

# MAPA GEOLÓGICO Y DE RECURSOS MINERALES DEL DEPARTAMENTO DE MONTEVIDEO A ESCALA 1/50.000

## Memoria Explicativa

### Parte III

## RECURSOS MINERALES

### AUTORES

Javier Techera <sup>(1)</sup>

Richard Arriguetti <sup>(1)</sup>

Jorge Spoturno <sup>(1,2)</sup>

Pedro Oyhantçabal <sup>(2)</sup>

(1) Dirección Nacional de Minería y Geología

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

## **INDICE**

1. Objetivo.....	4
2. Metodología y Definiciones.....	4
3. Principales Recursos Minerales.....	7
3.1 Arcilla para Cerámica Roja.....	7
3.2 Agregados Pétreos.....	9
3.2.1 Balasto.....	9
3.2.2 Tosca.....	12
3.2.3 Piedra Partida.....	13
3.2.4 Arenas.....	16
3.3 Depósitos de Turba.....	17
3.4 Indicios de Manganeseo.....	19
4. Estadística Minera.....	21
5. Industrias Consumidoras Básicas.....	25
5.1. Industria Ladrillera.....	25
5.2 Industria De La Construcción.....	30
5.2.1 Construcción Edilicia.....	30
5.2.2 Construcción Vial.....	33
6. Actividad Minera Del Departamento.....	34
7. Discusión y Síntesis.....	37
8. Bibliografía.....	47

## **INDICE DE FIGURAS Y CUADROS**

- Figura 1 : Triangulo textural de muestras de la Formación Libertad
- Figura 2 : Perfil esquemático de una cantera de balasto-Granito de La Paz
- Figura 3 : Frecuencia acumulada de muestras de balasto
- Figura 4 : Mapa de ubicación zona cañada de las canteras
- Figura 5 : Frecuencia acumulada de muestras de arena
- Figura 6 : Grafico de producción mineral de Montevideo
- Figura 7 : Grafico de producción de balasto en Montevideo
- Figura 8 : Grafico de producción de arcilla en Montevideo
- Figura 9 : Grafico de producción de piedra partida en Montevideo
- Figura 10 : Grafico de producción de arena en Montevideo
- Figura 11 : Importación de ladrillos y ticholos
- Figura 12 : Diagrama de aptitud de materiales para cerámica roja
- Figura 13 : Metros cuadrados edificados en Montevideo
- Figura 14 : Pedimentos mineros por tipo de material en Montevideo
- Figura 15 : Evolución minera histórica en la cuenca del A° de Las Piedras
- Figura 16 : Flujo de materiales para la construcción hacia Montevideo y alrededores ( Anexo)

- Cuadro 1 : Estadística de la Formación Libertad-Montevideo
- Cuadro 2 : Granulometría de materiales comercializados
- Cuadro 3 : Análisis granulométricos de muestras de balasto (Anexo)
- Cuadro 4 : Análisis granulométricos de muestras de arena (Anexo)
- Cuadro 5 : Producción minera histórica de Montevideo (Anexo)
- Cuadro 6 : Producción de arena de cantera en Montevideo
- Cuadro 7 : Producción de tosca y conchilla en Montevideo
- Cuadro 8 : Dosificación materiales de la construcción.
- Cuadro 9 : Venta de cemento Pórtland en plaza
- Cuadro 10 : Red vial de Montevideo
- Cuadro 11 : Consumo de materiales en obras de vialidad por IMM
- Cuadro 12 : Permisos mineros otorgados en Montevideo
- Cuadro 13 : Listado de canteras revisadas en el departamento de Montevideo (Anexo)
- Cuadro 14 : Canteras activas en Montevideo

## **1. OBJETIVO**

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

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

En segundo lugar se abordará 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 primarias 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 sólo para trabajos mineros, sino también para otro tipo de estudio o análisis como aquellos de corte Ambiental y de Ordenamiento Territorial.

## **2. METODOLOGÍA**

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

- Por un lado se revisaron y chequearon antecedentes tanto geológico como minero, publicados bajo diferentes formatos.
- También se utilizó información contenida en los asuntos mineros presentados ante la DINAMIGE, tanto vigentes 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 confeccionó un mapa borrador sobre las hojas cartográficas 1:50.000 de Montevideo.

El trabajo de campo consistió en visitas a canteras o depósitos donde se recogió información tanto geológica, minera, extractiva, de beneficio, etc. (ver Cuadro 13)

El mapa definitivo fue elaborado por la superposición, a una base geológica simplificada 1:50.000, la “capa” de labores mineras, generando un documento gráfico 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 utilizados en Montevideo : usos 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 Canelones, 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 árido se agrupan una gran variedad de materiales, muchos de los cuales tienen denominación que difiere 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 usará (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) o pueden sufrir un procesamiento posterior para obtener un material de mejor calidad (Pedregullo).

Por otra parte, el término TOSCA se usará 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 práctica 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.

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

Por otra parte 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 éstas clases granulométricas son tenidas en cuenta a la hora de definir la aptitud de la arena para ser utilizada en la construcción en general.

	<b>DESIGNACION</b>	<b>PASA POR EL TAMIZ UNIT</b>	<b>RETENIDO POR EL TAMIZ UNIT</b>
<b>AGREGADO FINO</b>	Polvo impalpable	74 $\mu$	
	Polvo	149 $\mu$	74 $\mu$
	Arena fina	500 $\mu$	149 $\mu$
	Arena media	2000 $\mu$	500 $\mu$
	Arena gruesa	4760 $\mu$	2000 $\mu$

### 3. PRINCIPALES RECURSOS MINERALES

#### 3.1 Arcillas para Cerámica Roja

Los principales depósitos para este uso se asocian a unidades sedimentarias de composición limo-arcillosa de edad Cuaternaria, Formaciones Libertad y Dolores, y a depósitos arcillosos, actuales y sub-actuales vinculados a áreas de terrazas bajas de sistemas fluviales y de planicies de inundación.

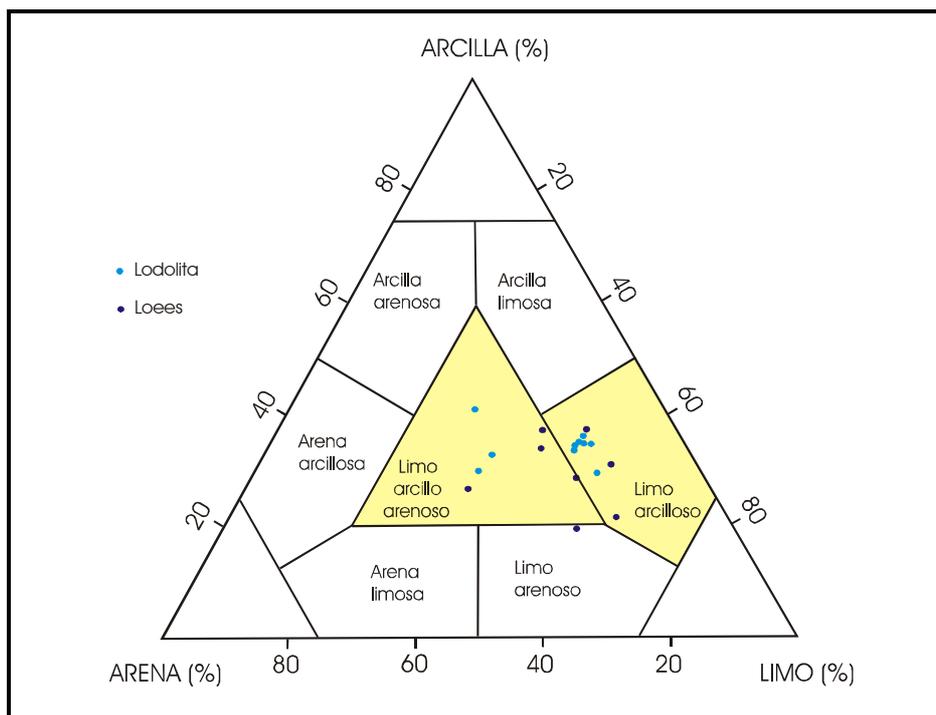
La formación Libertad, de edad Pleistocena inferior, está constituida por limos con variable contenido de arcillas y arena dispersa, masivos y de color dominante marrón, con frecuentes concreciones de carbonato.

Según Elizalde-Eugi (1973) se pueden diferenciar dos términos :

- Lodolitas : limos masivos, con arena gruesa y gravilla dispersa en la masa y constante presencia de carbonato de calcio

- Loess : material con más de 50 % de fracción limo, baja densidad aparente y sin la presencia de carbonatos

Desde el punto de vista granulométrico se representa en un triángulo textural ( Figura1), donde se plotearon 18 muestras de la formación Libertad tomadas en el departamento de Montevideo por Elizalde-Eugi (1973) y el cuadro número 1 datos estadísticos básicos de las mismas.



**Figura 1 :** Triángulo textural donde se plotean muestras de la formación Libertad del departamento de Montevideo. En base a datos de Elizalde-Eugi (1973)

ESTADÍSTICA DE LA FORMACIÓN LIBERTAD EN MONTEVIDEO					
MATERIAL	ESTADÍSTICOS		% DE LAS FRACCIONES		
	Mediana	So	Arena	Limo	Arcilla
Lodolita	0,029	4,07	27	43	30
Loees	0,019	3,36	12	58	30

**Cuadro 1**

La mineralogía de los detritos es básicamente cuarzo y feldespato en tanto que el arcillo-mineral más común es illita.

La geometría está representada por depósitos en forma de manto, que ocupan posiciones de interfluvio y de ladera media, conformando un sistema de lomadas, su espesor máximo es del orden de 30 metros.

La Formación Dolores, de edad pleistocena media, presenta características litológicas similares, siendo normalmente más pobre en carbonato.

Desde el punto de vista geomorfológico, ocupa posiciones de terraza alta asociada a los valles de los principales cursos de agua. El espesor máximo en el departamento es entre 8 y 10 metros.

El material fino, arcillas y limos, vinculado a depósitos de sedimentos Actuales y Subactuales o incluso formando parte del suelo, son utilizados también como fuente de materia prima para la elaboración de ladrillos macizos. El proceso industrial es de tipo artesanal, muchas veces con mano de obra familiar, denominado: ladrillera de campo.

Las reservas potenciales de estos materiales son muy elevadas, una limitante importante, es la presencia de carbonato de calcio en concreciones dentro de la arcilla, ya que dicha sustancia ocasiona problemas de explosión y roturas de ladrillos durante la cocción de la pieza. Otra limitante lo constituye la expansión del urbanismo sobre áreas de potenciales yacimientos para las próximas décadas.

## **3.2 Agregados Pétreos**

### **3.2.1 Balasto**

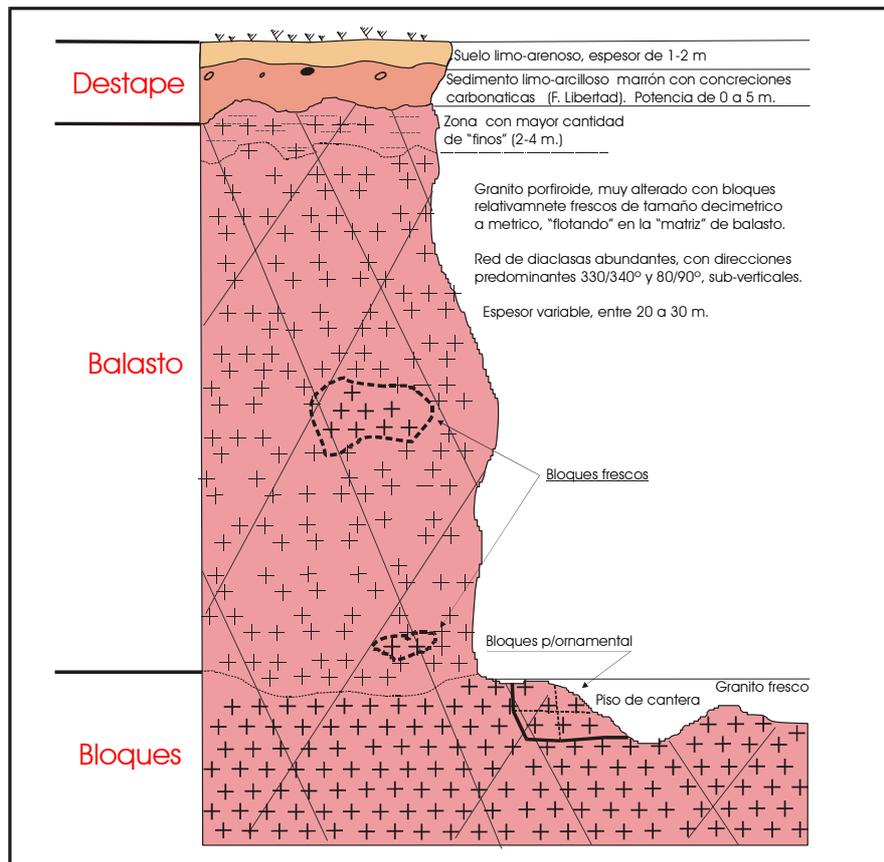
Este tipo de material, según definición dada anteriormente, se localiza y explota en el centro-norte del departamento. Esta zona junto con su similar del lado del departamento de Canelones suministra todo el balasto y pedregullo para la construcción en Montevideo y Región Metropolitana. (ver figuras 14 y 15)

Desde el punto de vista geológico corresponde a un macizo granítico intrusivo, conocido formalmente como Granito de La Paz cuyas características se describen en el capítulo correspondiente a Geología Descriptiva, donde allí se reconocen dos facies: Porfiroide y Equigranular

Por otra parte, el macizo presenta en su mayor parte un importante proceso de alteración meteórica de tipo parcial, y una cobertura sedimentaria, también parcial, de la formación Libertad.

