lavado para obtención de pedregullo (en 2 canteras)
Unidad Geológica-Prospectiva : Complejos Graníticos Jesús María y San Gregorio.

B. Piedra Partida

El principal uso de este agregado pétreo es la elaboración de mezclas asfálticas y hormigones. Las exigencias de calidad son relativamente importantes como el calibrado y forma del material, resistencia al desgaste y a la compresión, etc.

A nivel regional la parte central y norte del Departamento, donde predominan los granitos tardi y post tectónico, es la que presenta las mejores posibilidades para ubicar zonas aptas para la extracción de piedra partida. Dentro de estos ya fueron utilizados con este fin zonas del granito de Mal abrigo, granito de Cañada del Sauce, Complejo Granítico de Jesús María.

La calidad del material (definida en base a ensayos geotécnicos), la escasa o nula cobertura, la infraestructura disponible, la posición topográfica y la existencia relativamente cercana del mercado consumidor son también factores muy importantes para decidir cual es el lugar apropiado para la apertura de la cantera.

C. Arena

San José es el Departamento con mayor extracción de arena y junto con Canelones producen entre el 60 al 70 % del total del País en los últimos años. Según estadísticas de los últimos 25 años, se destacan como zonas productoras:

Carrasco en Canelones (hoy casi inactiva) y Rincón de la Bolsa en San José. La mayor parte de lo producido en estas zonas tuvo como destino la ciudad de Montevideo y su área metropolitana.

Según el gráfico de la Figura 50, la producción de San José se ha ido incrementado, fundamentalmente por la extracción de arena en la zona de Rincón de la Bolsa. En contraparte la producción de Canelones decae, principalmente por el agotamiento de los yacimientos de Carrasco

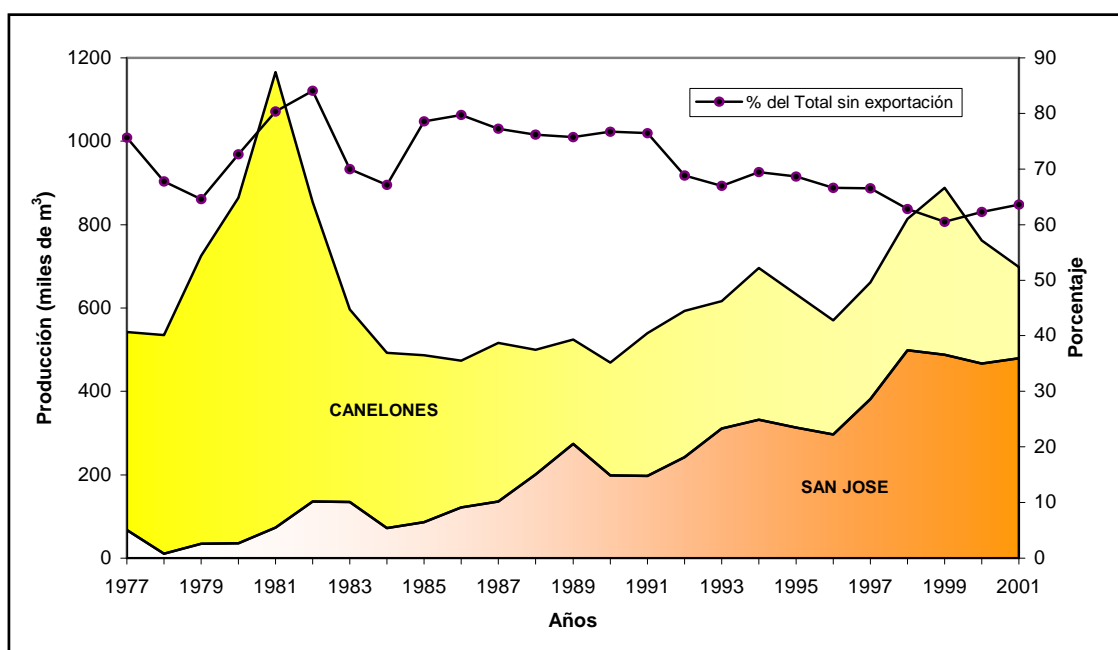


Figura 50 : Evolución de la producción de arena en San José y Canelones y participación de estos dos departamentos en la producción total.

En lo que respecta a la delimitación de áreas favorables, se separaron tentativamente 4 áreas con buena favorabilidad para la prospección de arena, las cuales se describirán a continuación :

Area de Favorabilidad Prospectiva I : Ubicada dentro de la faja costera del Departamento, en el extremo SE, donde se localizan 10 labores mineras. Dentro de esta faja, las facies arenosas de las unidades geológicas: Reciente y Actual y la Formación Villa Soriano son la fuente principal de arena.

Son depósitos de arena fina a media y media a gruesa, presentan poca potencia y escasa a nula cobertura, pueden llegar a tener extensiones importantes. La presencia de niveles y bioclastos de conchillas perjudican la calidad y dificultan la extracción de la arena.

En el siguiente cuadro se resume las características más salientes de esta zona en base a la información ya presentada en el capítulo 4.3.1. – Área 1

<u>Nº de Labores mineras registradas</u> : 10				
<u>Nº de Canteras activas</u> : 3				
<u>Volúmenes extraídos</u> : 95.000 m ³ / año				
<u>Reservas</u> : 41 mil m ³ x hectárea minada (yacimiento D)				
<u>Geometría</u> : Tabular a lenticular (medanos y cordones litorales) de espesor entre 4 a 6 m.				
<u>Espesor cobertura</u> : casi nula				
<u>Características texturales</u> :				
Muestra	Mediana (mm)	Moda (mm)	Desviación gráfica	% < 0,149 mm (polvo)
Medano (Acopio 5)	0,36	0,5 a 0,25	0,62*	4,4
Promedio de Yacimiento D	0,35	0,25 a 0,125	1,44**	16,5

*moderadamente seleccionada **pobremente seleccionada

Tipo de extracción : draga con bomba refuladora y pala frontal.				
Beneficio : zaranda				
Unidad Geológica-Prospectiva : depósitos Actuales y Sub actuales y Formación Villa Soriano				

Area de Favorabilidad Prospectiva II : Ubicada en la planicie baja del río Santa Lucía, dentro de ella se localizan varios cuerpos arenosos. En esta área, se identifican dos tipos de depósitos, que se distinguen por su posición morfotopográfica.

Por un lado, barras arenosas localizadas en un plano algo mas superior del contexto paisajístico, que se asocian a facies arenosos de la Formación Villa Soriano. Dos de estas “paleobarras” fueron estudiadas en detalle por Coronel et al – 1981 (Yacimiento A y B).

Otro tipo de depósitos son también barras fluviales, pero vinculadas a procesos actuales, ubicadas en las zonas bajas del río. Estos cuerpos arenosos se localizan en el plano bajo del río Santa Lucía, están sometidas a procesos actuales y condicionadas por la propia dinámica fluvial. Son barras de canal (laterales) y la zona mas importante ocurre entre la desembocadura del Río san José y la localidad de 25 de agosto.

En el siguiente cuadro se resume las características más salientes de los depósitos de esta zona, en base a la información ya presentada en el capítulo 4.3.1.

– Area 2 :

Nº de Labores mineras registradas : 5 (1 en Florida y 2 en Canelones)

Nº de Canteras activas : 5

Volúmenes extraídos : 8.000 m³ / año

Reservas : 31 mil m³ x hectárea minada (yacimiento A)

21 mil m³ x hectárea minada (yacimiento B)

Geometría : Lenticular (barras fluviales) de espesor entre 1 a 4 m.

Espesor cobertura : casi nula

Características texturales :

Muestra	Mediana (mm)	Moda (mm)	Desviación gráfica	% < 0,149 mm (polvo)
Barras actuales	1,2	2,0 a 1,0	1,54*	1,1
Promedio Yacimiento A	1,2	2,0 a 1,0	1,19*	3,4

*pobremente seleccionada

Tipo de extracción : Pala frontal y retroexcavadora.

