

Técnicas de caracterización de
minerales granulares no metálicos

Technical characterization of non-
metallic granular minerals

Cano, E.¹
Hidalgo, N.¹
Romero, M.¹
Meissl, A.¹
Matar, M.¹

¹ Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ingeniería. Av. Libertador San
Martín 1109. C.P. 5400. San Juan. Argentina.
Contacto: nhidalgo@unsj.edu.ar

RESUMEN

La creciente demanda de materiales para la construcción proveniente de origen natural, se incrementa cada día, particularmente de los minerales granulares, siendo estos de diversos tipos tanto por su génesis como por sus características físico – mecánicas y constituyen una materia prima valiosa para las obras mineras y civiles de la provincia de San Juan.

El objetivo de este trabajo es determinar las características físico - mecánicas de minerales granulares de distintos tipos de rocas presentes en las diferentes canteras de la provincia de San Juan y establecer una relación con la normativa correspondiente a cada uso.

La metodología empleada consistió en relevar las canteras actualmente en producción de áridos y otros minerales granulares del Valle de Tulum. Para ello se elaboró cartografía digital de las áreas seleccionadas mediante el procesamiento digital de imágenes LandSat 5TM y ASTER. Dando como resultados imágenes falso color, imágenes ratio que en combinación de aplicación de índices y filtros, permitió caracterizar la fisiografía, litología, distribución de las canteras, tipos de rocas, etc. Se utilizó, software para el procesamiento digital de imágenes y generar de esta manera un Sistema de Información Geográfica (SIG), cuya finalidad es la obtención de una carta geotécnica. Para completar el estudio, se realizó una caracterización físico-mecánica de los materiales de cada cantera mediante la aplicación de normas IRAM y ASTM.

Como resultado de la caracterización de cada cantera permitió establecer diferentes usos de estos minerales granulares no metálicos tanto para obras viales como civiles.

Palabras Clave: Minerales granulares, canteras, caracterización de minerales.

ABSTRACT

There is a growing demand for natural-origin building materials that increases every day, particularly, the demand of granular minerals. These minerals vary in type according to their origin and their physic-mechanical characteristics, and they also constitute a valuable raw material for mining and civil works in the province of San Juan.

The aim of this work is to determine the physic-mechanical cha-

racterísticas de granular minerales from different types of rock present in the quarries of the province of San Juan, and to establish a relationship with the corresponding standards according to each use.

The methodology consisted on surveying quarries which currently produce aggregates or other granular minerals from the Valle del Tulum. To achieve this, digital cartography from the selected areas was created by means of the digital processing of LandSat 5TM and ASTER images. This process resulted in false color images and ratio images that combined with the application of indexes and filters, allowed us to characterize the physiography, lithography and distribution of the quarries, the types of rocks, etc. A digital image processing software was used to produce a Geographic Information System (GIS), so as to obtain a geotechnical map. At the end of this study, a physico-mechanical characterization of the material obtained from each quarry was carried out applying the IRAM (Argentina) and ASTM standards.

As a result, the characterization of each quarry allowed us to establish the different uses of the non-metallic granular minerals for civil and road works.

Keywords: Granular minerals, quarries, characterization of minerals.

INTRODUCCIÓN

Los minerales granulares presentes en el lecho de los ríos y los sedimentos de pie de monte, se presentan de diversos tipos tanto por su génesis cómo por sus características físico – mecánicas y constituyen una materia prima valiosa para las obras mineras y civiles.

En el caso de la provincia de San Juan, los yacimientos de áridos se ubican en una extensa área del Valle de Tulum, asiento de la ciudad de San Juan. Históricamente se explotaban áridos en las playas y márgenes del río San Juan por su afloramiento cercanía y buena calidad [1].

La gran mayoría de los áridos que se utilizan comercialmente son cantos rodados redondeados para el caso de las gravas fluviales y subredondeados para las gravas provenientes del pie de monte. Los áridos provenientes de la trituración de rocas solo se producen como un subproducto de descarte de otras actividades mineras, en san Juan no se producen áridos por trituración de rocas. [2] [3].