El estado de alteración permite que el material pueda ser extraído, en su mayor parte, sin necesidad de utilizar explosivo, utilizando solo equipo retroexcavadora, por otra parte, una vez fuera de su sitio original, el material es de fácil desagregación, lo que facilita el beneficio posterior.

Desde el punto de vista Minero la exploraciones y explotaciones se concentran en el manto de alteración o regolito del granito. Un perfil esquemático realizado en base a las observaciones de varias canteras visitadas se muestra en la Figura 2.



**Figura 2:** Perfil típico de la zona de explotación de balasto en el granito de La Paz.

Desde el punto de vista genético, algunos autores, señalan que el proceso de alteración, estaría relacionado con la tectónica en fase rígida vinculada a la implantación del Graven Cretácico de Santa Lucía. Se generó,

entonces, una importante fracturación en el macizo granítico, que habría facilitado la circulación de agua superficial originando el regolito explotado.

Si bien es cierto que existe fracturación es difícil explicar las variaciones de intensidad y potencia solo por este motivo. A nuestro entender la alteración también estaría controlada por otros factores como por ejemplo la textura (facies porfiroides vs. facies equigranulares) y la mineralogía (facies más ricas en ferromagnesiano vs. facies más pobres).

Desde el punto de vista de la explotación, en la actualidad, solo dos canteras están activas del lado de Montevideo, con una producción en el trienio 1998/2000 que oscilo entre 340 a 390 mil m<sup>3</sup> / año.

La extracción se realiza con máquina retroexcavadora, hasta llegar a la roca firme (granito relativamente fresco). Las canteras tienen generalmente un único frente y pueden llegar a una profundidad de más de 30 metros. El material así extraído es acopiado cerca de la planta de procesamiento. El mismo puede ser comercializado en bruto como Balasto o puede sufrir un procesamiento físico de lavado y tamizado. Con el lavado, se pretende eliminar las fracciones finas: arcilla y arena fina y buena parte de los minerales micáceos. El material limpio es separado, mediante zarandas, en diferentes fracciones granulométricas, que se denominan comercialmente: pedregullo fino a grueso y gravillín. El Cuadro 2 muestra los tamaños de las diferentes fracciones

Intervalo (mm)	Cantera Casil			Cantera Paladino	
	Pedregullo	Gravillín	Terciado	Pedregullo	Gravillín
> 25,4	0	0	4,20	4,20	0
25,40 - 19,05	0	0	10,00	17,50	0
19,05 - 12,70	27,50	2,00	25,80	40,80	0
12,70 - 9,52	35,00	3,50	25,00	22,50	51,90
9,52 - 4,75	28,70	71,50	27,50	15,00	38,10
4,75 - 2,38	8,810	23,00	7,50	0	10,00

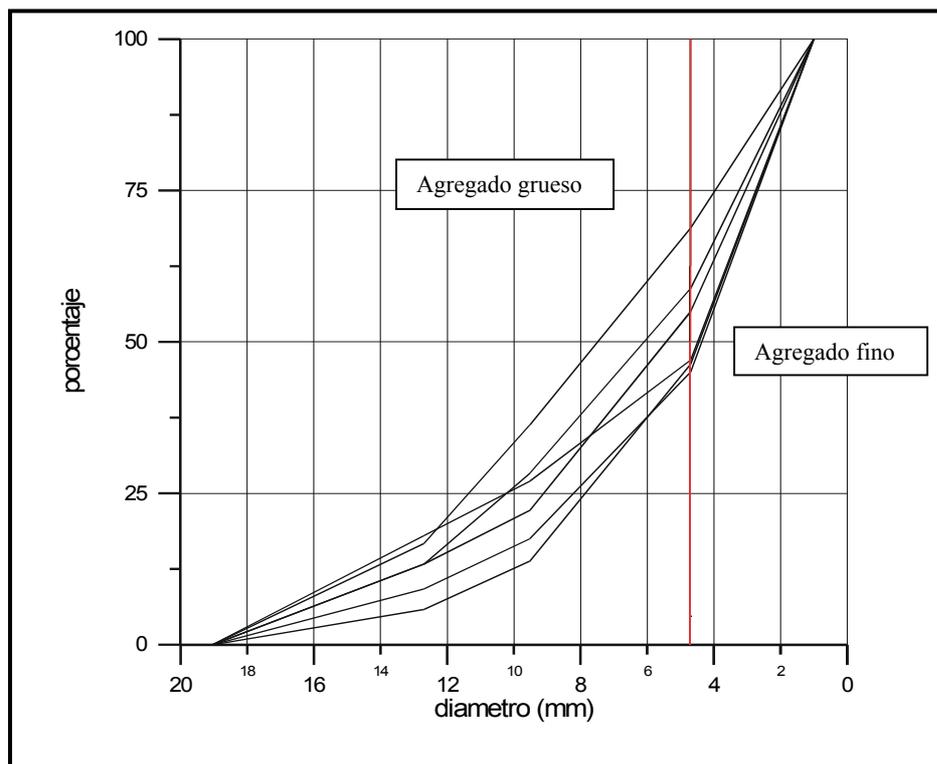
**Cuadro 2:** Granulometría de materiales comercializados

El rendimiento es variable, según la zona y la altura del frente explotado (en general los primeros metros contienen más finos). La información

proporcionada por los propios mineros es que entre un 60 a 70 % corresponde a material útil y entre 40-30 % es arena de cantera o material sucio.

Los análisis granulométricos efectuados de muestras extraídas de distintas zonas, tanto por este equipo de trabajo, como por el estudio de Theune-Vaz (1979), dan resultados similares a los expuestos, según se muestra en la Figura 3 y en el Cuadro 3 del Anexo.

Desde el punto de vista mineralógico el material comercializado es dominado por feldespatos, seguido en menor cantidad por fragmentos de cuarzo-feldespato y granos de cuarzo. Esta composición varía hacia las fracciones más finas, donde el cuarzo comienza a ser el mineral predominante acompañado por anfíbol y biotita en la arena de cantera



**Figura 3** : Gráfico de frecuencia acumulada de muestras de balasto tomada en las canteras de la zona del A° de Las Piedras

### 3.2.2 Tosca

Como ya fue definido bajo esta denominación se conoce una serie de materiales granulares pétreos de origen y características muy diferentes. Si

bien, en principio muchas rocas pueden ser utilizadas como tosca, es necesario que cumplan ciertos requerimientos como ser: el depósito debe estar cerca del centro de consumo, la cobertura del estéril debe ser nula o muy escasa, el nivel de alteración debe ser relativamente potente .

También puede ser importante algunos parámetros tecnológicos, sobre todo, cuando estos materiales son usados como base y sub-base de pavimentos: composición granulométrica, valor relativo de soporte CBR, equivalente de arena, etc..

Dado su bajo precio unitario, generalmente las canteras están ubicadas ó son abiertas en las cercanías de la obra. En Montevideo, existen varias canteras de tosca, ubicadas principalmente en las inmediaciones de los arroyos Toledo y Manga. Actualmente solo dos canteras están en actividad con una producción en el trienio 1998/2000 que oscilo entre 13 a 14 mil m<sup>3</sup> / año.

Geológicamente los materiales que se extraen son de la formación Montevideo (anfíbolitas y paraneises), ortoneises y granitos deformados que presentan un variable grado de alteración. La cobertura de estéril, suelo y sedimentos limo-arcillosos cuaternarios no supera los 2 metros. El arranque se hace con retroexcavadora, previo destape, cargando el material directamente en camiones para ser transportados hacia la obra.

### **3.2.3 Piedra Partida**

El término piedra partida, de uso comercial, abarca en Uruguay principalmente rocas ígneas del Basamento Cristalino (rocas graníticas) y Cretácicas (basaltos).

En el departamento de Montevideo, las principales explotaciones están ubicadas en dos áreas: Cuenca de la cañada de las Canteras y Cuenca del arroyo de Las Piedras.

#### **A. Cuenca de la Cañada de las Canteras**

En esta zona la actividad minera es muy antigua con varias canteras ubicadas en el entorno de la cuenca de la citada cañada. En la actualidad muchas de estas explotaciones se encuentran ya abandonadas (Figura 4).

Actualmente solo dos empresas operan en esta zona, Canteras Montevideo S.A. y Colier S.A., con una producción para el trienio 1998/2000 entre 150 a 200 mil m<sup>3</sup> / año.

El material que se explota es una granodiorita de color gris claro, de grano fino, integrada básicamente por feldespatos (oligoclasa) , cuarzo y micas, la roca es muy tenaz.

El material se arranca del macizo rocoso mediante explosivos, en un frente de ataque de uno o dos pisos de aproximadamente 20 metros de altura.

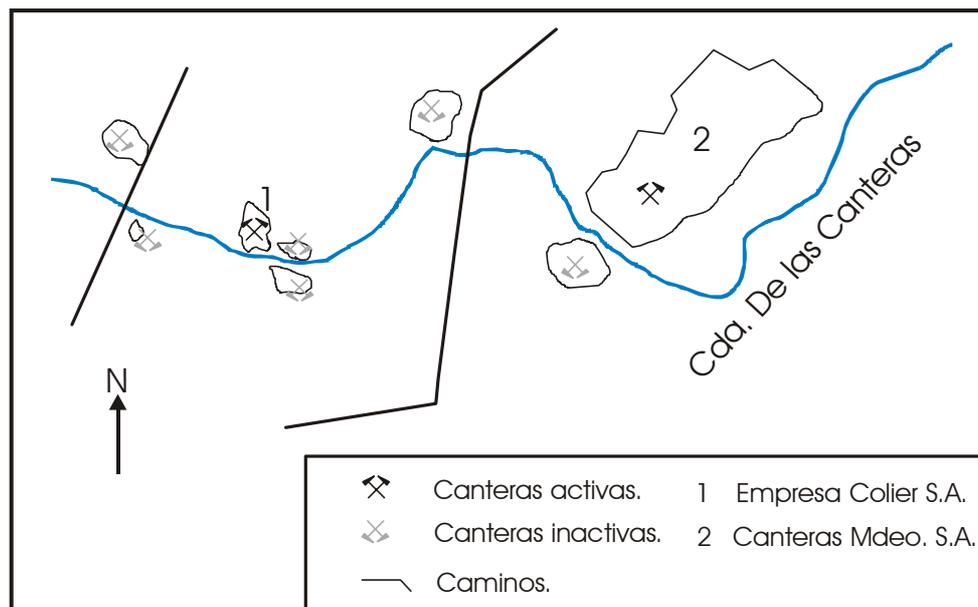
Las fragmentos son cargados en camiones y transportados hacia la zona de trituración, los bloques muy grandes son reducidos con pera.

El proceso de trituración consta de varias pasos, donde se alternan etapas de trituración (mandíbulas y conos) con etapas de clasificación y lavado (zarandas comunes y vibratorias). En el caso de la Empresa Canteras Montevideo, el proceso es elaborado con varias etapas de molienda, clasificación/lavado, así como mezclas de diferentes triturados y re trituración. De este modo la empresa obtiene una gran variedad de granulometrías, prácticamente a pedido del cliente.

La otra empresa con un proceso similar, pero menos elaborado, produce básicamente tres triturados : 10/20, 5/15 y polvo (< ¼ “).

En lo que tiene que ver con las reservas el volumen potencial de material es muy grande, ya que las canteras, se pueden extender hacia las laterales y/o profundizar con la ejecución de otros pisos. Tal vez el mayor inconveniente al respecto sea los posibles conflictos por el uso del suelo para otros fines , como residencial, agrícola ó de recreación.

El material producido es de excelente calidad tecnológica, por lo que es muy demandado para la elaboración de concretos hidráulicos y asfálticos. En el momento de la confección de este informe dos grandes obras estaban utilizando este material : proyecto doble vía ruta 1(accesos a Montevideo) y reparación y ensanche de las pistas del aeropuerto de Carrasco.



**Figura 4:** Zona Cuenca de la Cañada de las Canteras, mapa realizado en base a fotos aéreas de la IMM de 1990, escala original 1:5.000

### **B. Cuenca del Arroyo de Las Piedras**

Esta zona actualmente no produce piedra partida, ya que la única cantera (cantera Demarco), está momentáneamente paralizada.

La roca para la producción de triturados, es la misma que la utilizada para la producción de balasto (granito de La Paz), la diferencia es que en este caso, la roca está fresca y es relativamente sana. El arranque y procesamiento es básicamente el mismo que el descrito anteriormente para las canteras de la cañada de las Canteras : arranque con explosivos de un frente rocoso, trituración y tamizado del material.

Actualmente la empresa Paladino Hnos. esta instalando una planta de trituración, donde se procesarían también los bloques frescos que están flotando dentro del manto de alteración en las canteras de balasto.

### 3.2.4 Arenas

#### A. Arenas Naturales

Este tipo de material actualmente no se extrae del subsuelo del departamento de Montevideo, sino que el mismo proviene principalmente de los departamentos de San José y Canelones. ( ver figura 17).

Las antiguas canteras explotaban arena de depósitos costeros de las zonas este: (Carrasco) y oeste (Pajas Blancas, Punta Espinillo, Santiago Vázquez, La Colorada) del departamento.