Beneficio : zaranda

Unidad Geológica-Prospectiva : depósitos actuales/sub actuales y Formación Villa Soriano

Se debe destacar que dentro de la zona de favorabilidad II (ZF II) se incluyo también potenciales depósitos de arena no vinculados a las barras arenosas de la planicie fluvial (barras Actuales y Sub-Actuales y de la F. Villa Soriano). Nos referimos específicamente al tramo medio (alrededores de Paso Belastiqui) y tramo norte (alrededores del poblado Ituzaingó) de la ZF II , donde afloran las Formaciones Chuy y Las Barrancas.

Estas Unidades Geológicas, ubicadas en niveles topográficos más alto que las barra fluviales, son también potenciales fuente de agregado fino natural.

Por ultimo existen barras fluviales dispersas en los principales cursos de agua del departamento (como en el curso medio-superior del río San José) y que fueron incluidas en la cartografía dentro de la unidad Sedimentos Fluviales, que pueden ser también fuente de arena.

Area de Favorabilidad prospectiva III : Se corresponde con una faja groseramente paralela al limite entre la planicie inferior del río Santa Lucía y un plano alto comprendido entre cotas +10 y +5 m.

No es posible definir el ancho de esta zona, ya que no se dispone de información de sub-superficie que permita determinar: potencia y calidad de la arena y espesor de la cobertura. En principio y como una guía aproximada la mayoría de las canteras registradas están ubicadas por debajo de la cota + 10 y solo unas pocas se ubican entre las cotas +10 y +15.

La litología es arena fina a media, y lentes de arena gruesa y gravilla con importantes variaciones en la vertical . En general presenta una potencia importante (de 8 a 10 m.) y con buena continuidad lateral, lo que se traduce en depósitos de gran volumen. En contrapartida presenta una potente cobertura (de hasta 3 m.) y alto contenido de finos, especialmente en los primeros metros.

En el siguiente cuadro se resume las características más salientes de los depósitos de esta zona, en base a la información ya presentada en el capítulo 4.3.1.

– Área 3:

Nº de Labores mineras registradas : 18

Nº de Canteras activas : 9

Volúmenes extraídos : 175 mil m³ / año

Reservas : 84 mil m³ x hectárea minada (yacimiento C)

Geometría : Tabular de espesor promedio de 8/10 m.

Espesor cobertura : 0,5 a 3 m. (Formación Dolores + suelo)

Características texturales :

Muestra	Mediana (mm)	Moda (mm)	Desviación gráfica	% < 0,149 mm (polvo)
Promedio Yacimiento C	0,5	0,5 a 0,25	1,67*	17,2

*pobremente seleccionada

Tipo de extracción : Draga y bomba refuladora.

Beneficio : Lavado y zaranda

Unidad Geológica-Prospectiva : Formación Chuy

Zona de Favorabilidad prospectiva IV : Se trata de una zona muy similar al área Prospectiva I de Rincón de la Bolsa, ya que son depósitos arenosos vinculados a los mismos procesos costeros y desarrollados durante el mismo momento geológico.

En base a los estudios geológico-minero presentado por las empresas y a las observaciones realizadas durante la gira de campo se puede caracterizar a los cuerpos explotados en esta zona como integrado por dos paquetes arenosos :

Uno superior, formado por arena fina , bien seleccionada, de 2 a 3 m de potencia y que se correspondería con depósitos eólicos (medanos).

Por debajo aparece un material arenoso más grueso, mal seleccionado, de varios metros de potencia y que se correspondería con depósitos de barras litorales .

El siguiente cuadro resume las características más salientes de los depósitos de esta zona, en base a la información ya presentada en el capítulo 4.3.2. :

Nº de Labores mineras registradas : 5 (2 en Bocas de Cufre)

Nº de Canteras activas : 3

Volúmenes extraídos : 55.000 m³ / año

Reservas : decenas de miles m³ x hectárea minada

Geometría : Tabular a lenticular (medanos y cordones litorales) de espesor entre 7 a 8 m.

Espesor cobertura : 0,5 m.

Características texturales :

Muestra	Mediana (mm)	Moda (mm)	Desviación gráfica	% < 0,149 mm (polvo)
Medano	0,44	0,5 a 0,25	0,78*	2,6
Barra (?)	0,71	1,0 a 0,5	0,80*	2,0
Promedio yacimiento	0,56	0,5 a 0,250	1,56**	8,8

*moderadamente seleccionada **pobremente seleccionada

Tipo de extracción : draga con bomba refuladora y pala frontal.

Beneficio : zaranda

Unidad Geológica-Prospectiva : depósitos Actuales y Sub actuales, Formación Villa Soriano

Fuera de la zona Bocas de Cufre, hacia el SE paralelo a la costa, se delimitaron 2 tramos que tentativamente presentarían características comparables al Área de Favorabilidad IV-zona Bocas de Cufre. Dentro de estos 2 tramos no existen antecedentes exploratorios-extractivos, por lo que su separación se basó exclusivamente en criterios geomorfológicos y geológicos. Es decir que dentro de estos tramos existen buenas posibilidades de localizar acumulaciones arenosas similares a las explotadas en la zona Bocas de Cufre.

D. Granitos ornamentales

D1. Granitos negros filonenanos

Según los antecedentes cartográficos, la densidad de filones de microgabro (granito negro) es muy importante (en promedio un filón cada 1000 m. perpendicular al rumbo, Bossi-Campal 1991). Por otra parte muchos de estos cuerpos ígneos se presentan muy fracturados y/o alterados por lo que no son aptos para la obtención de rocas ornamentales.

No es posible con la información disponible saber en forma segura la cantidad de filones con potencial ornamental. Lo cierto es que después de cerca de 4 décadas de tareas de exploración/explotación sobre este tipo de material, solo se han realizado labores extractivas en unos 6 filones dentro del departamento. Además si bien el recorrido de cada cuerpo puede ser de varios kilómetros, la longitud efectivamente explotable no es mayor que algunas decenas de metros.

En síntesis si bien el potencial geológico es muy alto (presencia de una gran cantidad de filones) en la practica prospectiva solo una pequeña proporción de los cuerpos de microgabro es aprovechable económicamente.

Con respecto específicamente a las zonas dentro de los filones que han sido explotados se puede hacer las siguientes consideraciones :

- Solo pequeños sectores ("paneles") dentro de la superficie del filón destapado fueron efectivamente explotados.

- Escaso material comercializable y pocos bloques grandes parece ser el denominador común de la gran mayoría de las canteras.

- Enormes volúmenes de pequeños bloques muy irregulares y fragmentos de granito negro forman la escombrera de casi todas las labores mineras visitadas.

- Es muy común, aún dentro de los "paneles" que fueron trabajados, zonas con fracturas muy poco espaciadas y/o presencia de diaclasas oblicuas, que disminuyen en forma considerable el rendimiento ornamental.

De lo anterior surge que el rendimiento ornamental es extremadamente bajo (se mencionan valores de apenas 9 %). Es decir que para obtener unos pocos metros cúbicos de bloques comercializables es preciso remover enormes volúmenes de “banco” además de la cobertura.

Salvo algunas canteras que presentan ciertas condiciones favorables (Fichas 50 y 52) el resto de las labores mineras, si bien en general el material es de buena calidad (en cuanto color, homogeneidad y aptitudes físicas) el rendimiento ornamental parece ser demasiado bajo para pensar en el desarrollo de una explotación rentable, en las actuales condiciones.

D2. Granitos tipo “Stock”

A la escala de este trabajo y con la información minera-exploratoria disponible no es posible delimitar áreas favorables para la apertura de cantera de bloques de granito.

De todas maneras a nivel regional y teniendo en cuenta la información geológica generada en este proyecto y los escasos antecedentes mineros de la zona se pueden hacer las siguientes apreciaciones : A excepción del granito de Cufre, todos los cuerpos ígneos con cierta favorabilidad se sitúan al Norte de la zona de cizalla de Cufre-Cañada Tabárez. Dentro de esta amplia región los cuerpos no deformados (post-orogénicos) tendrían prioridad en un trabajo exploratorio. Este grupo está formado por 11 cuerpos plutónicos mono y polifásicos, de composición granítica, granodiorítica, tonalítica y gabrica. Teniendo solo en cuenta estos cuerpos post-orogénicos se realizó una categorización en base a la existencia de labores extractivas de bloques y a la densidad de afloramientos (grado de rocosidad).

