

Agregados Utilizados en Obras Civiles Extraídos de la Cantera San Luis

Paola Fernanda Valle Flores ⁽¹⁾, Andrés Antonio Acosta Vera ⁽²⁾, Carlos Luis Salvatierra Ron ⁽³⁾, Ing. Eduardo Santos

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra ^{(1) (2) (3)}

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) ^{(1) (2) (3)}

Campus Gustavo Galindo, Km. 30,5 Vía Perimetral

Apartado 09-01-5863, Guayaquil-Ecuador ^{(1) (2) (3)}

paofeval@hotmail.com ⁽¹⁾, andresav47@hotmail.com ⁽²⁾, carlos.tlsr@espol.edu.ec ⁽³⁾

Resumen

Una cantera es el lugar donde se llevan a cabo procesos de extracción de minerales. La cantera San Luis ubicada en el Cantón Guayaquil, produce agregados naturales, triturados y no triturados, con sus diversas clasificaciones según la producción de la cantera. Se utilizan 2 métodos de extracción de agregados: Arranque Mecánico y el de Barrenado y Voladura; se explican estos métodos en detalle, los parámetros tomados en cuenta en los estudios para la extracción, así como las maquinarias usadas. También los procesos de Carga y Acarreo de agregados. Se sigue con la trituración y tamizado, el cual es un proceso mediante maquinarias en serie. En la cantera San Luis existe la trituración primaria y secundaria, con su correspondiente maquinaria. Se explican los procesos de tamizado de agregados para su clasificación. En el laboratorio de Mecánica de Suelos de la ESPOL, se realizaron ensayos tales como Granulometría, Densidad y Absorción, Relación de Vacíos, Peso Unitario, Límites de Atterberg, Proctor, CBR y Abrasión de los Ángeles, para determinar si los agregados de la cantera San Luis cumplen con las normas ASTM vigentes. Finalmente se describen los materiales que la cantera produce para obras civiles.

Palabras Claves: Cantera, Agregados, Cascajo, Lutita, Barrenado y Voladura, Carga, Acarreo, Trituración, Tamizado

Abstract

A quarry is the place where you carry out mineral extraction processes. San Luis quarry is located in Guayaquil Canton, it produces natural aggregates, crushed and not crushed, with its various classifications according to the production of the quarry. Using 2 methods of extraction of aggregates: Mechanical and Drilling and Blasting, these methods are explained in detail, the parameters taken into account in studies for the extraction and the machinery used. It also explains the processes of loading and hauling of aggregates. This is followed by a crushing and screening process, which is a process by machines in series. In San Luis quarry exists two processes of crushing: primary and secondary crushing, with the corresponding equipment. It explains the added screening processes for classification. In The Soil Mechanics Laboratory of ESPOL, tests were conducted such as size distribution, density and absorption, void ratio, unit weight, Atterberg Limits, Proctor, CBR and Los Angeles Abrasion Test, to determine whether the aggregates from the quarry San Luis meet current ASTM standards. Finally it describes the quarry production materials for civil works.

Keywords: Quarry, Aggregates, Gravel, Shale, Drilling and Blasting, Loading, Hauling, Crushing, Screening

1. Introducción

En la ciudad de Guayaquil existen alrededor de 34 canteras asentadas, registradas en la Dirección de Medio Ambiente (DMA) en el 2004, de las cuales se ha escogido a la cantera San Luis para describir los procesos relacionados a la extracción, trituración y clasificación de los agregados y demás, como tema de tesina de grado, dado su prestigio e historia dentro de la comunidad de la Ingeniería Civil de la ciudad.

La información que se proporciona es respecto a los procesos que se somete el macizo rocoso para obtener un producto final (agregados), para ello primero se describe la selección de la cantera hasta su último proceso que pasan los agregados para ser llevado a obra para su uso final. En cada proceso se presentan las maquinarias empleadas en la cantera San Luis y sus características.

Para determinar las propiedades físicas y de resistencia e realizaron ensayos de laboratorio a los agregados, con los resultados obtenidos de los ensayos se pudo caracterizar la calidad que estos poseen y que la cantera ofrece para la venta. Adicionalmente se explica los diferentes usos de los agregados de la cantera San Luis en la Ingeniería Civil, dentro del área de la de la ciudad de Guayaquil.

