



## Nota Técnica

# Caracterización morfológica y granulométrica de algunas arenas de la ciudad de Córdoba

## Grain size and morphological characterization of some sands from Cordoba city

Aiassa Martínez, Gonzalo M. <sup>1</sup> ✉ - Arrúa, Pedro A. <sup>1</sup> - Eberhardt, Marcelo G. <sup>1</sup>

Recibido: 30 de Julio de 2012 • Aceptado: 25 de Julio de 2013

### Resumen

*Los estratos de arena son utilizados con frecuencia como mantos de fundación para diferentes tipos de estructuras. En la Ciudad de Córdoba, los limos de origen predominantemente eólico y las arenas aluviales son suelos frecuentes en los perfiles geotécnicos.*

*El comportamiento de los suelos de granos gruesos, como las arenas, se encuentra influenciado por la morfología y distribución de tamaños de granos, manifestado por la interacción entre las partículas. Este trabajo presenta una caracterización de algunas arenas de la Ciudad de Córdoba. En el análisis se consideraron zonas de gran desarrollo urbano, y se conformaron grupos con características similares, los grupos se denominaron: General Paz, Centro, Colorada y Ayacucho. En laboratorio se efectuaron ensayos granulométricos y clasificación de suelos, junto con un análisis morfológico de partículas por medio de micrografías.*

**Palabras Claves:** *Partícula, Forma, Micrografía.*

### Abstract

*The sand layers are often used as foundation beds for different types of structures. In Córdoba city, predominantly wind origin silts and alluvial sands are common soils in geotechnical profiles.*

*The soil behavior, particularly coarse-grained soils like sands, is strongly influenced by the particles morphology and grain sizes distribution, expressed by the interaction between the particles. This paper presents a characterization of some sands from Córdoba City. The analysis considered highly developed urban areas and groups with similar characteristics were formed, the groups were designated: General Paz, Central, Colorada and Ayacucho. In laboratory tests for classification and grain sizes distribution were conducted, together with a morphological analysis of particles by micrographs.*

<sup>1</sup>. Departamento de Ingeniería Civil.  
Facultad Regional Córdoba. Universidad Tecnológica Nacional

✉ gaiassa@scdt.frc.utn.edu.ar

**Keywords:** *Particle, Shape, Micrographs.*

## INTRODUCCIÓN

En la Ciudad de Córdoba los suelos limosos y limo-arenosos de origen eólico (loess) y las arenas aluviales, son suelos frecuentes en los perfiles geotécnicos de los primeros 20 metros de profundidad (Rocca y Quintana Crespo, 1999). El comportamiento a macroescala del suelo resulta de la interacción entre las partículas. La distribución de tamaños y forma de los granos juegan un rol fundamental en la determinación del comportamiento y constituyen un indicador del proceso de formación, transporte y ambiente de deposición. En el análisis de la forma de los granos, en general se establecen dos escalas: la forma global del grano y la característica de la superficie (Mitchell y Soga, 2005; Cho et al., 2006).

En este trabajo se presenta un análisis de tamaños, distribución y morfología de los granos de algunas arenas de la Ciudad de Córdoba. La morfología se analizó por medio de la técnica micrográfica presentada en Uday et al. (2013). Se han considerado zonas de gran desarrollo urbano, y se constituyeron Grupos de suelos con similares características. Los resultados obtenidos aportan una base para el desarrollo de investigaciones orientadas a la interpretación del comportamiento de estos suelos utilizados en diferentes proyectos de ingeniería.

## RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se han considerado cuatro grupos de estudio, el primer Grupo se ha denominado General Paz, abarca gran parte de los Barrios General Paz y Juniors, y se localiza sobre el margen Norte del Río Suquia. El segundo Grupo se denomina Centro y se ubica en el mismo sector sobre el margen Sur del Río, limitando con el Arroyo La Cañada hacia el Oeste, el tercer Grupo es el designado como Colorada, y abarca un sector de Nueva Córdoba y parte de los Barrios Observatorio y Paso de Los Andes. Por último, el cuarto Grupo corresponde al de Ayacucho, y se ubica en el margen Oeste del Arroyo La Cañada, a la altura de Barrio Observatorio (Figura 1).