En base a lo anterior se realizó tentativamente una clasificación en cuanto a la favorabilidad ornamental de los diferentes “granitos”, la que se presenta en el siguiente cuadro y se utiliza en forma de código en la carta de Recursos Minerales de San José :

Nombre	Clasificación	Color	Labor extractiva	Densidad de Afloramientos	Favorabilidad ornamental ^[1]	Código Carta
Granito de Mahoma	Granito a biotita	Rosado /rojo (R)	Si	Alta	1	1R
Granito Cerro Carreta Quemada	Leucogranito a biotita	Rosado (R)	No	Alta	2	2R
Granito de Arroyo de la Virgen	Granodiorita a biotita	Gris (G)	No	Alta-media	2	2G
Granodiorita de Paso Cames	Granodiorita a biotita	Gris (G)	No	Baja	3	3G
Granodiorita del Arroyo Guaycurú	Granodiorita a biotita	Gris (G)	No	Alta	2	3G
Granito de Tía Josefa	Tonalita-granodiorita horblendo-biotítica	Gris (G)	No	Alta	2	3G
Complejo Puntas del Arroyo Carreta Quemada	Granodiorita-tonalita-gabros	Gris-negro (G-N)	No	Baja	3	3G
Granito de Cufre	Granito-granodiorita a biotita	Gris (G)	Si	Alta	1	3G
Gabro Carreta Quemada	Gabro horblendico	Negro (N)	No	Baja	3	3N
Gabro de Mahoma	Gabro	Negro (N)	Si	Media-Baja	1	1N
Gabro de Tía Josefa	Gabro	Negro (N)	No	Baja	3	3N

^[1] 1: Buena / 2: moderada / 3: Baja

Cuadro 22 : Favorabilidad ornamental de cuerpos tipo Stock en San José.

E. Minerales metálicos (oro)

Aquí si bien se ha separado una región de favorabilidad para minerales metálicos en conjunto (Zona de Favorabilidad VI), se pone especial énfasis en el recurso oro ya que ha sido el mineral de mayor exploración en esta región, por lo que se dispone de abundante información.

Por otra parte, en el campo de la exploración de los recursos minerales, especialmente los metálicos, es importante definir modelos de depósitos y efectuar un análisis comparativo con nuestra área problema, con el propósito de establecer el alcance de su favorabilidad prospectiva.

Teniendo en cuenta lo señalado en el capítulo 4.6.3 que tiene relación con las características geológico-mineras del depósito de oro de la Mina Mahoma, todo indica, que estas vetas auríferas pueden encuadrarse dentro del modelo conocido genéricamente como : “Vetas de cuarzo aurífero, con bajo tenor de sulfuros”. La descripción de este modelo, tomado de Klim and Day –1994, Ash and Alldrick-1996 y Drew-2003, se muestra a continuación :

Nombre del Modelo: Vetas de Cuarzo Aurífero con pocos Sulfuros

Sinónimo : Mesothermal oro, tipo Homestake, oro orogénico, sistema de venas hospedadas estructuralmente en terrenos metamórficos, oro hospedado en zonas de cizallas, entre otros.

Descripción breve : Venas de cuarzo con o sin carbonato y más raramente stockworks y zonas de remplazamiento de sílice y/o carbonato, conteniendo oro nativo, pirita o arsenopirita aurífera, electrum y más raramente oro en minerales de teluros.

Características Distintivas : El oro nativo está comúnmente asociado con pequeñas cantidades de pirita o pirrotita diseminada en venas de cuarzo bien desarrolladas o stockworks, con persistente halos de alteración sericitico-carbonática, en zonas altamente deformadas, dentro de rocas hospederas precámbricas que han sufrido un metamorfismo regional de grado bajo a medio.

Situación Tectónica : Se encuentra en cinturones de rocas verdes Precámbricos o sus intrusiones asociadas (terrenos granito-greestone) a lo largo de zonas de cizalla altamente deformadas y de alto ángulo.

Edad : Usualmente la mineralización es un poco posterior al pico metamórfico y de emplazamiento de los plutones. La mayor parte de la venas auríferas precámbricas fueron formadas durante dos episodios orogénicos vinculados a procesos de acreción cortical : 2,8-2,55 G.a y 2,1-1,8 G.a.

Roca Hospedera : Se localiza en una gran variedad de rocas supracrustales, usualmente deformadas y con metamorfismo en facies esquistos verdes. Con más frecuencia aparece asociado a komatiitas, basaltos tholeiíticos o sus términos equivalentes vulcano clásticos y sub-volcánicos. También en rocas efusivas felsicas, sedimentos detríticos (grauvacas y pizarras) y rocas intrusivas intermedias a felsicas.

Situación Estructural : Discretas venas dentro de zonas deformadas y con metamorfismo facies esquistos verdes, dentro del dominio estructural frágil o frágil-dúctil. Las venas están emplazadas en forma transversal o paralela a zonas de cizalla, en zonas extensionales, brechas y más raramente en saddle reefs.

Control de la Mineralización : Las venas de cuarzo auríferas se encuentra dentro de zonas de intensa y pervasiva alteración carbonatica, a lo largo de fallas secundarias o laterales, marginales a discontinuidades mayores. Hay comúnmente una estrecha asociación con magmatismo intermedio a felsico, sin-tardi colisional y estructuralmente contralado.

El oro está asociado con minerales sulfurados diseminados. Dichos sulfuros auríferos, son contralados por fracturas menores y ocurren en pequeños trozos irregulares de cuarzo, en la encajante inmediatamente adyacente a las venas o como diseminación o remplazamiento en zonas muy deformadas y rocas deformadas.

Alteración : La adición de CO₂, K, S y H₂O es característico en la mayoría de los depósitos de este tipo. Fenómenos metasomáticos de silificación, piritización y potasificación ocurren adyacente a las venas dentro de una amplia zona de

alteración carbonática. La mayoría de los productos de alteración se forman durante las reacciones de hidrólisis y carbonatación y la mineralogía resultante está fuertemente controlada por la composición de la roca hospedera. En rocas volcánicas máficas y ultramáficas predominan silicificación, minerales carbonáticos (dolomita, ankerita, etc.) sericita y clorita. En rocas ígneas felsicas y sedimentarias clásticas la calcita es el carbonato dominante y sericita el filosilicato más común. La albita de alteración aparece en todo tipo de roca hospedera.

Con relación a las áreas de favorabilidad para Au fue delimitada, en el Mapa de Recursos Minerales, **la Zona de favorabilidad prospectiva VI** como la de mayor importancia. Para ello se tuvieron en cuenta los siguientes parámetros:

- La presencia de anomalías geoquímicas en suelo y en aluvión, de Au y elementos satélites.
- La presencia de ocurrencias y mineralizaciones diversas, particularmente de Au asociadas a vetas de cuarzo.
- El modelo prospectivo anteriormente descrito relacionado con el Depósito de Mahoma (Vetas de Au con bajo sulfuro)
- La caracterización geológico – estructural del área (edad, asociaciones petrográficas, desarrollo de estructuras deformacionales, etc.)
- Los antecedentes mineros y exploratorios.

Por otra parte, se ha deslindado dentro del área de favorabilidad VI, dos zonas dentro de las cuales las posibilidades de localizar un yacimiento aurífero es mayor :

- Una de las zonas, se ubica entre el arroyo Cufre y unos 2-3 Km. al E del arroyo Chamizo. Presenta una dirección general E-W a NE, una longitud de aproximadamente 20 Km., un ancho de entre 4 a 6 km. y tiene como eje central la zona de cizalla Cufre-Cañada Tabárez (CZCCT). Dentro de esta zona prospectiva los objetivos prioritarios

serían las áreas anómalas (A, B, C, D, E, F y G), la estructura deformacional de primer orden (CZCCT) y estructuras laterales secundarias, los cuerpos granítico-granodioríticos deformados ubicados adyacente a las zonas de cizallas y los contactos entre los metamorfitos (Formaciones Paso Severino y Montevideo) y la ZCCCT.