Las zonas de estudio más importantes de la provincia se localizan

en el Departamento de Chimbas a la vera y dentro del cauce seco del Río San Juan, y en el pie de monte de la sierra de Pié de Palo en los departamentos de San Martín, Angaco y Caucete [4] [5].

La utilización de la teledetección como técnica de trabajo mediante el procesamiento digital de las imágenes permite a partir de imágenes falso color, imágenes ratio que en combinación de aplicación de índices y filtros, caracterizar la fisiografía, litología, distribución de las canteras y tipos de rocas. [6] [7].

En este contexto, el objetivo de este trabajo, que forma parte de un proyecto de investigación de CICITCA, es determinar las características físico - mecánicas de minerales granulares de distintos tipos de rocas presentes en diferentes canteras de la provincia de San Juan y establecer una relación con la normativa correspondiente a cada uso.

PARTE EXPERIMENTAL

A-Relevamiento de canteras de áridos en producción:

En una primera etapa se ha avanzado en la caracterización de las áreas de estudio a partir de imágenes satelitales. La metodología contempló la utilización de la teledetección como técnica de trabajo mediante el procesamiento digital de las imágenes provenientes del Landsat 8 OLI (LC08_L1TP_232082_20171212_20171223). Se realizaron coeficientes de bandas para la diferenciación litológica, la identificación de las áreas de aporte y la caracterización físico ambiental en que se desarrollan los minerales granulares en esta área. Se utilizó como software de soporte ENVI 4.5.

En una segunda etapa, se realizaron campañas para toma de muestras, en el departamento de Chimbas a la vera y dentro del cauce seco del Río San Juan, y en el pie de monte de la sierra de Pié de Palo en los departamentos de San Martín y Caucete. En la Figura 1, se detallan las principales zonas de estudio.

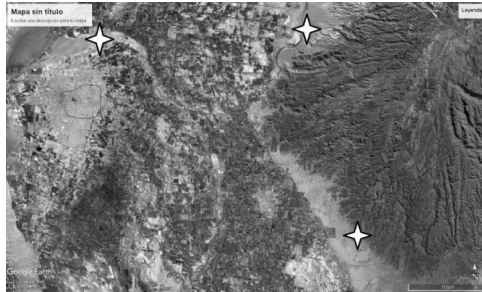


Figura 1: Zona de estudio y ubicación de canteras

B. Ensayos de Caracterización

B.1. Preparación de muestras

Las muestras obtenidas de cada cantera denominadas: cantera A (departamento de Chimbas), cantera B (departamentos de San Martín), cantera C (departamento Cauce), fueron homogeneizadas, para ser reducida en cantidad y así obtener una muestra representativa, teniendo en cuenta la norma IRAM 1509 de muestreo de los agregados. Luego se secaron en estufa durante 24 horas, a una temperatura de 105° aproximadamente, hasta peso constante, de la cual se obtuvieron una cantidad de masa mínima acorde al tamaño máximo nominal, según la normativa de cada ensayo.

B.2. Análisis granulométrico y estudio Petrográfico mineralógico

Para realizar el análisis granulométrico se siguió el procedimiento de la NORMA IRAM 1505. La determinación de esta clasificación de tamaños sirve para la elaboración del ensayo petrográfico, para el mismo se utilizó la NORMA IRAM 164. Como indica la norma, cada fracción de tamiz debe ser estudiada separadamente. En este estudio se consideraron al menos 300 partículas de las fracciones 1/2" y 3/8" y cantidades variables de las fracciones 1" y 3/4".

Los clastos se agruparon según su resistencia y litología para cada fracción; fueron analizados por observación directa del corte fresco del mismo con la ayuda de la lupa de 10 y 20x y lupa binocular.

B.3. Ensayos físicos - mecánicos:

Las densidades real y neta de los áridos permiten conocer sus volúmenes compactos, relacionado con la densidad aparente, puede

determinarse la compacidad del árido. La absorción está íntimamente vinculada con la porosidad interna de los granos de árido y con la permeabilidad de los morteros y hormigones. Se utilizó la Norma ASTM D2216-98 que establece los procedimientos para determinar las densidades real y neta y la absorción de agua de los áridos gruesos.