Los Grupos definidos presentan perfiles geotécnicos característicos y, en general, todos los casos presentan materiales rellenos y suelo limo-arenoso en los primeros 2 a 3 metros de profundidad medidos desde la superficie del terreno. A partir de estas profundidades se detectan los estratos de arenas de donde fueron recolectadas las muestras. Las curvas granulométricas fueron obtenidas por tamizado (Figura 1). La mayor parte del material (>90%) se encuentra contenido dentro de la categoría de arena, con ligera participación de gravas de menor tamaño (<20mm). Todas las arenas consideradas son limpias, ya

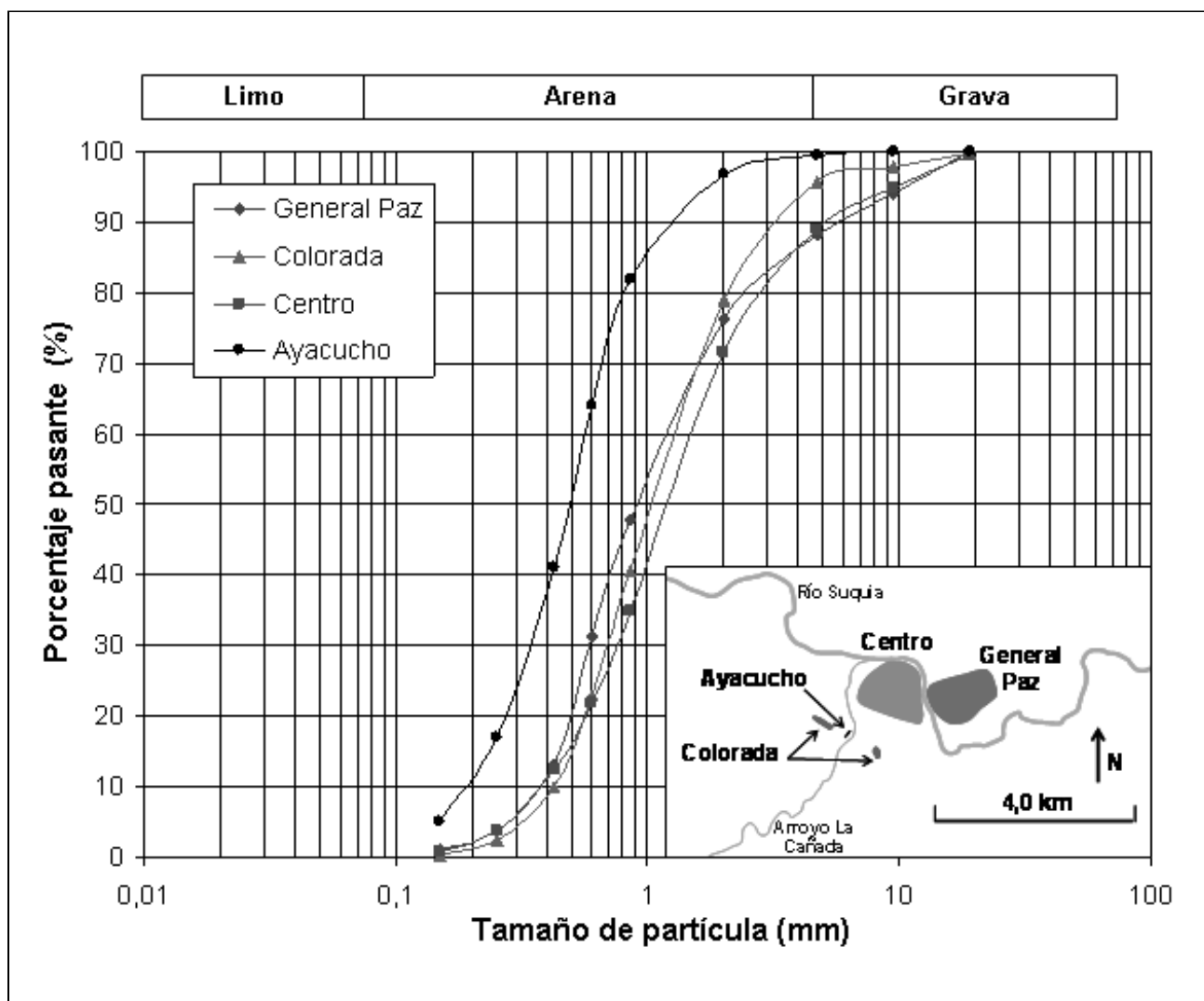


Figura 1. Curvas de distribución granulométrica.