- La otra subzona, se localiza aproximadamente en el curso medio del arroyo Carreta Quemada, presenta una dirección general N-S a NW, con dimensiones de 6 x 7 km. y tiene como eje central la cizalla de cañada Tabárez (ZCCT). En esta área, los objetivos exploratorios prioritarios son la zona anómala J y H, y el contacto entre los metamorfitos de Paso Severino y el complejo granítico Jesús María, materializado por la ZCCT.

9. BIBIOGRAFIA

Anuario VADEMECUM 2000 : Memorial de la Construcción, 336 páginas. Editores Publicaciones Srl.

Ash C. and Alldrick D. (1996) : Au-quartz Veins, in Selected British Columbia Mineral Deposit Profiles. Tomado de : www.em.gov.bc.ca/Mining/Geolsurv/MetallicMinerals/MineralDepositProfiles/ProfilesI01.ht

Base de Datos del Proyecto YRYB73011, N95, 019 : Apoyo a la planificación territorial y salvaguardia del medio ambiente. (En el sector piedras semipreciosas y rocas ornamentales) Programa de Cooperación entre la Comisión de Comunidades Europeas y la República Oriental 1997-1998. (Inédito)

Berger B. (1986) : Descriptive Model of Low-Sulfide Au-Quartz Veins (Model 36a). In Mineral Deposit Models. U.S. Geological Survey Bulletin 1963. Cox D. and Singer D. Editors.

Berger B. (1986) : Descriptive Model of Homestake Au (Model 36b). In Mineral Deposit Models. U.S. Geological Survey, Bulletin 1963. Cox D. and Singer D. Editors.

Bond International Gold Inc. (1989) : Plan de Desarrollo. Proyecto Uruguay. Reporte reservado

Bossi J. y Campal N. (1991) : Granitos Negros Filonianos del Uruguay; Convenio CIID (Canadá) – Facultad de Agronomía (Uruguay); Edición facultad de Agronomía , Montevideo, Uruguay, 72 páginas.

Bossi J. y Navarro R. (1982) : Los “Granitos Negros” (Microgabros) del Eocambriano del Uruguay. V Congreso Latinoamericano de Geología, Argentina, Actas, II 23-35 pp.

Bossi J. (1978) : Recursos Minerales del Uruguay, 384 páginas. Ediciones Daniel Aljanati. Montevideo, Uruguay.

Bossi J., Preciozzi F. y Campal N. (1993) : Predevoniano en el Uruguay, Tomo I : Terreno Piedra Alta, 48 páginas. República Oriental del Uruguay, Ministerio de Industria Energía y Minería, Dirección Nacional de Minería y Geología

Caruso L. (1987) : Rocas de Aplicación, Informe de Consultoría. Proyecto URU/86-002, Montevideo, Uruguay, 18 páginas.

Coronel N. (1987) : Memoria Explicativa de la Carta de Materias Primas Minerales no Metálicas. Dirección Nacional de Minería y Geología, Montevideo, 119 páginas.

Coronel N. , Spoturno J. y Theune C. (1980) : Areas Prospectivas de Arenas en el Valle del Río Santa Lucía. Segunda Fase, Informe Interno. Instituto Geológico del Uruguay, Montevideo. 27 páginas.

Coronel, N; Mari, C; Spoturno, J; Theune, C. (1981) : Reservas de arenas para la construcción en el Valle del Río Santa Lucía. Tercera Fase, Informe Interno. Instituto Geológico del Uruguay, Montevideo. 34 páginas.

Coronel, N. y Techera, J. (1991) : Proyecto Mahoma- Guaycuru, Estudio de las posibilidades Mineras en los alrededores de Mahoma- Guaycuru, 276 páginas. Informe interno. DINAMIGE, Montevideo-Uruguay

Coronel C. , Veroslavsky G. y Goso C. (1988) : Carta Geológica a escala 1:100. 000 y Memoria explicativa de las Hojas Los Cerrillo y La Barra (parcial), 4 páginas. DINAMIGE-Facultad de Agronomía-Facultad de Humanidades y Ciencias, Montevideo-Uruguay .

DINAMIGE (1990) : Minería, Geología y Aguas Subterráneas del Uruguay 1985-1989. Ministerio de Industria y Energía, DINAMIGE. 56 páginas

DINAMIGE : Estadísticas Minera años 1977 al 2002. Industria Extractiva del Uruguay. Boletín interno anual de la Dirección Nacional de Minería y Geología, Montevideo, Uruguay

Drew J. (2003) : Low- Sulfide Quartz Gold Deposit Model. Open-file Report 03-077, 24 páginas. U.S. Geological Survey.

Elizalde G. y Eugi W. (1973) : Clasificación De Las Rocas Limosas Del Uruguay. Universidad de la Republica, Facultad de Agronomía , Cátedra de Geología, Boletín N° 127, 80 páginas. Inédito, Montevideo-Uruguay.

LUZENAC Group : Talc Geology . Tomado de : www.luzenac.com/geology.html

Fesefeldt K. (1988) : Asesoramiento Yacimentológico a la Dirección Nacional de Minería y Geología. Cooperación Técnica de la BGR (Alemania), N° de Proyecto 84.2024.2. Informe interno 128 páginas. Montevideo-Hannover.

Fichas del Inventario Minero Nacional (1982) : IGU-BRGM, Primera Fase. Informe final, 79 páginas, Montevideo-Orléans.

Garat I.(1989) : Carta Geológica a escala 1: 100.000 del Fotoplano Guaycurú. DINAMIGE-Facultad de Agronomía-Facultad de Humanidades y Ciencias.

Goldfarb R. , Groves D. y Gardoll S. (2001) : Orogenic gold and geologic time : a global synthesis. Abstract, Volume 18, Issues 1-2, Ore Geology Reviews. April 2001.

Grundstofftechnik GMBH (1987) : Reporte sobre las investigaciones en el proyecto “Técnico de Cantera para DINAMIGE”. Uruguay, Proyecto N° 84.2138.0-03.106 GTZ. 44 páginas.

I.N.E. Banco de Datos : Vivienda y Población en el País, según departamento. Censos de 1996, 1985, 1975, 1963 y 1908. Tomado de : www.ine.gub.uy

Inventario Nacional de extracción de Materiales en álveos de dominio público. Dirección Nacional de Hidrografía, Departamento de Hidráulica y Fluvial, MTOP, Diciembre, 1999, Montevideo, Uruguay. 67 páginas.

Klein T. and Day W. (1994) : Descriptive and grade-tonnage models of Archean Low-sulfide Au-Quartz veins and a revised grade tonnage model of Homestake Au. Open-file Report 94-250, 10 páginas. United States Department of the Interior, Geological Survey.

Ladeira E. (1991). The economics Geology geochemistry and genesis of gold deposits. Brasil Gold'91, 819 páginas. Edited by Ladeira L. A., Belo horizonte, Brasil.

Minerales Industriales de la Republica Argentina. Talco : Usos, especificaciones, oferta y demanda. Tomado de : www.segemar.gov.ar/P_Oferta_Regiones/Oferta/index.htm

Medina I. (2000) : Controle estrutural das ocorrências de ouro relacionadas a veios de quartzo na região de Mahoma (San José, Uruguay), 145 páginas. , Tesis de Postgrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil.

Medina E. y Carrión R. (1986) : Inventario de Granito Negro de la R.O.U. , DINAMIGE, informe interno, 42 páginas. Montevideo, Uruguay.

Motta M. (2001) : As Matérias-Primas Cerâmicas. Parte I : O Perfil das Principais Industrias Cerâmicas e Seus Produtos. Cerâmica Industrial, V. 6, n. 2, Marco/Abril, 2001, pp 28-39.

Oyhantçabal P., Medina E. y Spoturno J. (1990) : Geología y Petrología del Stock de Gabro del Arroyo Mahoma. Resúmenes Amplados, 1^{er}. Congreso Uruguayo de Geología, Tomo 1, pp 115-21. Montevideo, Uruguay

Oyancabal P. , Spoturno J. y Heiman A. (200) : Rocas y Minerales Industriales de Uruguay. En Rocas y Minerales Industriales de Iberoamérica : Instituto Tecnológico GeoMinero de España. Madrid, 2000, pp 411-430.