2. Objetivo General

Describir los procesos de extracción del macizo rocoso y las propiedades físicas y de resistencia de los agregados de la cantera San Luis.

3. Información General

Se define como cantera al lugar donde se extraen rocas o minerales procedentes de un macizo rocoso. Los materiales pétreos extraídos son generalmente para la industria de la construcción u obras civiles. La implantación de una cantera inicia con la disponibilidad del yacimiento pétreo del sitio por lo que se debe estudiar el mapa geológico de la región. Una vez conocidos estos parámetros y seleccionado el lugar, se debe conseguir, luego, una autorización de la Administración Pública, para ello se debe elaborar un proyecto de explotación, donde se indique el proceso de extracción que se va a llevar a cabo, los planes de seguridad industrial, ocupacional, plan de contingencia, etc., y especialmente uno de restauración, en el que garantice la sostenibilidad del área explotada.

Los agregados (también llamados áridos) son materias primas minerales, inertes, que se extraen en canteras, graveras o en los meandros de los ríos y se pueden clasificar según lo siguiente:

- Sistema de Obtención

- Estructura Pétreo Mineral
- Tamaño

4. Cantera San Luis

La cantera San Luis se encuentra ubicada en la provincia del Guayas, cantón Guayaquil, parroquia urbana Tarqui, en el Km 10.5 Vía a la Costa, frente a la ciudadela "Puerto Azul".

El yacimiento pétreo que explotan en la cantera es de tipo sedimentario y el Miembro geológico explotado es el Miembro Guayaquil de la Formación Cayo. El tipo de roca que extraen son Arenisca y Lutita Silificada.

Los vértices del área que actualmente ha explotado esta cantera se detallan a continuación:

Tabla 1.- Vértices del área de explotación de la cantera San Luis

Punto	X(m)	Y(m)
P1	615.048	9'760.003
P2	615.192	9'759.719
P3	615.076	9'759.451
P4	615.410	9'759.450
P5	615.026	9'758.820
P6	614.696	9'758.927
P7	614.645	9'759.197
P8	614.774	9'759.371
P9	614.626	9'759.518



Figura 1.- Ubicación de la Cantera San Luis

Fuente: Google Earth, 2011

La cantera San Luis clasifica en tres grupos sus productos: materiales no triturados, mezclas y material triturado.

Los materiales no triturados son:

- Cascajo en Banco
- Cascajo Fino
- Cascajo Mediano
- Cascajo Grueso

- Cascajo Mejorado
- Piedra Base
- Piedra Bola

Los materiales triturados son:

- Piedra #57
- Piedra #10
- Piedra #8

Dentro de las mezclas de los materiales triturados tenemos:

- Base Clase 1 Tipo A
- Sub-Base Clase 1

5. Procesos de Extracción de Agregados

En la cantera San Luis se desarrollan dos diferentes procesos para la extracción de agregados, el proceso que se aplique depende de las propiedades del macizo rocoso los cuales pueden ser:

- Método de Arranque Mecánico o Directo.
- Método por Barrenado y Voladura.

Para el macizo rocoso que presenta mayor fisuramiento o no está tan consolidado, se emplea el método de extracción denominado **arranque mecánico**. Por consiguiente para aquel macizo rocoso que presenta menor fisuramiento y muestra mayor resistencia frente a los efectos mecánicos, que por su dureza no puede ser extraído por métodos directos se procede a emplear el uso de explosivos para extraer el material, aquí es cuando viene el **método de barrenado y voladura**

El proceso de Barrenado consiste en realizar perforaciones en el macizo rocoso que se desea demoler para alojar al explosivo y sus accesorios iniciadores. En perforación tienen gran importancia la resistencia al corte o dureza de la roca (que influye en la facilidad y velocidad de penetración) y la abrasividad. En la cantera San Luis para el proceso de barrenado emplean la perforadora TrackDrill1 Marca CAT Modelo 320 C John Henry, éste es de tipo oruga, trabaja en los procesos de martillado y rotación del cilindro que ingresan los ejes de acero que penetran la roca hasta la profundidad del barreno deseado y a su vez se encarga también de extraer la roca demolida del agujero.