B.3.1.Lajosidad y Elongación

Para este estudio se procedió a determinar el índice de lajosidad y elongación de los agregados según norma IRAM 1687-1 y IRAM 1687-2. El índice de lajosidad se basa en la clasificación de los agregados como lajas, cuando tienen un espesor (menor dimensión) menor que 0,6 veces su tamaño nominal y se determina separando las partículas lajosas y expresando sus masas como un porcentaje de la masa de la muestra ensayada..

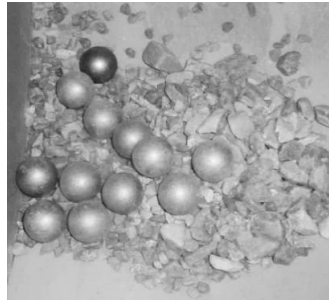
Se procedió a determinar el índice de elongación de los agregados según norma IRAM 1687-La elongación se basa en la clasificación de los agregados cuando tienen una longitud (mayor dimensión) mayor que 1,8 veces su tamaño original. Para determinar el tamaño de la fracción a la que pertenece la partícula ensayada, se toma como valor medio de las aberturas de los tamices límites utilizados.

B.3.2.Ensayo de los Ángeles

Para realizar el ensayo de determinación del índice de desgaste que depende de la abrasión por medios mecánicos (Máquina Los Ángeles) se utilizó la norma IRAM 1532. Este ensayo determina la abrasión a través de la distribución granulométrica de la mezcla de árido, para lo cual fue necesario separar 5kg de material distribuidos proporcionalmente en la serie de tamices 1", 3/4", 1/2" y 3/8". Cada una de las fracciones se secó en estufa a 107,50°C, hasta obtener una masa constante. Se expresa la pérdida del material o desgaste como el porcentaje de pérdida de masa de la muestra con respecto a su masa inicial según lo indicado por la norma utilizada. En la figura 2 se muestra la máquina de los Ángeles y la muestra introducida con la carga de las bolas.



a)



b)

Figura 2. a) Máquina de los Ángeles y b) muestra con la carga de las bolas

RESULTADOS Y DISCUSIONES

B.2.Resultados ensayos petrográficos: se evidencian en Tabla 1, se describe en Tabla 3.

Tabla N° 1: fotografías de la petrografía de las 3 canteras

<p>Cantera A</p>	<p>Cantera B</p>	<p>Cantera C</p>

Resultados ensayos granulométricos: se detallan en Tabla 2.

Tabla 2. Análisis Granulométrico de las canteras en estudio.

Muestras	Análisis Granulométrico																								
Cantera A	<table border="1"> <caption>Data for Cantera A Granulometric Curve</caption> <thead> <tr> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Pasa (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100</td><td>100</td></tr> <tr><td>75</td><td>82</td></tr> <tr><td>50</td><td>68</td></tr> <tr><td>25</td><td>60</td></tr> <tr><td>10</td><td>52</td></tr> </tbody> </table>	Tamiz (mm)	Pasa (%)	100	100	75	82	50	68	25	60	10	52												
Tamiz (mm)	Pasa (%)																								
100	100																								
75	82																								
50	68																								
25	60																								
10	52																								
Cantera B	<table border="1"> <caption>Data for Cantera B Granulometric Curve</caption> <thead> <tr> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Pasa (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>50</td><td>100</td></tr> <tr><td>20</td><td>65</td></tr> <tr><td>10</td><td>45</td></tr> <tr><td>5</td><td>30</td></tr> <tr><td>2,5</td><td>20</td></tr> <tr><td>1,25</td><td>15</td></tr> <tr><td>0,625</td><td>12</td></tr> <tr><td>0,3125</td><td>10</td></tr> </tbody> </table>	Tamiz (mm)	Pasa (%)	50	100	20	65	10	45	5	30	2,5	20	1,25	15	0,625	12	0,3125	10						
Tamiz (mm)	Pasa (%)																								
50	100																								
20	65																								
10	45																								
5	30																								
2,5	20																								
1,25	15																								
0,625	12																								
0,3125	10																								
Cantera C	<table border="1"> <caption>Data for Cantera C Granulometric Curve</caption> <thead> <tr> <th>Tamiz (mm)</th> <th>Pasa (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>100,0</td><td>70</td></tr> <tr><td>70,0</td><td>65</td></tr> <tr><td>50,0</td><td>50</td></tr> <tr><td>30,0</td><td>45</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>40</td></tr> <tr><td>15,0</td><td>35</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>32</td></tr> <tr><td>7,0</td><td>30</td></tr> <tr><td>5,0</td><td>28</td></tr> <tr><td>3,0</td><td>26</td></tr> <tr><td>2,0</td><td>25</td></tr> </tbody> </table>	Tamiz (mm)	Pasa (%)	100,0	70	70,0	65	50,0	50	30,0	45	20,0	40	15,0	35	10,0	32	7,0	30	5,0	28	3,0	26	2,0	25
Tamiz (mm)	Pasa (%)																								
100,0	70																								
70,0	65																								
50,0	50																								
30,0	45																								
20,0	40																								
15,0	35																								
10,0	32																								
7,0	30																								
5,0	28																								
3,0	26																								
2,0	25																								