Page N. (1998) : Preliminary Descriptive Model of Ultramafic-Hosted Talc. Open-File Report 95-505, Additional Descriptive Models of Industrial Mineral Deposit. U.S. Geological Survey.

Page N. (1998) : Preliminary Descriptive Model of Metasomatic and Metamorphic Replacement Talc. Open-File Report 95-505, Additional Descriptive Models of Industrial Mineral Deposit. U.S. Geological Survey.

Piret N. y Shoukry B. (1990) : Asesoramiento técnico a la Dirección Nacional de Minería y Geología en relación al impacto ambiental que puede originar la instalación de plantas de procesamiento de minerales de oro. Cooperación Técnica del BGR (Alemania) , N° de Proyecto 84.2024.2, Informe interno 102 páginas. Montevideo-Hannover.

Pracidelli, S. y Melchiades, F. (1997) : Importância da Composição Granulométrica de Massa para Cerâmica Vermelha. Cerâmica Industrial , V. 2, n. 1-2, Janeiro/Abril, 1997, pp 31-35.

Preciozzi F. , Spoturno J. , Heinzen W. y Rossi P. (1985): Carta Geológica del Uruguay a escala 1:500.000 y memoria Explicativa DINAMIGE, Montevideo. 90 páginas

Report On The Mineral Exploration In The San Jose And Arroyo Grande Area, The Oriental Republic of Uruguay (2001) : Phase I, informe interno, 176 páginas. Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan.

Report On The Mineral Exploration In The San Jose And Arroyo Grande Area, The Oriental Republic of Uruguay (2002) : Phase II, informe interno ,121 páginas. Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan.

Report On The Mineral Exploration In The San Jose And Arroyo Grande Area, The Oriental Republic of Uruguay (2003) : Phase III, informe interno ,118 páginas. Japan International Cooperation Agency and Metal Mining Agency of Japan .

Ronconi E., Schalamuk I., Medina E. y Carrión R. (1988) : Exploración del Complejo Magmático Mahoma-Guaycurú. Rocas de Aplicación : Granito Negro y Coloreado. Informe final del Proyecto CTPD/CIM. Montevideo-Uruguay, 18 páginas.

Situación de la Vialidad Uruguaya (1998) : Asociación Uruguaya de Caminos. Tomado de : www.auc-web/libro_2002_1.html

Simandi J. and Ogden D. (1999) : Ultramafic-Hosted Talc-Magnesite, in Selected British Columbia Mineral Deposit Profiles. Tomado de : www.em.gov.bc.ca/Mining/Geolsurv/MetallicMinerals/MineralDepositProfiles/ProfilesM07.ht

Simandi J. and Paradis L. (1999) : Carbonate-Hosted Talc, in Selected British Columbia Mineral Deposit Profiles. Tomado de : www.em.gov.bc.ca/Mining/Geolsurv/MetallicMinerals/MineralDepositProfiles/ProfilesE08.ht

Techera J. y Arrighetti R. (1993) : Carta geológica de los alrededores de mina Mahoma. Informe interno, 8 páginas. DINAMIGE , Uruguay.

Technical Notes 9 : Manufacturing, Clasification, and Selection of Brick, Manufacturing, Part 1, March 1986. Tecnhical Notes on Brick Construction. BIA (Brick Industry Association). Tomado de : www.bia.org/index.html

Theune C. y Vaz N. (1979) : Estudio Geoeconómico del Pedregullo, Balasto y Arena que abastecen a Montevideo. Programa de Colaboración geológica Uruguayo-Alemana. IGU, informe interno, Montevideo, Uruguay , 13 páginas.

Veroslavsky G., Martínez S. y De Santa Ana, H. (1997): Calcretas de Aguas Subterráneas y pedogénicas: génesis de los depósitos carbonáticos de la Cuenca de Santa Lucía, sur del Uruguay (Cretácico Superior?- Paleógeno). Asociación Argentina de Sedimentología, Vol.4 N° 1: pp 25-35.

Zeegers H., Artignan D. y Vairon P. (1982) : Resultados de la Prospección Geoquímica del Fotoplano Mal Abrigo, informe interno, 17 páginas + 22 planos. Inventario Minero del Uruguay, Ministerio de Industria y Energía – Instituto Geológico del Uruguay.

ANEXO

Cuadro 1 : Lista de Labores Mineras Registradas

FICHA	MATERIAL	ESTADO	HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	COORDENADAS		CLASE GENETICA	UNIDAD GEOLOGICA	LITOLOGIAS	USOS
					X	Y				
53	Granito negro	Inactiva	Guaycurú	Ismael Cortinas	385.558	6.237.287	Magmática	Haz de diques básicos Terreno Piedra Alta	Microgabro filoneano	Ornamental
54	Granito negro	Inactiva	Guaycurú	Ismael Cortinas	385.003	6.236.458	Magmática	Idem	Microgabro filoneano	Ornamental
55	Granito negro	Inactiva	Guaycurú	Ismael Cortinas	384.551	6.236.666	Magmática	Ídem	Microgabro filoneano	Ornamental
56	Granito negro	Inactiva	Guaycurú	Ismael Cortinas	384.234	6.235.965	Magmática	Idem	Microgabro filoneano	Ornamental
36	Granito gris	Inactiva	Nueva Helvecia	Ecilda Paulier	378.956	6.207.080	Magmática	Granito de Cufre	Granito a biotita	Ornamental
48	Caliza	Abandonada	Nueva Helvecia	Costas A° San Antonio	399.388	6.208.757	Sedimentario	Calcretas Eoterciarias (?)	Caliche (?)	Cal
49	Granito negro	Inactiva	Nueva Helvecia	Ecilda Paulier	379.481	6.206.744	Magmática	Haz de diques básicos Terreno Piedra Alta	Microgabro filoneano	Ornamental
50	Granito negro	Inactiva	Nueva Helvecia	Ecilda Paulier	379.278	6.206.603	Magmática	Idem	Microgabro filoneano	Ornamental
51	Granito negro	Inactiva	Nueva Helvecia	Ecilda Paulier	384.428	6.208.319	Magmática	Idem	Microgabro filoneano	Ornamental
52	Granito negro	Inactiva	Nueva Helvecia	Ecilda Paulier	383.201	6.207.685	Magmática	Idem	Microgabro filoneano	Ornamental
107	Tosca	Inactiva	Nueva Helvecia	Cufre	380.564	6.214.107	Ignea	Granitoide	Granito alterado	Vial
S/F 4	Granito gris	Inactiva	Nueva Helvecia	Cufre	380.240	6.215.000	Magmática	Granito de Cufre	Granito a biotita	Ornamental
38	Granito negro	Inactiva	Paso del Rey	Chamizo	416.600	6.220.800	Magmática	Haz de diques básicos Terreno Piedra Alta	Microgabro filoneano	Ornamental
43	Granito negro	Inactiva	Paso del Rey	Chamizo	419.200	6.220.300	Magmática	Idem	Microgabro filoneano	Ornamental
58	Au	Inactiva	Paso del Rey	Costas del Sauce	402.108	6.219.824	Hidrotermal- metamórfico	Granodiorita deformada (ZCCCT)	Filones de cuarzo con Au	Metálico
62	Cobre	Ocurrencia	Paso del Rey	Costas A° Carreta Quemada	432.150	6.225.000	Hidrotermal (?)	F. Paso Severino	Filón con malaquita y calcopirita	Ocurrencia
64	Cobre	Ocurrencia	Paso del rey	Idem			Idem	Idem	Malaquita	Ocurrencia
V7	Tosca	Inactiva	Paso del Rey	Tabarez	429.700	6.228.300	Magmática	Cjo. Carreta Quemada	(?)	Vial
2	Arena	Inactiva	La Barra	Rincón de la Bolsa	442.054	6.154.941	Sedimentaria	Villa Soriano (?) / Actual-Subactual	Arena	Idem