En la cantera San Luis, cuando se realiza el barrenado se considera los siguientes parámetros:

- Diámetro de Perforación: 3 pulgadas (76mm)
- Malla de Perforación: 3.0m x 3.0m

- Borde y Espaciamiento: 3.0m
- Altura media de diseño de los bancos: 10.00m

La Voladura es un proceso tridimensional, en el cual las presiones generadas por explosivos confinados dentro de los barrenos en la roca, originan una zona de alta concentración de energía que produce dos efectos dinámicos: fragmentación y desplazamiento.

Para la cantera San Luis, se tiene que la energía de demolición de la roca en el macizo de Lutita alcanza un diámetro de 1.5m y para este proceso emplean la mezcla de 3 tipos de explosivos que son:

- Pentolita 450 APD (Alto Poder Detonante)
- Nitrato de Amonio
- Dinamita

En la siguiente figura se explica lo anterior:

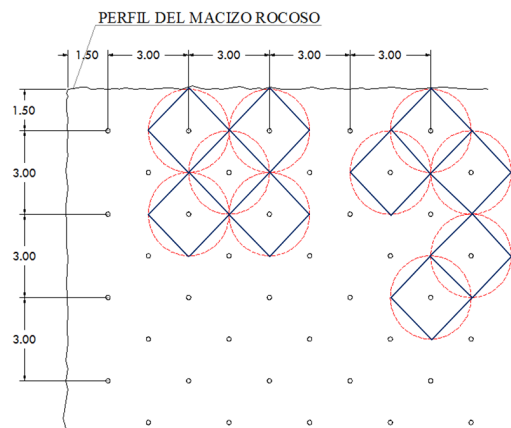


Figura 2.- Radio de alcance de demolición de roca

6. Proceso de Trituración y Tamizado

La trituración se da en diferentes etapas para reducir el tamaño de las piedras extraídas debido a que estas etapas de reducción están directamente relacionadas con la energía aplicada. Se divide en 2 etapas:

- Trituración Primaria
- Trituración Secundaria

Para la trituración Primaria en la Cantera San Luis se utiliza una trituradora tipo mandíbula Marca Pioneer Modelo 3042. Para la trituración primaria se usa una trituradora tipo cono, Marca Pioneer Modelo 54". En combinación estas 2 trituradoras tienen una producción de 259.66 Ton/hora.

¹ Las perforadoras TrackDrill son las que tienen su sistema de tracción propio, es decir las que se desplazan por sus propios medios (orugas o cadenas), generalmente hidráulicas y con mayor potencia y para perforaciones masivas.

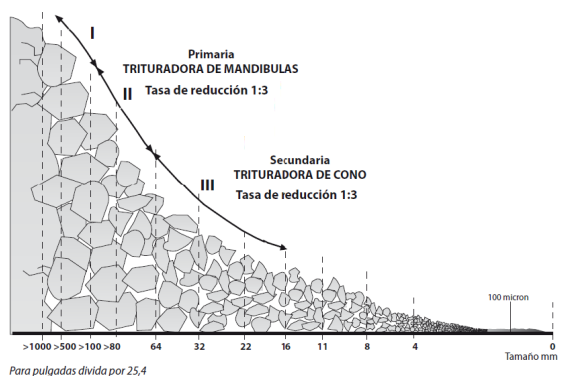


Figura 3.- Reducción de agregados según su fase de trituración

Luego de ser triturado el material este se aloja sobre una banda de 30" de ancho que posteriormente llegara a una zaranda vibratoria compuesta de 3 tamices: $1\frac{1}{4}$ ", $3/8$ " y 4×4 mm. Finalmente estos agregados son acumulados en 3 pilas; Piedra # 57, Piedra #8 y Piedra #10

7. Ensayos Realizados

A continuación se presenta una tabla con los materiales y los respectivos ensayos que se les realizó:

Tabla 2.- Ensayos realizados a los agregados de la cantera San Luis

Ensayos	Materiales Triturados			Mezclas		Cascajo
	Piedra #57	Piedra #8	Piedra #10	Base	Sub-base	Mediano
Granulometría	√	√	√	√	√	√
Densidad y Absorción	√	√	√	---	---	---
Relación de Vacíos	√	√	√	---	---	---
Peso Unitario	√	√	√	---	---	---
Límites de Atterberg	---	---	---	√	√	√
Proctor	---	---	---	√	√	√
CBR	---	---	---	√	√	√
Abrasión de los Ángeles	√	√	√	√	√	---

√ = Ensayo Realizado

--- = Ensayo no Realizado

Se consideraron y analizaron propiedades físicas y de resistencia, para el análisis estas propiedades los ensayos fueron realizados en el laboratorio de suelos de la FICT de la ESPOL.