que no evidencias contenidos significativos de limos y/o arcillas. La clasificación corresponde al de arenas mal graduadas y se designan como SP según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) (Lambe y Whitman, 1969). La distribución de tamaños de partículas se analiza con el coeficiente de uniformidad (Cu), y el coeficiente de curvatura (Cc) (Tabla 1). En los Grupos General Paz y Centro se encontraron rodados aislados de mayor tamaño (>75mm) que no fueron incluidos en las muestras.

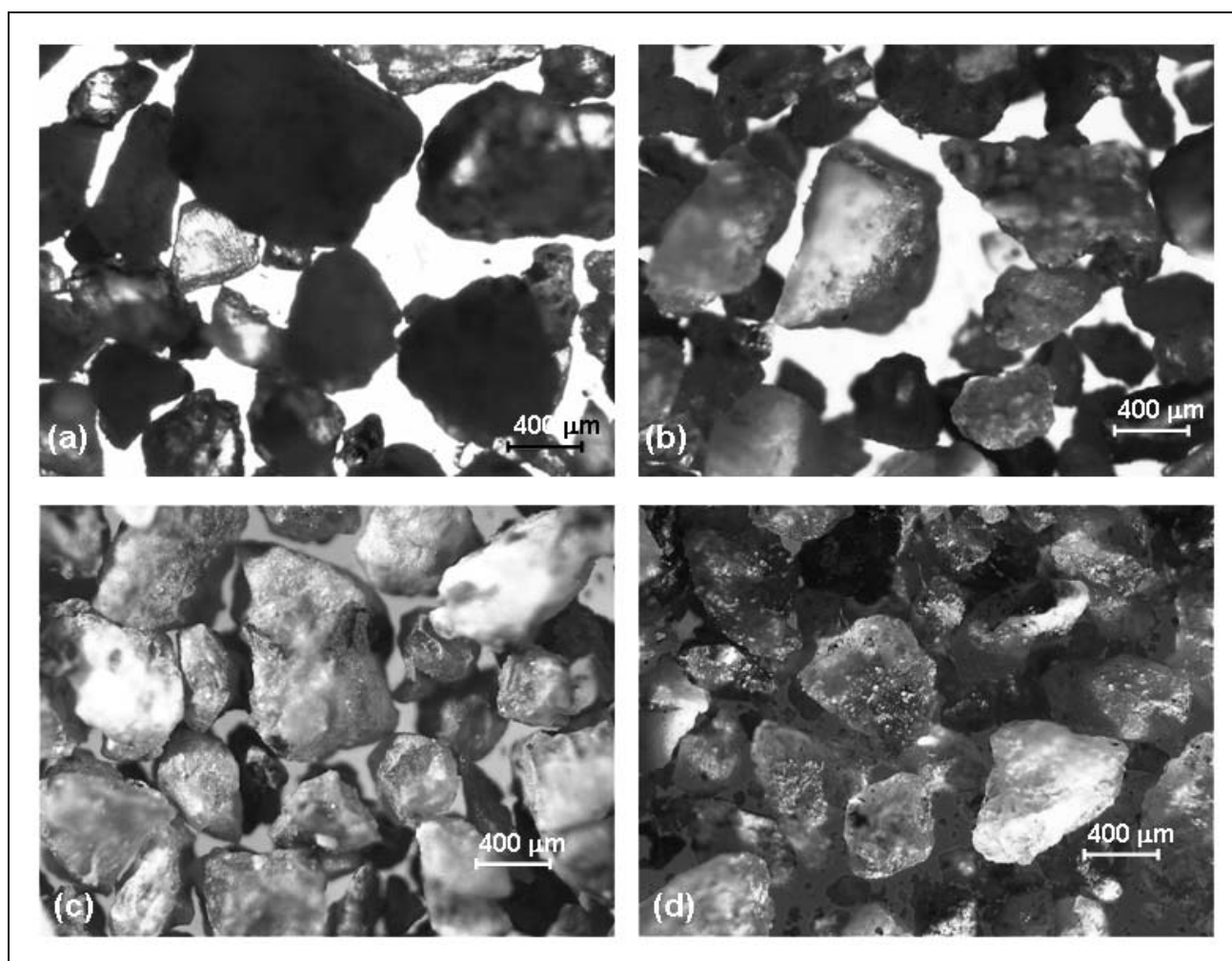
La morfología de las partículas de los diferentes grupos puede analizarse en la Figura 2 a partir de las micrografías obtenidas mediante microscopio. Visualmente la morfología se describe a partir de la esfericidad (S), la redondez (R), y la regularidad ( $\xi$ ) (Mitchell y Soga, 2005; Uday et al., 2013). La esfericidad depende del alargamiento, mientras que la redondez depende de las salientes angulares de las partículas. En general, el incremento de la redondez se asocia con reducciones en los valores del ángulo de reposo del material. Los resultados de S y R fueron obtenidos numéricamente por el procedimiento de Uday et al. (2013), a un conjunto de 10 granos aleatorios de cada Grupo. Todos los Grupos presentan características de media a elevada esfericidad, y baja redondez. En general, se observan superficies de partículas rugosas y limpias, con excepción del Grupo Colorada en donde puede apreciarse una película superficial adherida a los granos.