En función de analizar las distintas curvas granulométricas se determina que la distribución de tamaños de la cantera B es la más homogénea en comparación con las otras dos canteras.

B.3. Resultados de los ensayos de Caracterización

En Tabla 3 se presentan los resultados obtenidos de las distintas caracterizaciones descriptas anteriormente. En lo referido a descripción petrográfico y mineralógico y ensayos fisico-mecánicos.

Tabla 3. Resultados ensayos de caracterización.

Muestras	Petrografía	Densidad (g/cm ³)	Desgaste (%)	Lajosidad (%)	Elongación (%)
Cantera A	pórfidos riolíticos, dacíticos, andesíticos, grauwacas y rocas graníticas.	263 a 266	5 y 13	2	3
Cantera B	esquistos, gneis cuarzo y calizas y migmatitas	2,71	16,60	32	36
Cantera C	gneis laminares y bandeados, gneis laminares y bandeados planares gneis laminares y bandeados con costra cuarzo y Esquistos Micáceos y, migmatitas	2,71	13,80	25	36

A partir de la Tabla 3 se observan muy bajos valores de lajosidad y elongación de las muestras de la Cantera A debido a su origen magmático y fluvial, con un transporte de varias centenas de kilómetros. En comparación, las otras canteras presentan valores altos de estos índices debido a su origen metamórfico y de pie de monte con escaso transporte y con una predominancia de rocas esquistosas.

También estas características físicas de las rocas se muestran en la diferencia de comportamiento en los ensayos de desgaste siendo mayores para las canteras B y C debido a su composición petrográfica.

CONCLUSIONES

Se concluye que los resultados obtenidos de las caracterizaciones físico - mecánicas de los minerales granulares de las canteras estudiadas podrían tener un uso vial en función de la normativa vigente según Vialidad Nacional.

REFERENCIAS

1. Dirección de Minería de San Juan – Minería Extractiva. 2000.
2. F. Arredondo. “Los Áridos en la Construcción”. Editores Técnicos Asociados S.A. España. 1967.
3. Y. Anderson, F. Chacón, F. Madrid, A. Neila, M. Regalado, D. Rodríguez. “Trabajo de Investigación Cátedra Geotecnia-Explotación de Áridos”. Departamento de Geología. Universidad Nacional de San Juan. Argentina. 2001.
4. V. Altuna, M.P. Cruz. “Caracterización de yacimientos de áridos en el gran Córdoba: algunas consideraciones para uso en hormigones elaborados”. Congreso Argentino de Mecánica

- de Suelos e Ingeniería Geotécnica-CAMSIG XXI. Santa Fe. 2012.
5. L. Salinas Leonor, G. Castro, C.Herrera, M. M. Matar. “Los áridos en la provincia de San Juan, Instituto de Investigaciones Mineras, Universidad Nacional de San Juan, 2011.
 6. L. Regueiro, M. González-Barros. “La extracción de áridos en la Unión Europea en el marco de la estrategia del uso sostenible de los recursos naturales”. Boletín Geológico y Minero (BMG), nº117(2), pp: 231-243, 2006.
 7. L.I. Salinas, G. Castro, M. M. Matar. “Los áridos de la provincia de San Juan”. III Jornadas Iberoamericanas de Materiales de Construcción. San Juan. Argentina. 2003.