Adicional a los ensayos que se les realizó a los productos triturados y mezclados de la cantera San Luis se realizó el ensayo de compresión simple a una muestra de macizo rocoso de la cantera.

8. Principales usos de los Materiales de la Cantera

En el caso de la cantera San Luis, el uso de los agregados aplica solo para lo siguiente:

- Hormigones y morteros
- Aglomerados asfálticos
- Carreteras (Bases y Sub-bases)
- Rellenos de nivelación y estabilización
- Escollera

La cantera San Luis produce agregados gruesos y agregados finos para hormigones convencionales. Dentro de los triturados gruesos se comercializa la piedra 57 y dentro de los triturados finos el Cisco (arena gruesa), vende Base Clase 1 tipo A, Sub-Base Clase 1. Para hormigón asfáltico venden la Piedra #8. Vende Cascajo fino, mediano y grueso como material de relleno, también produce Piedra Base de tamaño máximo de 35 cm y Piedra Bola, cuyo diámetro es mayor a los 40cm.

9. Conclusiones y recomendaciones

- La cantera San Luis produce agregados naturales *triturados* sedimentarios. El macizo rocoso de la cantera San Luis está conformado por Lutita Silicificada y Arenisca. Actualmente producen agregados procedentes de la Lutita.
- Se sigue un proceso de barrenado y voladura para explotar del macizo rocoso aunque para macizo rocoso bien fisurado se extrae la roca mediante procesos de extracción mecánicos.
- Para la trituración del agregado se requieren 2 procesos: Trituración primaria (trituradora de mandíbula) y trituración secundaria (trituradora de cono), luego se continua con el cribado (zaranda).
- Para la trituración del agregado se requieren 2 procesos: Trituración primaria (trituradora de mandíbula) y trituración secundaria (trituradora de cono), luego se continua con el cribado (zaranda).
- Se producen agregados conocidas como Piedras #8, #10 y #57. Se produce Base clase 1 tipo A, Sub-base clase 1 tipo A: cascajo fino, mediano y grueso, como material de relleno. También se produce Piedra Bola y Piedra Base.
- Para el análisis de la granulometría de los agregados, nos basamos en la norma ASTM C-33, debido a que la mayoría de los agregados de la cantera son empleados para la elaboración de hormigones y para el análisis de las mezclas que son empleadas para obras civiles de carretera de la cantera San Luis fueron analizadas según la norma ecuatoriana MTOP.

10. Agradecimientos

Agradecemos a padres, profesores compañeros y amigos que de una u otra forma colaboraron en el proceso de elaboración de este trabajo, especialmente

al PhD. Bolívar Arreaga Gerente de Operaciones de la Cantera San Luis

11. Bibliografía:

- [1]. *Pequeña historia de los áridos* [En Línea], Barcelona: Editorial Mediterránea, Febrero 2008. Disponible en Internet: <http://www.conocelosaridos.org/pdfs/historia.pdf>
- [2]. José-Lis Parra y Alfaro. *Materiales Utilizados como Áridos*. 1ra edición. España: Madrid, 18 de marzo del 2003, Tipos de áridos, p. 15-17.
- [3]. UNAM, *Pruebas de Laboratorio para determinar propiedades de los Suelos*. México, Enero del 2010. p. 2-19, 24-26, 67-75, 107-111.
- [4]. Damián Alcívar Escobar. *Estudio de Impacto Ambiental de la Cantera San Luis*. Enero 2004.
- [5]. Terreros Carmen, *Mecánica de suelos Laboratorio*, 1995.
- [6]. American Society for Testing and Matirials, Anul bool ASTMSTANDARDS 1994, Sección C-33, Especificaciones Normalizadas para Agregados para Concreto.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.