**Tabla 1. Características de distribución de tamaño y morfología de partículas.**

Grupo	Cu	Cc	USCS	R	S	$\xi$
General Paz	2,8	0,8	SP	0,40	0,63	0,51
Centro	3,0	1,1	SP	0,46	0,57	0,51
Colorada	2,7	1,1	SP	0,44	0,59	0,51
Ayacucho	2,9	0,9	SP	0,45	0,62	0,53

## CONCLUSIONES

En este trabajo se ha presentado un análisis de morfología y tamaño de los granos de algunas arenas de la Ciudad de Córdoba. Se han agrupado zonas con características geotécnicas similares, localizadas en sectores de gran desarrollo urbano. A partir de muestras de arenas representativas de los Grupos se efectuaron ensayos de caracterización granulométrica. Por medio de micrografías se ha podido analizar la morfología y características superficiales de los granos. En general, se han observado granos con media a elevada esfericidad y media a baja redondez. Las superficies de los Grupos General Paz, Centro y Ayacucho se identificaron como limpias y rugosas, mientras que en el Grupo Colorada se identificaron películas superficiales de material.



**Figura 2. Micrografías de cada uno de los Grupos: (a) General Paz, (b) Centro, (c) Colorada, (d) Ayacucho.**

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la SCyT, y al Dpto. de Ing. Civil, de la FRC, UTN. Al Ministerio de Ciencia y Tecnología de la Provincia de Córdoba, y a la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica, FONCYT, proyecto PICT.

## TRABAJOS CITADOS EN EL TEXTO

- CHO, G., DODDS, J. AND SANTAMARINA, J. 2006.  
Particle shape effects on packing density, stiffness and strength - Natural and crushed sands.  
*Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*. Vol. 132, No. 5, 591-602.
- LAMBE, T.W. AND WHITMAN, R.V., 1969.  
Soil Mechanics.  
*John Wiley & Sons*.
- Mitchell, J. and Soga, K., 2005.  
Fundamental of soil behavior.  
*John Wiley & Sons*.
- ROCCA, R.J., Y QUINTANA CRESPO, E., 1999.  
Zonificación de Córdoba mediante análisis estadístico de perfiles geotécnicos.  
*Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente*. No 13, 137-150.
- UDAY, K.V., PADMAKUMAR, G.P. AND SINGH, D.N., 2013.  
Some studies on morphology of the coarse-grained soils.  
*Engineering Geology*. 152, 48-55.