En base a las observaciones de campo y los antecedentes (Theune C.-1979) las extracciones se efectuaban en dos tipos de depósitos :

a) Depósitos de dunas costeras, actuales y subactuales formados por arenas cuarzosas, bien seleccionadas, de tamaño de grano fino a medio como las explotadas en la ex Cantera de Federico Reyes Nogara (ver figura 5 y Cuadro 4 - Anexo)

b) Depósitos de barras costeras, actuales y subactuales formados por arenas cuarzosas, con abundante feldespatos, en partes con mucha conchilla y/o materia orgánica, de granulometría media a gruesa, como las explotadas en la ex cantera de Félix Umpierrez (ver figura 5 y cuadro 4-Anexo)

Actualmente todas las areneras del departamento están cerradas por diferentes causas: agotamiento del depósito, explotaciones que se efectuaban en el área de resguardo costero, incremento del urbanismo, impactos diversos, etc.

Cabe mencionar que en Montevideo, en la zona de Punta Espinillo esta instalada la arenera Belcenter, la cual tiene en ese lugar la planta de beneficio, acopio y comercialización.

Esta empresa extrae arena de dos fuentes sub-acuáticas : de barras arenosas del curso inferior del río Santa Lucía y de un cuerpo de arena conocido como banco de Santa Lucía. Este banco esta ubicado en el Río de La Plata, a la altura del Km. 40 de ruta 1, frente a la punta del Tigre

La extracción se realiza por medio de una draga que succiona la arena del lecho del río hacia los depósitos del barco, la que a su vez traslada el material a la planta de Punta Espinillo, a través de un canal artificial.

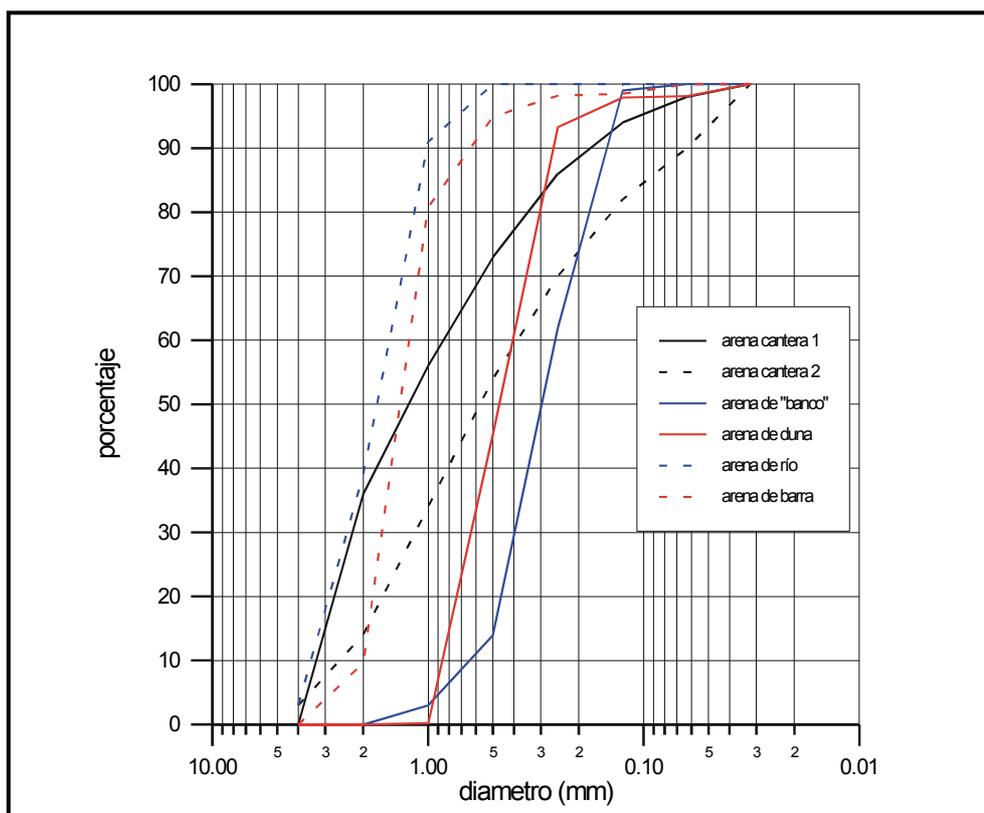
La arena es depositada en una fosa ubicada al final del canal, desde allí mediante una bomba de succión, se impulsa el material hacia una zaranda cilíndrica rotatoria, donde se separa la arena de la conchilla. Posteriormente una dragalina recoge el material y lo separa en pilas por tamaño de grano (ver figura 5 y cuadro 4-Anexo).

### **B Arena de Cantera**

Como ya se menciona como consecuencia del procesamiento de los agregados gruesos (piedra partida y balasto) se genera un material de tamaño comprendido aproximadamente dentro de la fracción arena que se denomina comercialmente "Arena de cantera". Si bien el tamaño de grano es similar tanto para las arenas obtenidas a partir del balasto como de la piedra partida, las características son diferentes ya que se parte de una roca diferente y el proceso también es distinto.

La arena de cantera obtenida en la zona de la Cuenca de la Cañada de las Canteras (Cantera Montevideo y Colier), es un material de excelente calidad, que se utiliza como agregado fino en pavimentos flexibles y puede sustituir en parte a la arena natural en el concreto hidráulico.

La arena de cantera que se produce en el proceso de lavado del balasto, es un material de baja calidad ya que contiene, además de granos de arena cuarzosa, ferromagnesianos arcillas y otros minerales alterados. Esto hace que su valor sea muy bajo, y solo sea utilizada para relleno u otros usos viales con bajos requerimientos tecnológicos.. En la figura 5 se plotean 2 muestras típicas de arena de cantera producto del lavado del balasto (ver además [Cuadro 4 - Anexo](#)).



**Figura 5 :** Grafico de frecuencia acumulada de muestras de arena natural arena de cantera (ver texto para más información).

Sería interesante ensayar la posibilidad de someter este material a algún proceso de beneficio como lavado - tamizado y/o sistema de piletas de decantación para separar el material grueso y pesado, de los granos de feldespato alterados, y ferromagnesianos.

A nuestro juicio el material obtenido sería una arena gruesa a media, cuarzosa a cuarzo-feldespato, subangulosa, con buenas propiedades tecnológicas, por lo que se aprovecharía en mas de un 90% el material, con mejoramiento de costos y una explotación mas racional de las canteras.

### **3.3 Depósitos de Turba**

Desde hace varias décadas es conocido, la presencia de niveles de turba en los Bañados de Carrasco situados en el este del departamento. Diversos autores señalan la existencia de dicho recurso. Caorsi J. (1944)

señala su existencia en una perforación junto al arroyo Toledo , Bergarelli J. y Lugaro M. , en Velozo C. (1975), hacen referencia acerca de la calidad de la turba, Caldevilla G.; Lafitte J., (1943) realizan un primer estudio geológico y botánico de los Bañados

Velozo C. (1975) realiza una exploración de semidetalle en la zona de los bañados. Los resultados del trabajo, demostraron la presencia de un horizonte de turba, prácticamente aflorante, debajo de una débil cobertura de suelo, que reposa en un horizonte arcilloso de Villa Soriano, y presenta un espesor que varía entre 0,50 metros en el borde del bañado y 2,80 metros en el área central. Los valores de reserva indican un volumen de turba seca al aire de 2.672 000 toneladas mientras que los valores de calidad registrados muestran que la turba tiene un porcentaje de ceniza promedio del 28% en tanto que el poder calorífico, sobre 14 muestras analizadas, indican valores entre 1236 y 3605 cal/kgs. Por otra parte se registra una correlación inversa entre el porcentaje de cenizas y poder calorífico. Según las conclusiones de Velozo C., los resultados no alentarían el uso de la turba como fuente energética, debido a su reducido volumen y a la baja calidad, probablemente el recurso podría ser utilizado mas bien para otros fines que el energético.

### **3.4 Indicios de Manganeso**

Los datos y comentarios correspondientes a este capítulo son tomados en su gran mayoría de la bibliografía, ya que en el presente trabajo no fue posible localizar los indicios que se señalan, debido fundamentalmente a la intensa modificación antrópica.

Los indicios de manganeso que se conocen en Montevideo son básicamente dos, el de la Mina Adelaida ubicada en la bahía de Montevideo, cerca de la boca del arroyo Pantanoso y la Mina San Mateo situada en el este del departamento, precisamente en la margen izquierda de la Cañada de las Canteras

La Mina Adelaida, según Walther K., en Llambías de Olivar (1921), el área comprende afloramientos de manganeso en la desembocadura del Pantanoso y en un islote situado al sudeste. La mineralización, estaría situada

entre rocas de la formación Montevideo se trata de una veta concordante a subconcordante con la dirección de la roca caja: N60 oeste. Según el autor, en el área, se observan rocas de dirección este-oeste caracterizadas por: esquistos hornbléndicos, mineral de manganeso, cuarcitas, micaesquistos hematíticos con manganeso, manganeso interestratificado en cuarcitas y esquistos hornbléndicos. El mineral de manganeso, en parte es macizo y en parte concrecional en nódulos incluidos en una arcilla jaspeada, puede considerarse como un filón de contacto, su potencia varía entre 6 metros y pocos centímetros de ancho; los minerales de manganeso descriptos son: pirolusita, brawnita, psilomelano y rhodonita; la ganga en parte arcillosa contiene también tremolita, sulfato de calcio, pirita, barita y fluorita.

El área fue objeto de diversos estudios de exploración, tanto en el islote como en la costa. Los trabajos en el islote consistieron en un pozo maestro de 30 metros de profundidad, varias galerías horizontales a los 14 y 28 metros de profundidad y un pozo inclinado, junto a la veta, entre las galerías de 14 y 28 metros, en todos los casos se cortó la mineralización.

Los datos analíticos de 18 muestras recogidas de las galerías de 14 metros y 28 metros indican tenores de manganeso que varían entre 29,38% y 2,89% con un valor promedio de 14,8%. Por otra parte dos muestras recogidas a los 18 y 28 metros presentaron respectivamente, valores de 42,52% y 34,36%. Según señala Llambías de Olivar (1921) estos resultados mostrarían un incremento de los porcentajes en profundidad.

A nuestro criterio la veta mineralizada parece ser bastante angosta, los tenores de Mn no son significativos, la bibliografía no señala como fue efectuado el muestreo,

Con relación a la Mina San Mateo los informes corresponden a Ralston C. Sharp (1916), que fueron facilitados a Llambías de Olivar quien realizó la publicación en el Boletín N°5 del IGU (1921).

Las rocas de caja, están constituidas por granitos, micaesquistos y filitas, todo el conjunto muy deformado y plegado con una dirección general al noreste. La veta con mineralización de manganeso, es concordante a

subconcordante con los esquistos encontrándose entre las filitas y los micaesquistos.

Datos analíticos extraídos de Llambías de Olivar (1921) indican valores muy variables, de un total de seis muestras, una no registró evidencias de manganeso, las cinco restantes los valores en porcentaje fueron: 8.85; 4.15; 21.65; 28.91; y 33.6. La información no registra claramente que minerales de manganeso, integran la veta.

Las labores de exploración consistieron en la realización de un pozo de unos 4 metros de profundidad, en cuyo sitio se registró una capa de mineral de unos 3 metros de anchos cuyas muestras dieron valores del 29 y 34%.

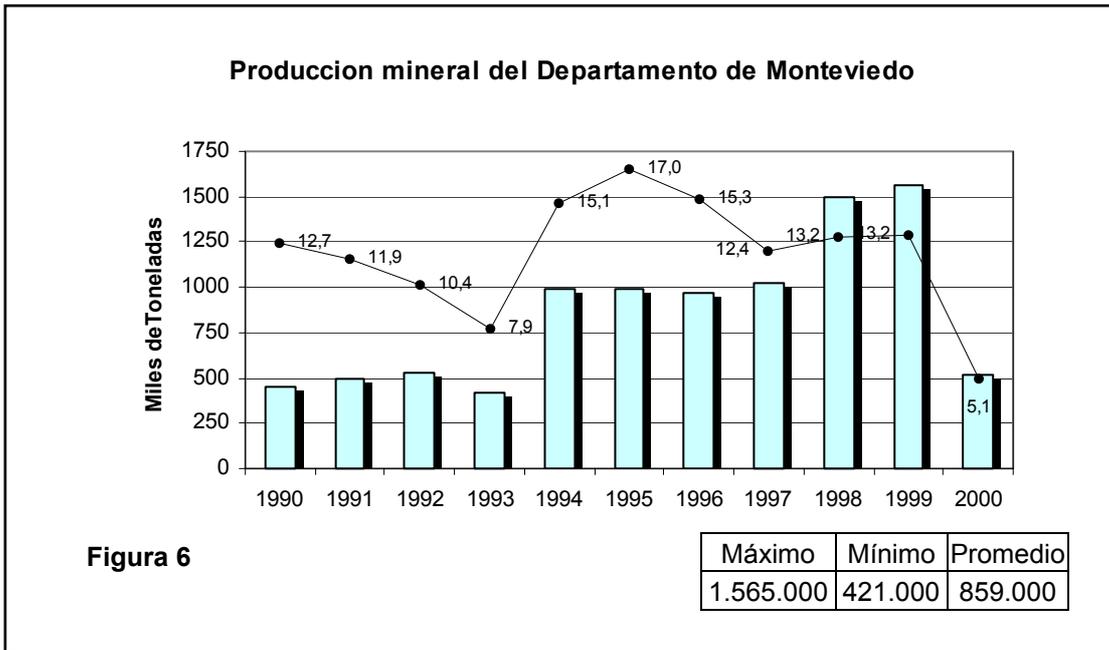
A nuestro entender, si bien es clara la mineralización, la misma parece no ser demasiado extensa, tampoco se conocen las condiciones de muestreo.