Cuadro 1 : Continuación

FICHA	MATERIAL	ESTADO	HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	COORDENADAS		CLASE GENETICA	UNIDAD GEOLÓGICA	LITOLO- GIAS	USOS
					X	Y				
4	Arena	Activa	La Barra	Rincón de la Bolsa	447.343	6.153.165	Sedimentaria	F. Villa Soriano (?) / Actual-Subactual	Arena	Construcción
5	Arena	Inactiva	La Barra	Rincón de la Bolsa	438.361	6.155488	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
7	Arena	Inactiva	La Barra	Rincón de la Bolsa	442.422	6.154.492	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
12	Arena	Activa	La Barra	Rincón de la Bolsa	438.944	6.156.069	Sedimentaria	Iedm	Arena	Construcción
17	Arena	Inactiva	La Barra	Rincón de la Bolsa	445.086	6.155.618	Sedimentaria	F. Chuy	Arena	Construcción
29	Arena	Activa	La Barra	Rincón de la Bolsa	441.446	6.155.377	Sedimentaria	F. Villa Soriano (?) / Actual-Subactual	Arena	Construcción
31	Arena	Inactiva	La Barra	Rincón de la Bolsa	442.087	6.154.550	Sedimentaria	Idem	Arena	Idem
33	Arena	Inactiva	La Barra	Rincón de la Bolsa	444.983	6.154.970	Sedimentaria	F. Chuy	Arena	Construcción
S/F 1	Arena	Activa	La Barra	Rincón de la Bolsa	438.950	6.155.250	Sedimentaria	F. Villa Soriano (?) / Actual-Subactual	Arena	Construcción
S/F 2	Arena	Inactiva	La Barra	Rincón de la Bolsa	445.500	6.155.300	Sedimentaria	F. Chuy	Arena	Construcción
1	Arena	Activa	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	444.470	6.156.575	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
3	Arena	Activa	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	442.207	6.159.628	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
6	Arena	Inactiva	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	443.057	6.159.487	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
9	Arena	Inactiva	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	443.297	6.160.078	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
10	Arena	Activa	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	443.682	6.159.910	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
11	Arena	Activa	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	435.054	6.166.829	Sedimentaria	F. Villa Soriano	Arena	Construcción
14	Arena	Activa	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	443.238	6.158.846	Sedimentaria	F. Chuy	Arena	Construcción
20	Arena	Activa	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	434.640	6.169.884	Sedimentaria	F. Villa Soriano	Arena	Construcción
22	Arena	Inactiva	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	442.636	6.159.636	Sedimentaria	F. Chuy	Arena	Construcción

Cuadro 1 : Continuación

FICHA	MATERIAL	ESTADO	HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	COORDENADAS		CLASE GENETICA	UNIDAD GEOLOGICA	LITOLO- GIAS	USOS
					X	Y				
24	Arena	Activa	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	444.499	6.158.949	Sedimentaria	F. Chuy	Arena	Construcción
26	Arena	Activa	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	441.185	6.159.194	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
30	Arena	Activa	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	444.026	6.159.977	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
34	Arena	Activa	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	440.691	6.159.100	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
35	Arena	Activa	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	442.688	6.159.599	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
S/F 3	Arena	Inactiva	Los Cerrillos	Rincón de la Bolsa	443.220	6.159.950	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
8	Arena	Activa	Arazatí	Boca del Cufré	379.600	6.186.950	Sedimentaria	Actual-Subactual / F. Villa Soriano	Arena	Construcción
16	Arena	Activa	Arazatí	Boca del Cufré	379.800	6.187.800	Sedimentaria	Idem	Arena	Construcción
116	Tosca	Activa	Arazati	Picada Gambeta	379.591	6.193.044	Magmática	Granitoides	Milonita-granítica	Vial
V16	Tosca	Inactiva	Arazatí	Idem	383.300	6.195.600	Magmática	Idem (?)	Idem (?)	Vial
28	Arena	Inactiva	San Gregorio	Costa del Mauricio	418.650	6.162.530	Sedimentaria	Actual-Subactual / F. Villa Soriano	Arena	Construcción
S/F 5	Arena	Inactiva	San Gregorio	Costas del Mauricio	417.058	6.162.344	Sedimentaria	F. Raigón	Arena	Construcción
V19	Tosca	Inactiva	Paso de la Diligencia	San Gregorio	413.450	6.244.040	Magmática	Cjo. A° San Gregorio	Granito Alterado	Vial
S/F 8	Tosca	Inactiva	Idem	Idem	416.200	6.240.900	Mágmatica	Idem	Idem	Vial
23	Tosca	Activa	San José de Mayo	Juan Soler	405.000	6.206.780	Magmática	Cjo. Jesús María	Granito alterado	Vial
25	Tosca	Activa	San José de Mayo	Juan Soler	406.500	6.206.020	Magmática	Idem	Idem	Vial
101	Tosca	Activa	San José de Mayo	San José	412.650	6.207.250	Magmática	Idem	Idem	Vial
118	Tosca	Activa	San José de Mayo	San José	412.200	6.207.600	Magmática	Idem	Granito a biotita	Vial
V1	Tosca	Inactiva	San José de Mayo	San José	414.200	6.203.430	Magmática	Idem	Idem	Vial

Cuadro 1 : Continuación

FICHA	MATERIAL	ESTADO	HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	COORDENADAS		CLASE GENETICA	UNIDAD GEOLOGICA	LITOLO- GIAS	USOS
					X	Y				
V2	Tosca	Activa	San José de Mayo	San José	411.500	6.204.500	Magmática	Cjo. Jesús María	Granito a biotita	Vial
V3	Tosca	Inactiva	San José de Mayo	San José	408.000	6.205.500	Magmática	Idem	Idem	Vial
V4	Piedra partida	Inactiva	San José de Mayo	San José	409.500	6.208.500	Magmática	Idem	Granito	Vial
V17	Tosca	Activa	San José de Mayo	Juan Soler	410.300	6.204.030	Magmática	Idem	Idem	Vial
V18	Tosca	Inactiva	San José de Mayo	Juan Soler	405.580	6.206.650	Magmática	Idem	Idem	Vial
V20	Tosca	Inactiva	San José de Mayo	San José	412.000	6.205.000	Magmática	Idem	Idem	Vial
S/F 6	Tosca	Inactiva	San José de Mayo	San José	414.450	6.206.800	Magmática	Idem	Idem	Vial
S/F 7	Tosca	Activa	San José de Mayo	San José	413.150	6.207.500	Magmática	Idem	Idem	Vial
40	Granito negro	Inactiva	Mal Abrigo	Mal Abrigo	392.153	6.228.949	Magmática	Gabro de Mahoma	Stock Gabro	Ornamental
18	Granito negro	Inactiva	Mal Abrigo	Mahoma	395.800	6.231.300	Magmática	Idem	Idem	Ornamental
44	Granito rojo	Inactiva	Mal Abrigo	Mahoma	399.135	6.230.435	Magmática	Granito de Mahoma	Granito a biotita-anfibol	Ornamental
47	Talco	Abandonada	Mal Abrigo	Mal Abrigo	392.623	6.223.476	Metamórfico (?)	F. Paso Severino	Talco-esquistos	Industrial
13	Piedra partida	Activa	Mal Abrigo	Mal Abrigo	389.373	6.225.510	Ignea	Granito de Mal Abrigo	Granito a biotita-horb.	Vial
111	Tosca	Activa	Mal Abrigo	Mahoma	399.194	6.231.107	Ignea	Granito de Mahoma	Granito alterado	Vial
60	Cu	Ocurrencia	Mal Abrigo	Mal Abrigo	389.850	6.225.000	Hidrotermal (?)	F. Paso Severino	Vetas con Malaquita	Ocurrencia
61	Cu	Ocurrencia	Mal Abrigo	Mahoma	398.350	6.229.600	Hidrotermal (?)	Granito de Mahoma	Azurita	Ocurrencia
63	Mo	Ocurrencia	Mal Abrigo	Mal Abrigo	389.550	6.225.650	Hidrotermal (?)	Granito Mal Abrigo	Molibdenita	Ocurrencia
H4	Arena	Activa	Santa Lucía	Santa Lucía	443.516	6.187.736	Sedimentaria	Actual	Arenas fluviales	Construcción
H14	Arena	Activa	Santa Lucía	Santa Lucía	445.296	6.190.402	Sedimentaria	Actual	Idem	Construcción
117	Arena	Activa	Santa Lucía	25 de Agostp	446.080	6.193.229	Sedimentaria	Actual	Idem	Construcción