Tal vez un trabajo exploratorio, mas exhaustivo en las dos áreas, Adelaida y San Mateo podría despejar expectativas de este recurso o bien destinar dichas áreas, especialmente la primera para fines turísticos y recreativos

#### **4. ESTADÍSTICA MINERA**

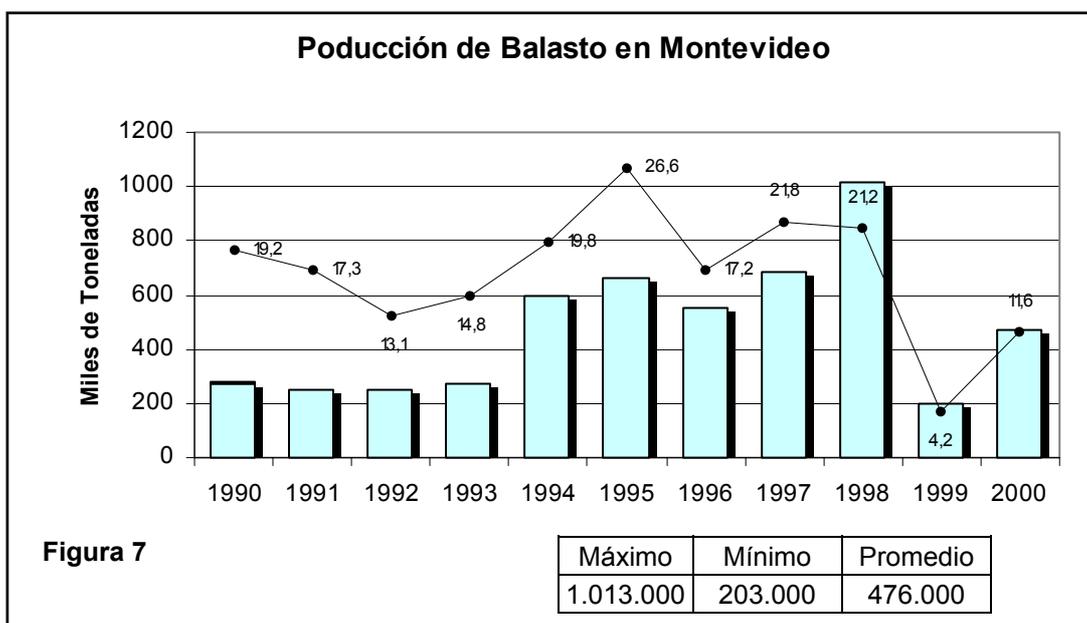
En el presente capítulo se mostrará la producción de la última década del departamento de Montevideo. Dado que la mayor parte es información de tipo numérico, la misma se presenta en forma gráfica, con breve comentario (los datos en bruto se muestran en el [Cuadro 5](#) - del Anexo). Básicamente, cada figura se compone de tres partes:

- Un histograma que nos muestra la producción de cada año para el periodo 1990-2000 y su evolución en dicho período.
- Una grafica lineal, que representa en porcentaje la participación de Montevideo con respecto al total Nacional producido
- Un breve cuadro estadístico con el promedio, máximo y mínimo anual para el periodo estudiado, con valores en toneladas. (solo se consideran años con producción)

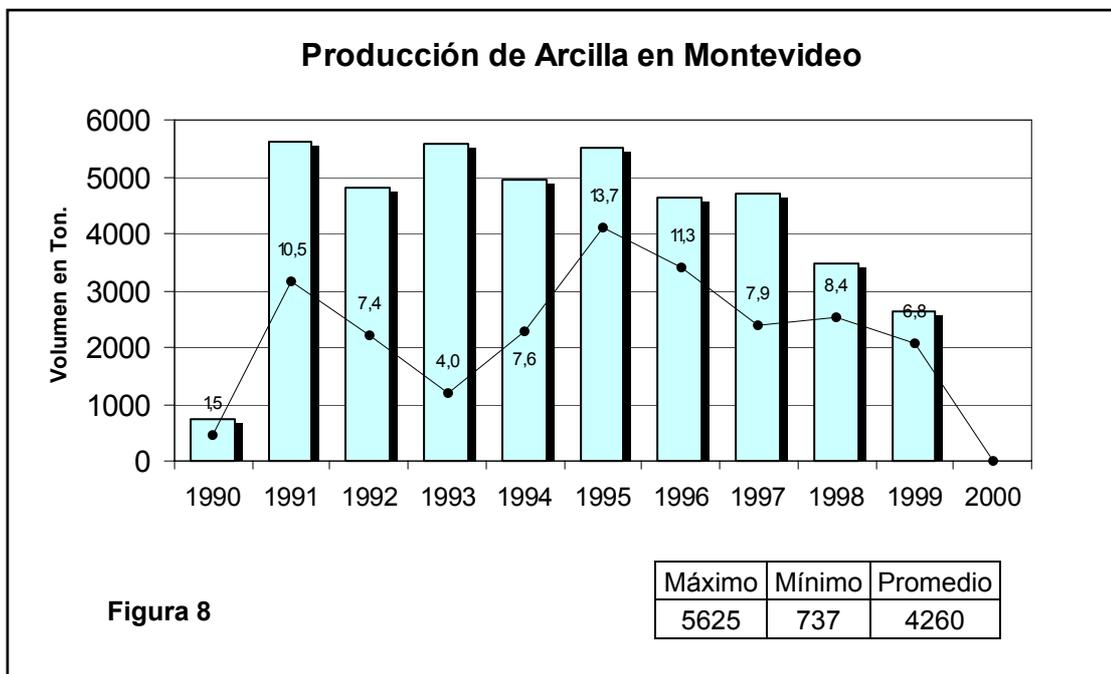


Comentario: La producción acumulada de Montevideo en el periodo considerado fue de cerca de 11 millones de toneladas de mineral. Básicamente la misma se mantuvo en el entorno de las 500 mil toneladas en los primeros años de la década del 90, duplicándose en el siguiente periodo. Se destacan dos años 1998/1999, con una producción relativamente alta, posiblemente vinculada a picos en la actividad de la construcción.

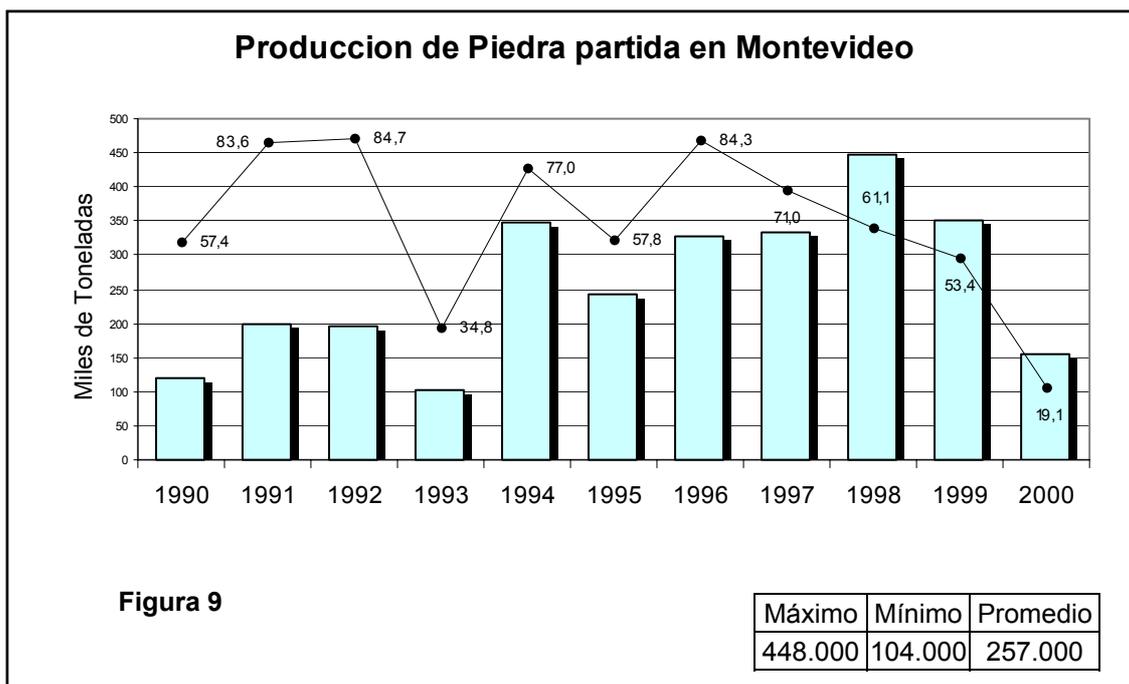
La participación de Montevideo en la producción Nacional es muy variable, pero para la mayoría de los años la misma fluctúa entre el 10 al 15 %.



Comentario: La producción de balasto se mantuvo en el entorno de los 200 mil toneladas para los primeros años, multiplicándose este valor por tres en la segunda parte del periodo considerado. Se destaca el pico de producción de 1998, reflejando posiblemente la mayor actividad en la construcción edilicia y vial. Dado que fue imposible separar el balasto de la tosca para el resto del País, tal como fue definido anteriormente, se optó por agrupar estos dos materiales para realizar la comparación de la producción en Montevideo con la Nacional. La participación fue muy variable, aun que excluyendo el año 1999, la misma se mantuvo siempre arriba del 10 %.

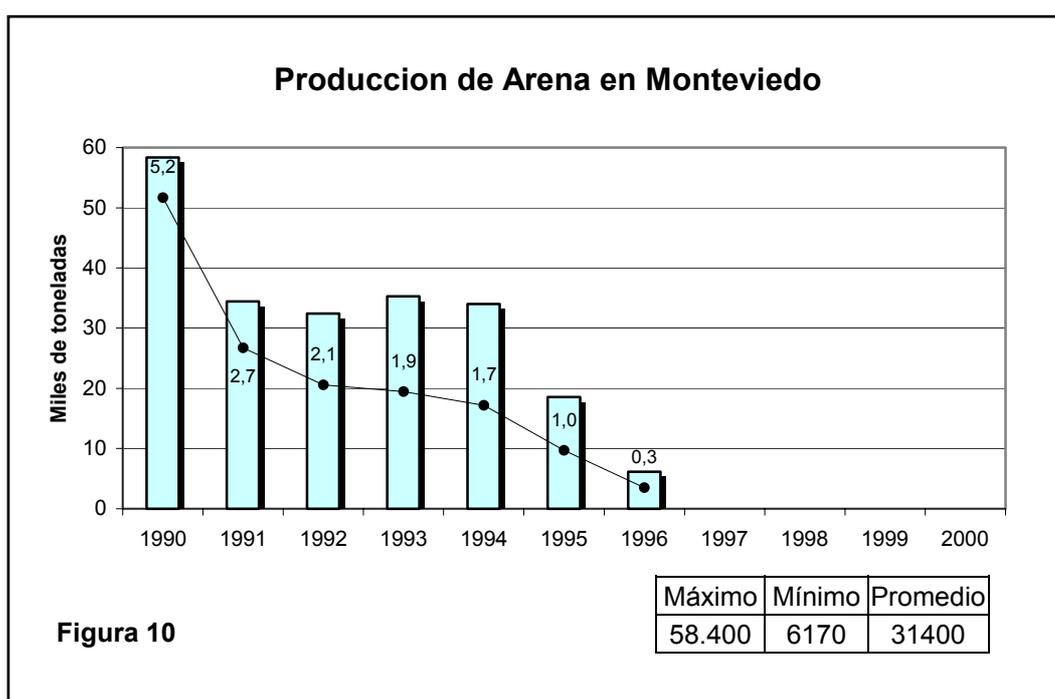


Comentarios : La producción de arcilla se mantiene para el periodo considerado en el eje de las 5000 toneladas, con un decaimiento progresivo al final del mismo hasta alcanzar la producción nula, coincidiendo con el cierre de las fábricas de ladrillo en Montevideo. La participación del departamento en la producción Nacional es muy variable, con valores que oscilaron entre el 1,5 al 13,7 %.



Comentarios : La producción de piedra partida se mantuvo para la mayoría de los años en la banda comprendida entre 200 y 350 mil toneladas. En 1998 al igual que para el balasto, se produce un pico de producción, supuestamente por los mismos motivos.

La participación de Montevideo en este rubro es muy fuerte, representando en la mayoría de los años considerados más de la mitad del producto nacional.



Comentarios : La producción de arena en Montevideo solo se registra hasta la primera mitad del periodo considerado, estando generalmente en el entorno de las 30.000 toneladas/año. A partir de 1997 ya no existen extracción de arena en el departamento, y solo se registra en las estadísticas la producción de la empresa BELCENTER que como ya se explico en el capitulo 3 (Arenas) extrae arena “subacuatica”. La participación de Montevideo en la producción Nacional es muy pequeña como se observa en la Figura 10

Por otra parte como se explico en el capitulo anterior, se produce un material de tamaño de grano comprendido aproximadamente en la fracción arena, conocida a nivel comercial como arena de cantera. Disponemos datos de este material solo para los últimos años y los mismos lo resumimos en el cuadro siguiente :

Arena de Cantera	Producción período 1998 a 2000
Zona A° de Las Piedras	75 a 110 mil m <sup>3</sup>
Zona de la Cda. de las Canteras	45 a 65 mil m <sup>3</sup>

**Cuadro 6**

La tosca y sobre todo la conchilla tienen una producción muy irregular e intermitente en el periodo considerado. Sin mayores comentarios por la poca importancia de estos materiales en la producción de Montevideo, se presenta a manera de síntesis el siguiente cuadro :

Material	Periodo 1990/2000		Estadísticos (t)		
	Total años	Años con producción	Máximo	Mínimo	Promedio
Tosca	11	7	28.398	5940	7319
Conchilla	11	3	31	12	20

**Cuadro 7**

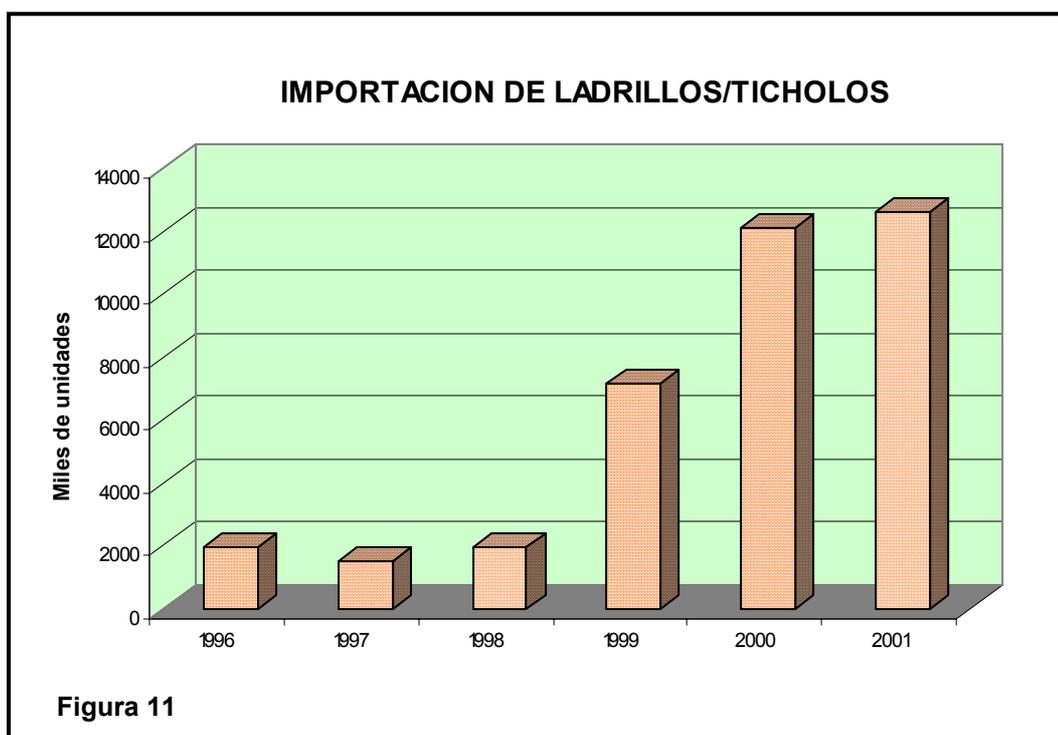
## 5. INDUSTRIAS CONSUMIDORAS BASICAS

### 5.1 Industria Ladrillera

El uso principal de la arcilla extraída del departamento fue para la elaboración de cerámicas rojas : ladrillos, ticholos, tejas, baldosas, etc. En el pasado también una parte fue utilizada por la Compañía Uruguaya de cemento Pórtland (CUCP) como aditivo para la elaboración de clinker y las canteras estaban ubicadas en los alrededores de la planta en la zona de Sayago.

En los últimos años funcionaron tres importantes industrias de cerámicas rojas , dos de ellas ubicadas al Oeste del departamento ( Ladrillera Carrasco y Andrés Deus) y la otra ubicada al N del departamento ( Cerámicas Artigas Méndez), las cuales abastecían de ladrillos a la construcción en Montevideo.

Actualmente dichas industrias se encuentran cerradas , por lo que no hay ninguna cantera activa que produzca arcilla para cerámica roja dentro del departamento de Montevideo. Sin embargo la demanda de este material para la construcción es importante como lo muestra las importaciones principalmente del mercado Brasileño en el siguiente figura :



### A. Manufacturación

El proceso básico de la elaboración de la piezas cerámicas comunes (ladrillos, etc), 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. Uno de los procedimientos más utilizados para lograrlo, es añadir agua al material arcilloso en cubas de homogenización y amasado.
- Formación de la pieza : una vez obtenida una pasta arcillosa plástica el paso siguiente es la conformación de la pieza. Para ello existen diferentes métodos, como la extrucción de la arcilla para formar una columna continua que luego es cortado del tamaño deseado o a través de moldeo de la pieza en forma manual ó mecánica.
- 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 con temperaturas variables (40 a 200 ° ) durante 24 a 48 hrs.
- Quemado : es el proceso final y más crítico, 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 °.

Cabe destacar que en el Uruguay existen lo que se denominan ladrilleras de “campo”, que son unidades productivas 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.

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..

En este caso el material más utilizado es suelo arcilloso o sedimentos actuales de las cercanías de cursos de agua.

## **B. Materiales**

La materia prima utilizada en la elaboración de cerámica roja es arcilla “común”. Desde el punto de vista de la práctica “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 de la agua durante el proceso de secado, lo que provoca fuertes retracciones diferenciales y deformaciones, aumentando las pérdidas 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

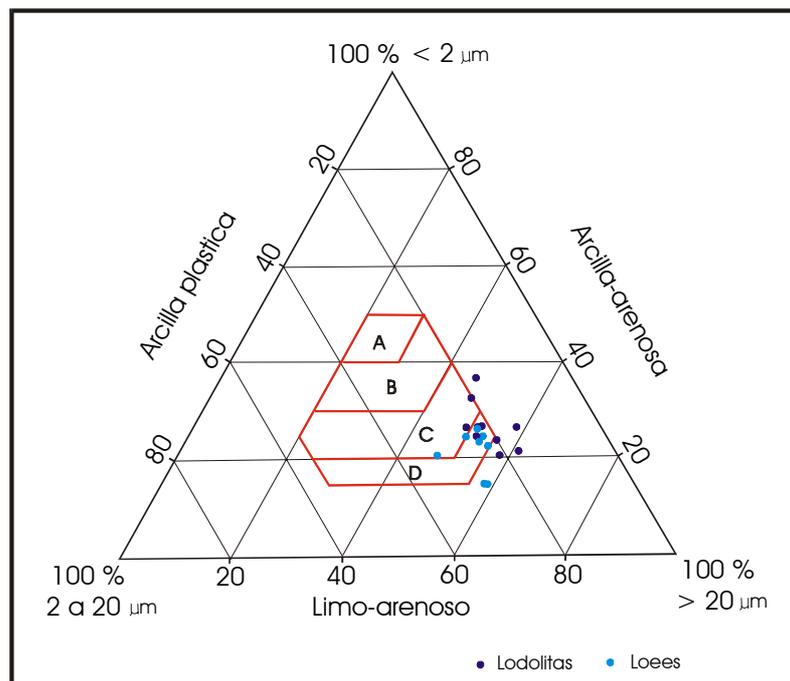
Según lo anterior se puede en forma orientativa determinar las aptitudes de diferentes arcillas en base a la distribución granulométrica y utilizando el diagrama de Winkler. El mismo como se muestra en la figura siguiente, está compuesto por cuatro campos de factibilidad de producción :

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.



**Figura 12** : Diagrama de Winkler, de aptitud de materiales para cerámica roja, con el ploteo de muestras de la Formación Libertad

En el diagrama anteriormente mostrado, se ploteo las lodolitas y loees de la Formación Libertad, utilizada como materia prima por la ladrilleras que operaban en Montevideo. Se observa que gran parte de las muestras, principalmente las loeesicas, caen en el campo D, dado su gruesa granulometría (materiales aptos principalmente para ladrillos macizos). Obviamente como se comentó anteriormente, la adición de arcillas más plásticas, en proporciones adecuadas, se podría obtener también una mezcla arcillosas apta para la elaboración de ladrillos huecos y tejas.

## **5.2 Industria de la construcción**

Es poco conocido por el público en general de la importancia e intensidad de uso de los materiales minerales en la industria de la construcción. Este escaso conocimiento y relativamente poca importancia se da básicamente en términos de aplicaciones, especificaciones y estadísticas de consumo. Este no concuerda con el hecho de que estos materiales son el “soporte” de una de las industrias más importantes, en términos tanto económicos como sociales, como es la industria de la construcción.

En base a lo anterior y teniendo en cuenta la gran demanda y necesidad de Montevideo de estos materiales es que dedicamos en este capítulo en forma una breve descripción de las características más importantes de la industria. Para ello lo separamos en dos sub-sectores : construcción edilicia y construcción vial.

### **5.2.1 Construcción Edilicia**

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 del departamento el uso de cemento, agregados y cerámicas rojas.

Estos materiales entran a formar parte de la obra a través de diversos “componentes” y estructuras en general de 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:

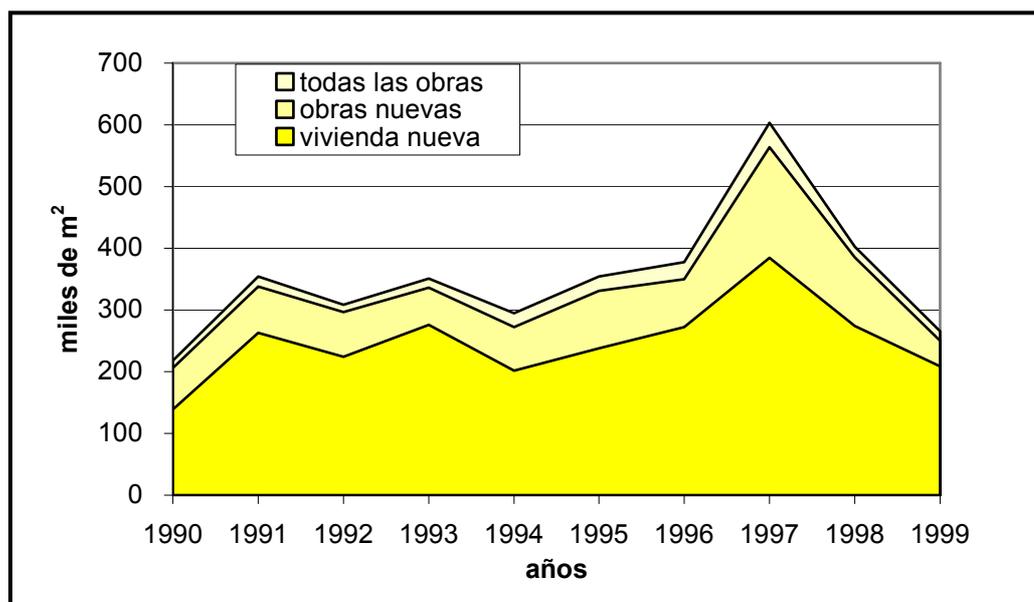
m <sup>3</sup> de Hormigón <sup>(1)</sup>	
Materiales de construcción	Recursos minerales
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cemento : 325 kg</li> <li>• Agregado grueso : 0,69 m<sup>3</sup></li> <li>• Agregado fino : 0,43 m<sup>3</sup></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caliza :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

<sup>(1)</sup> Promedio de 4 diferentes tipos de hormigón normalmente utilizados en la construcción

<sup>(2)</sup> Promedio de 16 diferentes tipos de morteros normalmente utilizados en la construcción

**Cuadro 8** : Dosificación materiales de la construcción.(fuente Vademecum 2000)

Como se puede observar en los cuadros anteriores 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. Por lo tanto el nivel de actividad en este sector y sus oscilaciones en el tiempo son un excelente indicador del uso y necesidades de estos materiales. En este sentido se presenta a continuación la evolución histórica de los metros cuadrados a construir en Montevideo incluidos en los permisos de construcción presentados ante la Intendencia Municipal del Departamento.



**Figura 13** : Metros cuadrados comprendidos en los permisos de edificación otorgados por la Intendencia de Montevideo

Otro indicador del consumo y necesidades de agregados, es la venta de cemento Pórtland, ya que este se utiliza principalmente en la elaboración de hormigones y morteros. En este sentido se presenta en el siguiente cuadro las ventas en plaza de cemento :

Ventas* de cemento Pórtland en plaza (toneladas)				
1996	1997	1998	1999	2000
565.513	605.759	691.166	654.869	546.196

**Cuadro 9** \* Fuente ANCAP

Si bien tanto los metros cuadrados construidos como las ventas en plaza de cemento son excelentes indicadores del consumo de materiales es muy dificultoso, por diferentes razones, intentar calcular una cifra del consumo de agregados utilizados por la actividad constructiva en el departamento de Montevideo.

De todas maneras la magnitud de esta cifra es muy grande. Por ejemplo suponiendo que entre el 40 y 50 % de las ventas de cemento vendido se consume en Montevideo y zona metropolitana, y además que este es utilizado mayoritariamente para la elaboración de hormigones y en menor medida morteros, aproximadamente se estarían consumiendo anualmente en promedio entre 0,85 a 1.25 millones m<sup>3</sup> de agregados pétreos (arena, pedregullo y

pedra partida). A esta cifra habría que sumarle lo consumido en la industria vial en la elaboración de pavimentos flexibles, bases y sub-bases granulares.

### 5.2.2 Construcción Vial

La construcción y reparación de “camino” 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 depende 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 de el consumo y necesidades de agregados pétreos. En este sentido se presenta a continuación un cuadro con la extensión de la red vial de Montevideo :

Red vial en Montevideo a 1998							
Red	Tipo de pavimento (km.)						Total
	Hormigón	C. Asphalt*	Tr. Bit.**	Tosca	Adoquín	Tierra	
Municipal	1423	613	299	533	60	83	3012
Nacional	88,7	11,2	4,6	-	-	-	104,5
<b>TOTAL</b>	<b>1511,7</b>	<b>624,2</b>	<b>303,6</b>	<b>533</b>	<b>60</b>	<b>83</b>	<b>3116,5</b>

\*Concreto asfáltico \*\* Tratamiento bituminoso

#### Cuadro 10

Es decir que Montevideo cuenta con más de 3100 km. de camineria, por lo que su mantenimiento, reparación y mejoramiento del tipo de pavimento, demanda y demandara enormes volúmenes de material pétreo.