Cuadro 8 : Análisis granulométrico de muestras de arena

	< .063	.063 a .125	.125 a .250	.250 a .500	.500 a 1.00	1.00 a 2.00	2.00 a 4.00	4.00 a 8.00	> 8.00
Promedio Yacimiento A ¹	2,37	0,85	1,03	10,01	27,77	34,65	18,53	3,68	0,70
Yacimiento B ¹	3,20	0,80	5,80	31,80	25,80	21,40	9,30	1,60	0,30
20 (acopio)	0,00	1,10	3,90	3,40	30,40	42,10	14,00	5,10	0,00
Barra 2	0,00	1,60	7,50	27,10	25,90	24,60	10,70	2,60	0,00
Barra 1	0,00	0,00	0,60	7,50	21,70	26,70	23,50	14,30	5,30
Promedio Yacimiento C ¹	9,50	5,62	10,60	26,16	24,90	17,56	5,67	0,00	0,00
1 (pileta)	3,90	6,70	20,60	30,90	23,20	11,40	3,30	0,00	0,00
1 (sucia)	2,40	0,40	13,00	41,50	28,60	12,20	1,90	0,00	0,00
22 (pileta)	0,90	1,60	9,70	26,60	39,40	18,90	2,90	0,00	0,00
26 (pileta)	0,00	1,70	9,90	50,60	33,00	4,80	0,00	0,00	0,00
34 (sucia)	8,20	3,50	6,80	50,00	17,20	10,90	3,40	0,00	0,00
34 (pileta)	5,30	3,20	12,70	39,50	18,40	15,10	5,80	0,00	0,00
Destape	19,30	0,90	6,00	44,80	28,10	0,90	0,00	0,00	0,00
Arena basal ¹	18,50	48,50	11,50	12,80	7,60	1,10	0,00	0,00	0,00
zona de Transición ¹	28,40	9,40	6,80	32,00	23,10	0,30	0,00	0,00	0,00
5 (Pileta - Médano ?)	0,00	1,10	17,30	70,20	11,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio Yacimiento. D ¹	2,90	7,50	31,50	21,20	18,80	15,70	2,50	0,00	0,00
16 (duna)	0,10	0,40	7,40	58,00	31,70	2,40	0,00	0,00	0,00
16 (pileta - barra litoral ?)	0,00	1,50	9,80	28,70	36,30	18,90	4,80	0,00	0,00
8 (médano)	0,00	0,90	13,90	41,90	40,70	2,60	0,00	0,00	0,00
8 (barra litoral)	0,00	0,60	7,50	14,10	66,80	11,00	0,00	0,00	0,00
Promedio 8 ²	0,00	6,38	11,27	29,38	24,56	14,35	8,38	5,53	0,00

Datos tomados de : ¹ Coronel et al 1981 ² Informe minero

CUADRO 14 : Producción mineral del departamento de San José

Período 1977 al 1989 (valores en toneladas)													
Mineral	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Arcilla	18.261	17.265	22.765	26.685	17.060	6.350				5.184	4.408	10.399	
Arena	114.944	18.195	58.658	59.716	124.182	230.083	229.444	122.417	146.168	207.776	231.875	340.928	466.724
Balasto													
Caliza				448	124								
Conchilla	112	128	162	124	142	72	84	14			214		
Cuarzo mineralizado													
Granito negro	440	936	880	548	1.189			442	641	730	756	261	3.202
Granito rojo												120	90
Piedra bruta													
Piedra partida													
Tosca													
Total anual	133.757	36.524	82.465	87.521	142.697	236.505	229.528	122.873	146.809	213.690	237.253	351.708	470.016

Periodo 1990 al 2001 (valores en toneladas)												
Mineral	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Arcilla												
Arena	337.055	424.766	500.126	597.369	638.536	574.681	509.951	705.093	940.820	926.683	867.009	884.210
Balasto										21.406		3.200
Caliza												
Conchilla												
Cuarzo mineralizado				15.107		25.000						
Granito negro	1.086	1.591	1.350	727	748	534	819	158	44			
Granito rojo	60	52	51	9								
Piedra bruta									740			
Piedra partida	121			2.326	27.561	17.322	5.542	4.805	20.814	45.057		
Tosca						77.810	182.263	19.778	130.381	23.668	41.246	79.174
Total anual	338.322	426.409	501.527	615.537	666.845	695.347	698.574	729.834	1.092.799	1.016.813	908.254	966.584



Figura 3 : Foto superior perfil de la cantera para la elaboración de cerámica roja (Cerámica San José). El material de la parte superior más oscuro se corresponde con el horizonte B+C y el material de la zona inferior, marrón claro pertenece a la Formación Dolores. En la imagen inferior típico horno de ladrillera de campo, ya “quemado” en etapa de desarmado. Obsérvese la coloración oscura en la base, producto de las altas temperaturas de quemado de esa zona y que produce piezas defectuosas.



Figura 4 : Vista general de una cantera de balasto-tosca. El material se vende en bruto ó lavado-tamizado en la pequeña planta formada por una zaranda cilíndrica que se observa a la izquierda de la imagen. N-NW de la Ciudad de San José



Figura 6 : Cantera de piedra partida sobre el granito de Mal abrigo. La labor minera está formada por dos pisos, con frentes de 4-5 m de altura cada uno.



Figura 7 : Vista general de una planta típica de trituración de piedra. En primer plano a la izquierda de la foto, se ubica la entrada al circuito de la piedra en bruto a través en este caso de una mandíbula. Posteriormente la piedra partida va siendo conducida por medio de cintas transportadoras hacia zarandas vibratorias y un molinos secundarios (en este caso un trompo). El resultado es una serie de pilas de material con diferente calibración.



Figura 14 : En la foto superior se muestra una típica “pileta” de arena en proceso de llenado, con material que llega desde la draga(ver Figura 16-superior) a través del ducto azul . En la foto inferior se muestra una pequeña cantera abierta en las barras arenosas de la planicie del río Santa Lucía. En este caso el material se extrae directamente con retroexcavadora.



Figura 16 : En la foto superior se muestra una vista panorámica del frente de una cantera de arena en el Area 3. Notesé la dimensión importante de la labor minera y la verticalidad del frente. La draga que esta posicionada en la zona de extracción actual envía material hacia la zona de acopio (ver Figura 14-superior). En la imagen inferior se muestra la cobertura superior (F. Dolores) que ya ha sido apartada y por debajo del Geólogo el nivel arenoso a explotar, con gran cantidad de limo en los primeros metros.



Figura 19 : Metodología de extracción de arena en la zona de Rincón de la Bolsa. La retroexcavadora desagrega el material que naturalmente es relativamente tenaz debido a la presencia de una matriz limosa. Posteriormente la draga succiona el material desmoronado y manda arena+agua por los ductos hacia la “pileta”, previo pasaje por la zaranda cilíndrica mostrada en la parte superior derecha de la imagen. Obsérvese el color marrón del agua, producto de la gran cantidad de finos en suspensión, que dificulta la operación de lavado de la arena.