No tenemos datos concretos de la cantidad total de materiales pétreos consumido en Montevideo tanto por la Intendencia municipal como por el Ministerio de Transporte (Dirección de Vialidad).

De todas formas gracias a la amable colaboración de la División Vialidad de la Intendencia de Montevideo mostramos en el siguiente cuadro el consumo de materiales para obras de vialidad en el periodo 1998/2000:

Consumo de materiales para obras de vialidad de la I.M.M.				
Material (m <sup>3</sup> )	AÑOS			Promedio 1998/2000
	1998	1999	2000	
Arena	27.579	15.777	9.864	17.740
Balasto lavado	780	733	595	703
Balasto natural	250.108	157.451	248.976	218.845
Polvo de trituración	31.343	16.401	12.440	20062
Gravilla granítica	42.954	23.243	13.611	26603
TOTAL	352.764	213.605	285.486	283.952

**Cuadro 11**

## 6. ACTIVIDAD MINERA DEL DEPARTAMENTO

Dentro de este capítulo se resumirá la información de tipo minero-legal, relacionada a los pedimentos mineros de prospección, exploración y explotación existentes en el departamento de Montevideo.

En este sentido se muestra en el siguiente cuadro la “dinámica” de permisos otorgados por la autoridad competente en materia de Minería la Dirección Nacional de Minería y Geología (DINAMIGE) en el periodo comprendido entre los años 1995 y 2000.

Se muestra además las áreas y el número de padrones afectadas anualmente :

PERMISOS MINEROS OTORGADOS EN MONTEVIDEO							
	AÑOS						TOTAL
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Cantidad de permisos otorgados	5	2	8	1	7	3	26
Area afectada en los mismo (hác)	1300,2	129,2	325,6	110,1	3762,6	980,8	6608,4
Número de padrones afectados en los mismos	12	6	10	3	19	20	70

**Cuadro 12**

Se observa que la DINAMIGE otorga anualmente en Montevideo un promedio de 4 permisos, afectando un área de algo más de 1000 hectáreas y 10 padrones.

En lo que respecta a la distribución espacial de los permisos mineros solicitados (otorgados y en trámite a la fecha de agosto 2001) en el Departamento se muestra en forma esquemática en el siguiente figura :

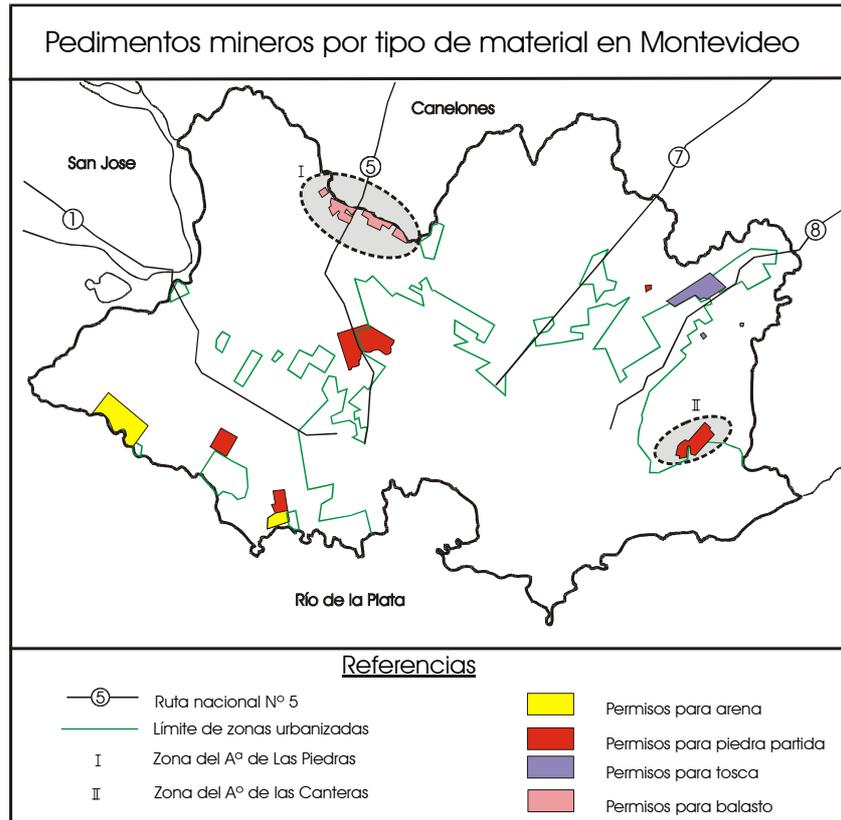


Figura 14

Básicamente se puede decir que existen solo dos zonas mineras importantes en cuanto a su intensidad de extracción (tanto en cantidad como en periodo de tiempo).

Una de ellas se ubica en el extremo oriental del Departamento, en la cercanías de la cañada de las Canteras (ver zona II en la Figura 14 ), donde históricamente se explotó un material granítico de excelente calidad para la elaboración de piedra partida. Hoy en día como ya fue mencionada en el capítulo de Recursos minerales, solo están activas dos canteras, siendo la más importante por su volumen de producción y su antigüedad la cantera explotada por la empresa Canteras Montevideo S.A. (ver además la figura 4)

La otra zona minera importante esta ubicada en el limite norte del departamento, en la cuenca del arroyo de Las Piedras (ver zona I en la Figura 14). Esta zona tiene una tradición minera muy larga y a suministrado enormes volúmenes del clásico pedregullo de La Paz a la construcción de Montevideo. En este sentido es interesante observar como a lo largo de décadas de extracción de balasto ha ido modificándose en forma muy importante el “paisaje” en el entorno del Arroyo. Para ilustrar este hecho se muestra en la figura 15 los limites de los pedimentos mineros en 1966 y 1999. Para la confección se utilizo un recubrimiento fotográfico de la zona en los años mencionados.

Dentro de los límites se incluyeron no solo las zonas propiamente de extracción, sino también las áreas directamente relacionadas con la actividad minera ( camineria interna, zona de acopio, área de beneficio del material, etc.

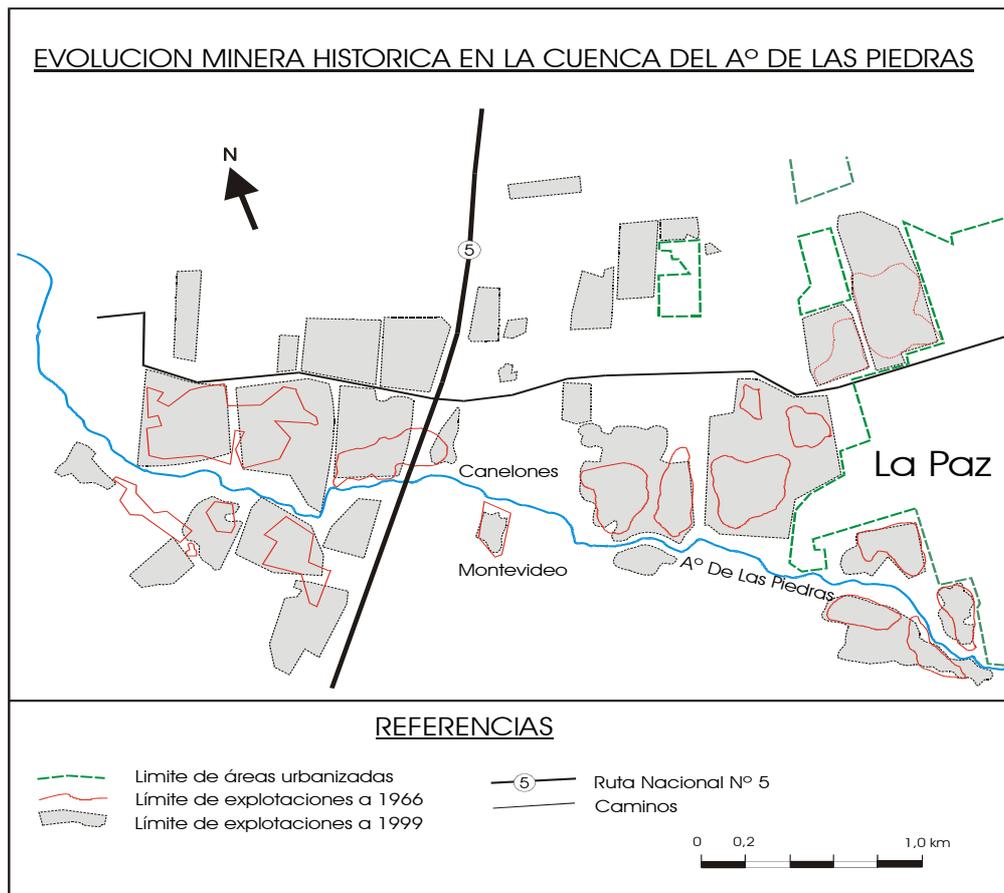


Figura 15

En la figura se puede resaltar los siguientes aspectos :

- El área de extracción antigua (pre 1966) aumenta en el transcurso del período considerado en forma importante. Además posiblemente este aumento en la horizontal, fue acompañado con la profundización de al menos algunas canteras ya existentes en 1966. En otras palabras los volúmenes extraídos fueron enormes.
- Se nota un cierto desplazamiento de la actividad extractiva hacia el oeste de la ciudad de La Paz, posiblemente por un cierto empuje del crecimiento urbano.
- Se observa la ampliación y desplazamiento de la zona de extracción tradicional en las inmediaciones del arroyo de Las Piedras , hacia el sur y principalmente hacia el norte del mismo.

## **7. DISCUSIÓN Y SÍNTESIS**

### **A. GENERALIDADES**

El presente informe esta integrado por dos documentos complementarios : uno en formato gráfico que es la Carta de Recursos Minerales de Montevideo 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 del Departamento de Montevideo a escala 1:50.000). 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 Montevideo y el peso importante que tiene el flete en el costo final, dado su bajo valor unitario
- Por último otros aspectos muy importantes son aquellos vinculados con temas “Territoriales” dada las características particulares del departamento de Montevideo : extensa zona urbana/suburbana ( ocupa más de la tercera parte del total del área Departamental), un crecimiento relativamente importante de la misma y una zona rural con una importante actividad agrícola, que provee a Montevideo de gran parte de su Consumo.

Si bien este último punto es muy importante, a la hora de considerar aspectos como por ejemplo la prioridad en el uso del suelo, el tratamiento en profundidad del mismo escapa a las posibilidades y objetivos del presente estudio.

Teniendo solo en cuenta aspectos geológicos/mineros dentro de “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 (camineria, energía eléctrica, etc.)

Dada la extensión del área que abarca el proyecto (departamentos de Montevideo, Canelones y San José) y el escaso tiempo disponible se utilizo 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 diferentes aspectos geológicos, principalmente litológicos, es decir su potencial “geológico”. 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. (cuadro 13-anexo)

Las mismas se muestra en la figura 16 (Anexo) y a continuación se realizan los siguientes comentarios :

## **B. ÁREAS DE FAVORABILIDAD**

Se define el concepto Áreas de Favorabilidad a las áreas, que por sus características geológicas (litológicas, estratigráficas, estructurales) geoquímicas, geofísicas y de antecedentes mineros, ameritan la realización de estudios de exploración para la posible localización de depósitos de recursos minerales de interés económico.

Para el área del departamento se han tenido en cuenta además otros parámetros como: desarrollo urbanístico, distancia al centro de consumo y competencia por el uso de la tierra.

A partir de la información presentada en el Capítulo 3 y teniendo en cuenta la información geológica actualizada, se establecieron áreas de favorabilidad para los principales recursos minerales que se destinan a la industria de la construcción.

El Mapa de Recursos Minerales se muestra la posición geográfica de las canteras y yacimientos y sus principales características tales como: número de código, tipo de sustancia, clase genética, estatus. Por otra parte se señalan las diferentes áreas de favorabilidad las que se enumeran y describen a continuación:

- Área I Curso Inferior del Río Santa Lucía
- Área II Arroyo de Las Piedras
- Área III Cañada de Las Canteras
- Área IV La Tablada
- Área V Puntas del Arroyo Miguelete
- Área VI Puntas del Arroyo Mendoza
- Área VII Arroyo Manga
- Área VIII Bañados de Carrasco

### **Área I : Curso Inferior del Río Santa Lucía**

Se trata de una región de interés para la exploración de arenas subfluviales . Está localizada en el oeste del departamento que corresponde a la zona limítrofe con San José.

Por lo general, son depósitos actuales de arenas con franco predominio de las fracciones gruesas aunque existe una mezcla con fracciones finas y medias, su mineralogía es cuarzosa presentando con frecuencia restos conchíferos.

La disposición de estas arenas es en estructura de barras, paralelas a la dirección del río.

Existe una sola explotación de tipo subfluvial, sin embargo no es conocido el volumen de reservas, la calidad, ni tampoco la ubicación precisa de la zona en explotación.

En razón de su cercanía a un centro de consumo, muy importante como lo es la zona metropolitana, y el agotamiento de las reservas de Montevideo esta área debería ser objeto de un estudio exploratorio sistemático, que incluya posibles impactos ambientales y sus efectos mitigatorios frente a una probable explotación.

### **Área II : Arroyo de Las Piedras**

Se ubica en la parte centro-norte del departamento , precisamente en la margen izquierda del curso medio del arroyo Las Piedras.

En esta zona ya es tradicional la explotación de áridos gruesos: balasto, pedregullos, piedra partida, y subproductos como arena de cantera y granito de tipo ornamental. Tal como se reconoce en el mapa en el área existen varias canteras algunos de los cuales están en actividad, por otra parte la región favorable se extiende al vecino departamento de Canelones ,precisamente, en los alrededores de las localidades de La Paz y Las Piedras.

Según se indica en los capítulos anteriores, el principal material de extracción lo constituye un granito porfiroide, intrusivo denominado de La Paz, donde se reconoce fresco y en diversos estados de alteración. De este granito derivan esencialmente el balasto, que se utiliza directamente y el pedregullo que previo a su utilización requiere un proceso de lavado y tamizado. La piedra partida, el granito ornamental y la arena de cantera son los subproductos más importantes.

Tanto el balasto como el pedregullo, son materiales que están impuestos en el mercado y tiene una alta aceptación, en cuanto a la arena de cantera no existen aún demandas importantes, el granito ornamental, en bloque rústicos y/o lozetas o pulido en planchas podría tener una mejor aceptación en el mercado interno, y en el externo si se bajan los costos de producción.

El contexto geológico muestra aún el desarrollo de una interesante área granítica con características similares a las áreas en explotación, teniendo en cuenta la cercanía del mercado interno, del puerto de Montevideo, de líneas de alta tensión, gasoducto, vías de comunicación, recursos humanos e incluso una planta de aserrado, se considera a esta área como de gran importancia para dar continuidad y mejorar las explotaciones de áridos y ornamentales.

### **Área III : Cañada de Las Canteras**

Está ubicada en el este - sur este del departamento, precisamente en la porción media de la cuenca del Arroyo de las Canteras.

Tradicionalmente, esta área constituye una zona extractiva particularmente de áridos para trituración, en la actualidad solo dos yacimientos se encuentran en explotación.

Geológicamente el área está representada por una granodiorita intrusiva de grano fino a medio color gris de gran tenacidad y dureza y apta para su trituración como árido grueso

El material tiene buena aceptación en el mercado interno en consecuencia el área debería ser objeto de un estudio de exploración más profundo y ser mantenida como reserva para futuras décadas, preservando la

competencia con otros usos de la tierra sobre todo el avance de la urbanización.

Por otra parte el entorno de esta región es apropiada para la extracción de arcillas con destino a la industria de la cerámica roja, prueba de ellos son algunos de las antiguos frentes de extracción así como diversas fábricas de cerámica que en la actualidad se encuentran cerradas. Si se pretende retomar la industria de la cerámica roja, esta región, comprendida entre Camino Carrasco por el sur, camino Maldonado y los Bañados de Carrasco, constituye una excelente área para localizar depósitos arcillosos que se asocian a la formación Libertad.

#### **Área IV : La Tablada**

Se ubica aproximadamente en el centro del departamento se trata de una pequeña región con antecedentes de explotaciones especialmente balasto, tosca y piedra para triturar, en la actualidad no hay canteras trabajando.

Geológicamente la zona corresponde a un granito intrusivo con escasa deformación de tipo leucocrático que se denomina Granito de La Tablada. El material está subaflorante, debajo de una cubierta de suelo y/o con débil cobertura cuaternaria, de 2 a 3 metros de espesor. Por lo general, en superficie se encuentra parcialmente alterado siendo poco frecuente la presencia de material fresco.

Esta área amerita ser tenida en cuenta para futuras exploraciones de áridos por la que de alguna manera debería preverse la competencia por otros usos especialmente el urbanismo.

#### **Áreas V , VI y VII : Arroyos Miguelete, Mendoza y Manga**

Estas tres áreas se sitúan respectivamente, en las nacientes de los arroyos Miguelete y Mendoza y en la cuenca del Arroyo Manga

Geológicamente se trata esencialmente de granitos deformados en las áreas V y VI y ortoneises y anfibolitas en el área VII.

En las tres áreas se ha observado que la actividad extractiva estuvo mas bien relacionada a la explotación temporaria de materiales como balasto y tosca, cuyo uso se destinó especialmente para la caminería suburbana y rural. Numerosos frentes de cantera se reconocen en estas áreas y en su gran mayoría no trabajan. Si bien en la actualidad las demandas son satisfechas por las áreas que señalamos con anterioridad, estas regiones deberían ser exploradas en profundidad y mantenerlas como recurso para su explotación en las próximas décadas.

#### **Área VIII : Bañados de Carrasco**

Se localiza en el este del departamento en el límite con Canelones. Aquí el material mas interesante lo constituye los depósitos de turba de la propia zona de los bañados. Ya fue indicada su existencia volumen y calidad en el capítulo precedente. La discusión de este recurso estaría centrada en sus potenciales usos en el futuro, fuera de los propiamente energético. Por lo pronto conocer de su existencia, volumen y calidad de reservas, es un argumento sustantivo como para indicar que esta región tiene buena favorabilidad para dicho recurso.

### **C. CONSUMO Y NECESIDADES DE MONTEVIDEO**

En lo que tiene que ver con la importancia de los materiales para la construcción y en particular las necesidades y consumo de los mismos en Montevideo, ya fue tratado parcialmente en el capítulo 5. A nuestro entender es de suma importancia conocer los niveles de consumo del Departamento, entre otras razones para prever, al menos a corto plazo, las necesidades de estos materiales.

Lamentablemente existe muy poca información al respecto y/o la misma esta agrupada de manera no conveniente. Por otra parte como ya se menciono anteriormente, existen indicadores directos que nos dan una idea de los niveles

de consumo (metros cuadrados edificados, ventas de cemento Pórtland, extensión de red vial). En base a la venta de cemento y a la información suministrada por la División Vialidad de la IMM en cuanto al consumo de agregados pétreos, se puede estimar muy groseramente que el consumo de áridos para la construcción esta en el entorno de los 1,0 a 1,4 millones de m<sup>3</sup>.

Otra posible fuente de información son las cifras manejadas en el estudio de Theune-Vaz 1979. Estos autores en su trabajo decían que la construcción de Montevideo necesita actualmente alrededor de : 1 a 1,2 millones de m<sup>3</sup> por año de pedregullo, aproximadamente 500 mil m<sup>3</sup> / año de arena y unos 600 mil m<sup>3</sup> de piedra partida. Esta cifra de más de 2 millones m<sup>3</sup> de agregados pétreos si bien parece excesiva, en la fecha que fue realizado el estudio se producía en Montevideo el “boom de la Construcción” con niveles de actividad que superaron en algún año el millón de m<sup>2</sup> edificados.

Es muy difícil conocer con un grado de exactitud aceptable el volumen de materiales para la construcción consumidos en Montevideo. De todas maneras en base a diversas fuentes de información podemos intentar realizar una primera aproximación para determinar el volumen consumido de estos materiales en el Departamento. En este sentido presentamos en el siguiente mapa esquemática (ver [Figura 16-Anexo](#)) algunas cifras muy groseras del “flujo” y consumo de materiales para la construcción hacia Montevideo y alrededores con los siguientes comentarios aclaratorios :

- Las cifras tienen un grado de certidumbre variable, pero en el peor de los casos muestran la magnitud del volumen de materia prima para la construcción consumida. Se opto incluir no solo a Montevideo sino también a las zonas periféricas para facilitar los cálculos y sobre todo mejorar el grado de exactitud de las cifras.
- Los valores de los materiales piedra partida y balasto, así como la arena procedente de la zona de la Barra y Paso Carrasco, son extraídas de datos internos de DINAMIGE, en base a la producción declarada por las canteras en el periodo 1998 a 2000. Se asume que dicha producción es vendida/consumida total ó casi totalmente en Montevideo y alrededores, en

base a la no existencia de otros grandes centros consumidores cercanos y al peso importante del flete en el costo final del producto.

- Las cifras de arena de la zona del curso inferior del Río Santa Lucía (zona de Paso Pache, Alrededores de la ciudad de Santa Lucía y el propio lecho del río), fueron obtenidas de información publicada por la Dirección de Hidrografía, Dpto. Hidráulica y Fluvial, para el periodo 1998 a 2000.
- El consumo de cemento Pórtland corresponde al promedio de las ventas en plaza de los años 1996 al 2000, publicado por ANCAP. Se asume que la mitad de estas ventas fueron realizadas en Montevideo y alrededores.. La procedencia de este material es principalmente de las cementeras en la zona de Minas (empresas ANCAP y CUCP).
- No poseemos información que nos permita dar cifras del consumo de cal, aunque en base a la producción de caliza para este fin, la magnitud estaría en el orden de decenas de miles de toneladas. La procedencia de este material es principalmente de las caleras ubicadas en los alrededores de Minas y el sur de Maldonado.
- La cantidad consumida de ladrillos y ticholos es obtenida de la base de datos URUNET a partir de información suministrada por de la Dirección de Aduanas. La cifra mostrada corresponde a los años 2000/2001 y es la obtenida teniendo solo en cuenta las importaciones que llegan a empresas instaladas en Montevideo y Canelones. Obviamente parte puede ser reenviado a otras zonas del País, pero en general se puede asumir que casi todo es vendido y consumido en Montevideo y alrededores.
- En lo que tiene que ver con la producción de ladrillos de campo no tenemos ningún tipo de información. Las zonas productoras principales estaría ubicado en los departamentos de Canelones y San José. El consumo de Montevideo sería de por lo menos algunas centenas de miles de unidades.

Como se dijo anteriormente, los materiales extraídos del subsuelo de Montevideo eran principalmente : arcillas para la industria cerámica, y arena, balasto, piedra partida y tosca para la construcción edilicia y vial.

El cierre de las Ladrilleras y el cese de extracción de arena en el departamento, produce que en la actualidad solo se explote agregados gruesos. En este sentido se muestra a continuación un cuadro resumen con la situación minera extractiva actual :

Canteras "ACTIVAS" en Montevideo (2000/2001)			
	Material	Zona	Area Afectada (ha)
S.A. Casil Inc.	Balasto	A° de Las Piedras	503
Silvarredonda S.A	Balasto	A° de Las Piedras	185
Paladino Hnos. Ltda..	Balasto	A° de Las Piedras	125
Canteras Montevideo S.A.	Piedra Partida	Cda. de la Canteras	747
Colier S.A.	Piedra Partida	Cda. de la Canteras	37
Morales Martinez	Tosca	A° Manga	31
Covi-Fernández	Tosca	A° Manga	75

**Cuadro 14**

Por último en lo que respecta al volumen físico, Montevideo ha producido tomando como período de referencia 1998 al 2000 aproximadamente 550/600 mil m<sup>3</sup> anualmente, lo que representa en términos económicos unos U\$S 5,35 millones calculados en base al valor de venta.

## 8. BIBLIOGRAFIA

**ANCAP** (2000) : Memoria y Balance , División Pórtland. Publicación anual, 40 pp, Montevideo-Uruguay

**Anuario Estadísticos** 1990 al 2000 : INE (Instituto Nacional de Estadística) Uruguay.

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

**Asso O. Félix** (1977) : Materiales de Construcción. Editorial Dossat, S.A., Madrid, España, 547 pp.

**Coronel, N.** (1987) : Memoria Explicativa de la Carta de Materias primas minerales no metálicas, 119 pp. Dirección Nacional de Minería y Geología, Montevideo.

**Coronel, N.; Theune, C.; Vaz Chaves, N** (1981) : Estudio geoeconómico de los áridos para la construcción en Montevideo. Instituto Geológico del Uruguay, Boletín, N° 38, 165 pp. Montevideo-Uruguay.

**Departamento de Geotecnia** : Carta Geotécnica de la Región Metropolitana de Montevideo, Escala 1 / 100.000, 31 pp. Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Montevideo-Uruguay, 1997.

**Dirección General de Estadística y Censo** : Indice del Costo de la Construcción - Metodología, Base Mayo 1989. Montevideo 1990. Tomado de : [www.ine.gub.uy](http://www.ine.gub.uy)

**Dirección Nacional de Minería y Geología** : Estadísticas años 1990 a 2000. Industria Extractiva del Uruguay, Informe Interno . Dirección Nacional de Minería y Geología. Montevideo, Uruguay

**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 pp. Montevideo-Uruguay.

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

**Llambias De Olivar** (1921) : Contribución al Conocimiento de los Minerales de Manganeso en el Uruguay. Instituto de Geología y Perforaciones Boletín N° 5 Imprenta Nacional- Montevideo- Uruguay.

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

**Nazareno Calvo A., Moya M. y Castillos A.** (1998) : Depósitos de arcilla en el valle de Lerma, Salta, Argentina. Caracterización para su empleo en cerámica roja. Actas X Congreso Latinoamericano de Geología, VI Congreso Nacional de Geología Económica, Volumen III, pp. 113-136. Buenos Aires-Argentina.

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

**Oyhantcabal P., Derregibus M. y Muzio R.** (1990) : Contribución al Conocimiento Petrográfico, Geoquímico y Estructural del granito de La Paz. Resúmenes Ampliados, Tomo I, pp 81-87. 1<sup>er</sup>. Congreso Uruguayo de Geología. Montevideo- Uruguay, abril de 1990.