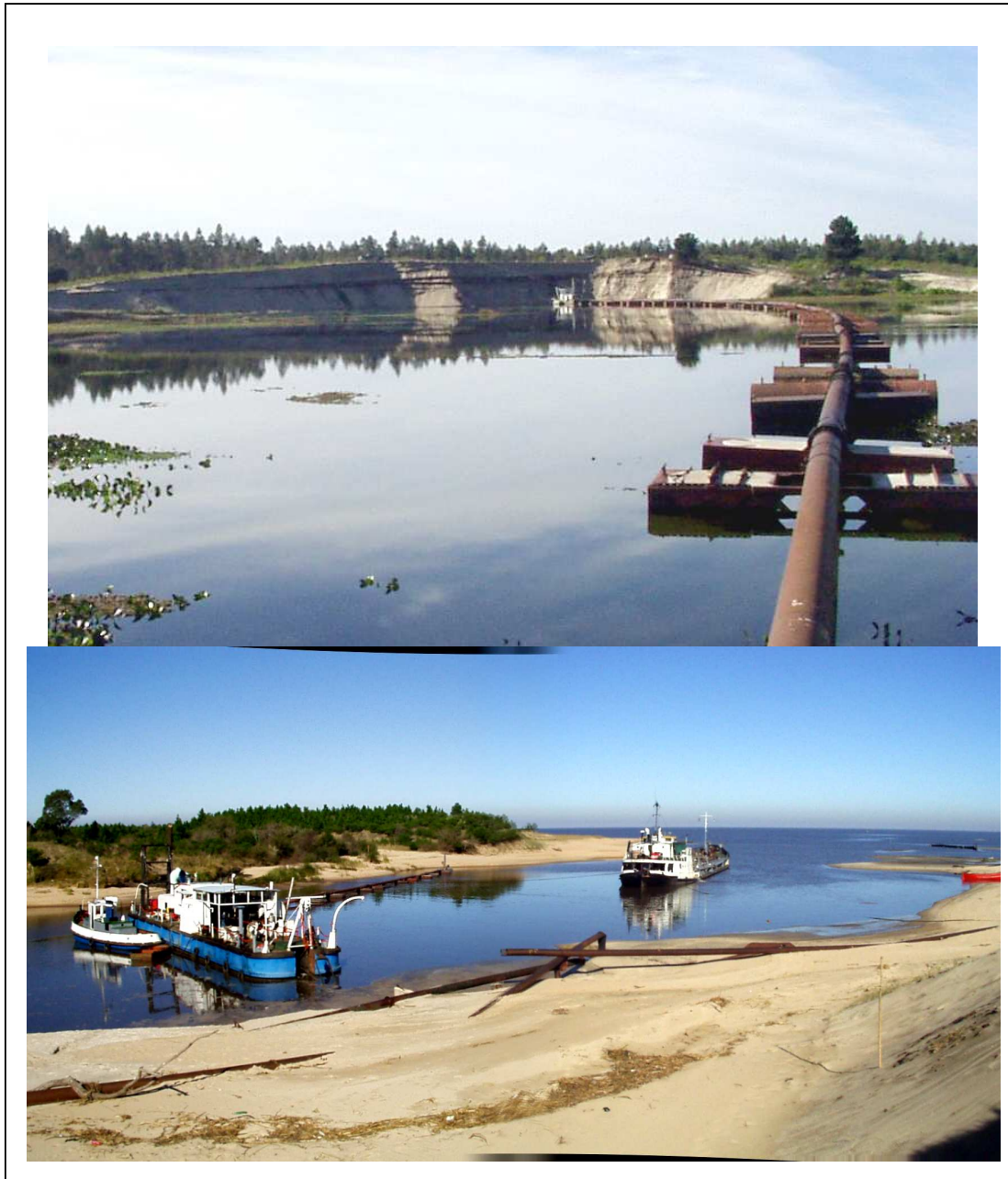


Figura 22 : En la foto superior se muestra el frente de “ataque” del cuerpo arenoso y al pie del mismo la draga que succiona y bombea arena+agua a través de un largo ducto hacia un “pozo” de acopio. En la foto inferior se muestra a la izquierda una segunda draga que rebombea la arena+agua desde el “pozo” hacia el barco arenero que esta a la derecha.. Al fondo se observa el Río de La Plata, a través del cual se exporta la arena hacia Argentina.

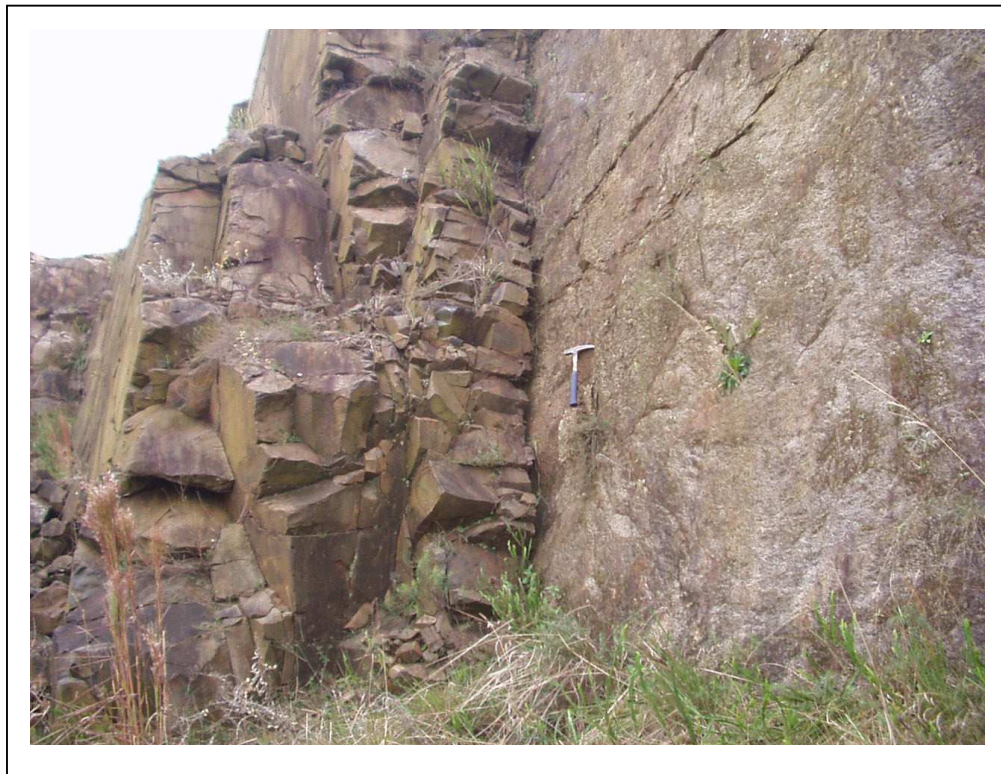


Figura 25 : Contactos entre Granito Negro-Roca caja. En la parte superior el contacto encontrado en la gran mayoría de los filones visitados : contacto neto-plano-vertical. Observese además la apretada fracturación vertical, con un espesor de 1.5 a 2 m de ancho, que inhabilita para la extracción de bloques esta zona de borde del filón. En la foto inferior se observa en la parte superior-derecha un “resto” de roca caja apoyada sobre el techo del filón, produciendo un efecto de contacto horizontal.



Pequeño bloque de granito negro
de forma muy irregular



Gran bloque de granito negro,
escuadrado, pronto para ser
comercializado



Enorme bocha de granito negro

Figura 27



Figura 28 : Canteras abiertas en forma lateral al rumbo del Filón. Obsérvese el importante lago que genero la explotación , que tiene en algunas zonas más de 5 metros de profundidad.



Figura 29 : Canteras abiertas con frentes perpendiculares al rumbo del filón.
Se observa el “encajonamiento” de la labor minera, con escasa superficie de trabajo para el corte de bloques



Figura 32 : La foto superior muestra cantera y bloques de granito rojo en la Sierra de Mahoma. En la imagen inferior cantera y bloques de granito gris de la zona de Cufre.



Figura 33 : Frente de cantera abandonada de caliza (calcretas ?) en la zona del A° San Antonio, cerca del poblado Estación Gonzales.
 Obserevese en la parte inferior central de la foto un bloque de aproximadamente 0,5 m. de diámetro de un granito gris a biotita flotando en la matriz calco-arenosa.

Figura 34 : Vista parcial del frente de cantera para extracción de calizas. La misma está formada por un único frente de 2 a 4 m de altura y largo de 180 m.





Figura 47 : En la foto de la izquierda se muestra la extrusión del material previamente preparado, y la formación de un “chorizo” de arcilla y el cortado de las piezas, en este caso ceramicas huecas(ticholos). A la derecha se muestra un secador continuo, en etapa de cargado de las piezas humedas.



Figura 48 : A la izquierda los quemadores del horno, en la zona de máxima temperatura del mismo. A la derecha “chata” con piezas de cerámicas huecas cocidas, que han circulado a lo largo del horno y ahora están en la zona de enfriamiento del túnel.