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

**Reverté Pedro** (1979) : La Industria Ladrillera. Editorial Reverte Argentina S.C.A., Buenos Aires, Argentina, 123 pp.

**Situación de la Vialidad Uruguaya** (1998 ) : Asociación Uruguaya de Caminos. Tomado de : [www.auc-web/libro\\_2002-1.htm](http://www.auc-web/libro_2002-1.htm)

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

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

**Velozo. C.** (1975) : Estudio geológico de los Bañados de Carrasco, V1, 19 pp. Informe Interno, Instituto Geológico Ingeniero Eduardo Terra Arocena , MIE, Uruguay

**Velozo. C.** (1975) : La Turbera de los Bañados de Carrasco, V3, Informe Interno, 14 pp. . Instituto Geológico Ingeniero Eduardo Terra Arocena , MIE, Uruguay

# ANEXO

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MUESTRAS DE BALASTO									
Abertura de Tamiz	Porcentaje retenido							Cantera Casil	Cantera Paladino
	790606/2*	790606/1*	790606/4*	790606/3*	790601/3*	790601/2*			
> 25,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
12,70									
9,52	17,50	22,20	28,30	36,30	18,30	13,80	27,00	39,50	
4,75	45,00	55,00	58,80	68,80	48,30	46,30	47,00	62,50	
2,40	64,00	72,00	74,00	80,00	67,00	66,00	60,00	75,00	
1.18	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	93,00	97,00	

**Cuadro 3** \*Tomadas del Estudio de Theune - 1979

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MUESTRAS DE ARENA						
Abertura de tamiz	Porcentaje retenido					
	Arena de cantera 1	Arena de cantera 2	Arena de "banco"	Arena de río	Arena de duna	Arena de barra
4,00	0,00	3,00	0,00	3,00	0,00	0,00
2,00	36,00	14,00	0,00	39,00	0,00	9,60
1,00	56,00	34,00	3,00	91,00	0,20	80,80
0,50	73,00	54,00	14,00	100,00	45,30	94,90
0,25	86,00	70,00	62,00	100,00	93,30	98,20
0,13	94,00	82,00	99,00	100,00	97,90	98,50
0,06	98,00	90,00	100,00	100,00	98,10	100,00
0,03	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

**Cuadro 4**

Producción Mineral Histórica de Montevideo						
Año	Toneladas de mineral					
	Arcilla	Arena	Balasto	P. Partida	Tosca	Conchilla
1990	737	58.375	275.112	120.018	0	0
1991	5.625	34.465	252.506	198.795	0	0
1992	4.803	32452	252.817	197.322	5.940	0,00
1993	5.584	35313	275.890	103.800	238,00	31
1994	4.939	34038	596.500	346.747	0,00	0,00
1995	5.495	18564	662.976	242.614	0,0	0
1996	4.628	6165	552.001	327.548	593	12,00
1997	4.712	0	681.984	332.428	7.872	17
1998	3.462	0	1.012.886	447.835	28.398	0
1999	2.616	0	202.368	349.458	24.223	0
2000	0	0	471.277	154.925	13.244	0

**Cuadro 5**

**Cuadro 13 :** Listado de canteras revisadas en el departamento de Montevideo

Ficha N°	Sustancia	Coordenadas		Estado	Clase genética	Unidad geología / roca	Uso principal	Area afectada (ha)
		X	Y					
01	Manganeso	459,5	6141,6	Abandonada	Metamórfica	Formación Montevideo/ cuarzo -manganesífero	?	?
03	Conchilla	451,4	6140,4	Abandonada	Sedimentaria	Actual-Subactual / arena conchífera	Industrial	?
04	Balasto	456,9	6154,6	Activa	Ígnea	Granito de La Paz / granito porfiroide rojo	Vial, construcción	69,6
05	Balasto	457,2	6154,8	Agotada	Ígnea	Granito de La Paz / granito porfiroide rojo	Vial, construcción	9,5
06	Balasto	457,8	6154,6	Activa	Ígnea	Granito de La Paz / granito porfiroide rojo	Hormigones	89,6
07	Balasto	457,5	6154,5	Activa	Ígnea	Granito de La Paz / granito porfiroide rojo	Construcción	24,9
08	Balasto	456,9	6154,8	Activa	Ígnea	Granito de La Paz / granito porfiroide rojo	Vial	51,5
09	Piedra partida	474,0	6143,4	Activa	Ígnea	Formación Montevideo / granodiorita	Vial, construcción	57,2
10	Conchilla	442,5	6146,7	Inactiva	Sedimentario	Actual-Subactual / arena conchífera	Industrial	?
12	Balasto	457,0	6155,1	Agotada	Ígnea	Granito de La Paz / granito porfiroide rojo	Vial	11,3
13	Balasto	460,0	6153,4	Inactiva	Ígnea	Granito de La Paz / granito equigranular rojo	Vial	3,9
14	Balasto	474,5	6148,5	Activa	Ígnea	Formación Montevideo / anfibolitas	Vial, construcción	3,1
15	Balasto	460,4	6153,1	Activa	Ígnea	Granito de La Paz / granito equigranular rojo	Vial	6,6
16	Piedra partida	473,5	6143,2	Activa	Ígnea	Formación Montevideo / granodiorita	Vial, construcción	3,7
17	Balasto			Inactiva	Metamórfica	Formación Montevideo / neises graníticos	Construcción	19,8
18	Arena, canto rodado	449,1	6148,9	Inactiva	Sedimentaria	Actual-Subactual / arena y cantos rodados	Construcción	0,3
20	Arcilla	465,4	6148,7	Inactiva	Sedimentaria	Formación Libertad / limo-arcilla arenosa	Cerámica roja	3,2
21	Tosca	465,9	6149,5	Inactiva	Metamórfica	Formación Montevideo / neises (?)	Construcción	3,7
22	Arena	447,0	6148,7	Inactiva	Sedimentaria	Actual-subactual / arena	construcción	287,6
23	Arena	451,6	6140,8	Inactiva	Sedimentaria	Actual-subactual / arena	construcción	25,6
24	Balasto	454,2	6140,7	Inactiva	Ígnea	Formación Montevideo / neises	Vial	59,9
26	Balasto	459,0	6154,2	Inactiva	Ígnea	Granito de La Paz / granito porfiroide rojo	Construcción	5,4
27	Caliza	464,7	6149,7	Inactiva	Metamórfica	Formación Montevideo (?) / Caliza metamórfica	?	13,4
28	Arcilla	471,8	6142,7	Inactiva	Sedimentaria	Formación Libertad / limo-arcilla arenosa	Cerámica roja	?
29	Arcilla	475,9	6142,6	Inactiva	Sedimentaria	Formación Libertad / limo-arcilla arenosa	Cerámica roja	?

**Cuadro 13 : Continuación**

Ficha N°	Sustancia	Coordenadas		Estado	Clase genética	Unidad geología / roca	Uso principal	Area afectada (ha)
		X	Y					
30	Arcilla	472,3	6143,9	Inactiva	Sedimentario	Formación Libertad / limo-arcilla arenosa	Cerámica roja	21,2
31	Arcilla	473,7	6144,9	Inactiva	Sedimentario	Formación Libertad / limo-arcilla arenosa	Cerámica roja	3,2
32	Arcilla	453,2	6142,7	Inactiva	Sedimentario	Formación Libertad / limo-arcilla arenosa	Cerámica roja	6,2
33	Tosca	466,2	6149,6	Inactiva	Metamórfica	Formación Montevideo / neises (?)	Vial	1,3
34	Arcilla	474,1	6143,7	Inactiva	Sedimentario	Formación Libertad / limo-arcilla arenosa	Cerámica roja	3,1
36	Granito, piedra partida	473,6	6143,4	Inactiva	Ígnea	Formación Montevideo / ganodiorita	Construcción	3,9
37	Arena	453,9	6139,4	Agotada	Sedimentario	Actual-subactual / arena	Construcción	?
38	Granito	460,8	6153,1	Inactiva	Ígnea	Granito de La paz / granito porfiroide rojo	Vial, construcción	10,6
39	Arena	451,1	6154,4	Inactiva	Sedimentario	Actual-Subactual / arena	Construcción	96,2
40	Arena	451,6	6154,8	Inactiva	Sedimentario	Actual-Subactual / arena	Construcción	2,9
41	Arena	442,8	6146,8	Inactiva	Sedimentario	Actual-Subactual / arena	Construcción	61,9
42	Arcilla	472,3	6143,9	Inactiva	Sedimentario	Formación Libertad / limo-arcilla arenoso	Cerámica roja	53,6
43	Cuarzo	468,2	6145,2	Inactiva	Filoniano	Formación Montevideo / cuarzo hidrotermal	Vidrio	?
44	Arcilla	460,7	6145,9	Inactiva	Sedimentario	Formación Libertad / limo-arcilla arenoso	Cemento Pórtland	3,1
45	Arcilla	472,4	6142,3	Inactiva	Sedimentario	Formación Libertad / limo-arcilla arenoso	Cerámica roja	51,2
46	Balasto	474,1	6148,6	Inactiva	Ígnea	Formación Montevideo / neis granítico	Vial	12,2
47	Tosca	477,5	6149,1	Inactiva	Metamórfica	Formación Montevideo / anfibolitas	Vial	5,4
48	Arena	476,4	6144,3	Activa	Sedimentario	Actual-Subactual / arena	Construcción	0,5
49	Balasto, tosca	477,5	6149,1	Inactiva	Metamórfica	Formación Montevideo / anfibolitas	Vial, construcción	5,4
50	Tosca, piedra partida	451,1	6143,2	Inactiva	Metamórfica		Vial, construcción	?
51	Arena	448,1	6148,8	Activa	Sedimentaria	Actual-Subactual / arena	Construcción	?
52	Tosca	458,9	6148,1	Inactiva	Metamórfica	Formación Montevideo / neises graníticos	Vial	?
53	Rocas graníticas, grava	458,2	6148,4	Inactiva	Ígnea	Formación Montevideo / neises graníticos	Construcción	214,5
54	Balasto, tosca	477,7	6153,7	Activa	Metamórfica	Formación Montevideo / neises (?)	Vial, construcción	75,1
55	Balasto	477,9	6153,3	Inactiva	Metamórfica	Formación Montevideo / neises (?)	Vial, construcción	75,1
56	Tosca, piedra partida			Inactiva	Metamórfica	Formación Montevideo / neises (?)	Construcción	19,8

# FLUJO DE MATERIALES PARA LA CONTRUCCIÓN HACIA MONTEVIDEO Y ALREDEDORES

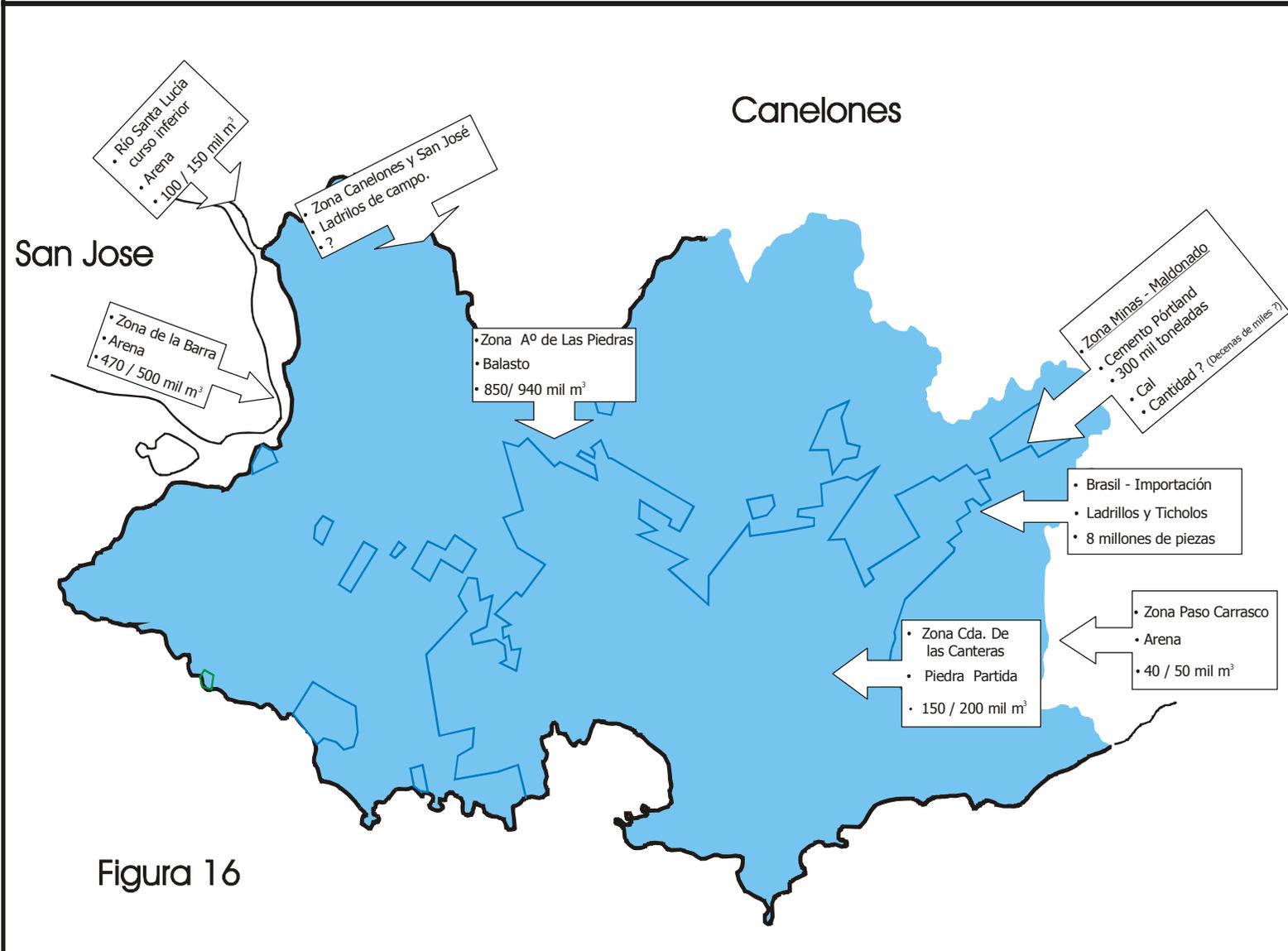


Figura 16