



**Evento:** XXX Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

## **VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN MUESTRAS DE SUELOS CEMENTO**

**VARIATION OF THE STRENGTH TO SIMPLE COMPRESSION IN SAMPLES OF CEMENT SOILS**

**Drewes, Mario<sup>2</sup>; Horn, Jonatan R.<sup>3</sup>; Bressan, Daniel A.<sup>4</sup>; Pintos, Nicolás A.<sup>5</sup>; Bogado, Gustavo O.<sup>6</sup>; Reinert, Hugo O.<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Proyecto de investigación. Código16/I1359-PI. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Argentina.

<sup>2</sup> Integrante del Proyecto, Pasante de Dirección Provincial de Vialidad, Estudiante de Ingeniería Civil, FI-UNaM, Oberá, Misiones, Argentina.

<sup>3</sup> Integrante del Proyecto, Pasante de Dirección Provincial de Vialidad, Estudiante de Ingeniería Civil, FI-UNaM, Oberá, Misiones, Argentina.

<sup>4</sup> Integrante del Proyecto, Docente Departamento de Ingeniería Civil, FI-UNaM, Oberá, Misiones, Argentina.

<sup>5</sup> Integrante del Proyecto, Docente Departamento de Ingeniería Civil, FI-UNaM, Oberá, Misiones, Argentina.

<sup>6</sup> Director del Proyecto, Docente Departamento de Ingeniería Civil, FI-UNaM, Oberá, Misiones, Argentina.

<sup>7</sup> Co-director del Proyecto, Docente Departamento de Ingeniería Civil, FI-UNaM, Oberá, Misiones, Argentina.

## **INTRODUCCIÓN**

Las mezclas de suelo cemento son utilizadas ampliamente en la estabilización de suelos y básicamente la premisa fundamental es que su utilización sea en menor cantidad. La incorporación de cemento en el suelo, permite aportar propiedades ligantes y mejorar de esta manera el comportamiento tenso-deformacional a largo plazo. Estas propiedades son necesarias para que las obras de ingeniería, como ser los caminos, posean una buena performance y mayor durabilidad. La incorporación de suelo cemento fue ampliamente estudiada por Consoli et al (2011), Faro et al. (2015) entre otros. En este artículo, se trabaja la variación de la plasticidad en la incorporación de cemento a los suelos residuales de la región. El objetivo fundamental es determinar o evaluar el grado de mejoramiento en las propiedades resistentes mediante la realización de ensayos de compresión simple en probetas moldeadas a diferente contenido de cemento.



### METODOLOGÍA

Las muestras analizadas en el Laboratorio de Ingeniería Civil (LIC) fueron tomadas en campo por los integrantes del Proyecto de Investigación y personal de apoyo del Laboratorio.

Con las muestras obtenidas, se realiza en primera instancia los ensayos de caracterización correspondientes, Límites de Atterberg (IRAM 10501-2007), Granulometría por tamizado vía húmeda (IRAM 10507-1986), y Clasificación de Suelos (IRAM 10509-1982).

Asimismo, para la ejecución de los ensayos Próctor respectivos, el suelo es previamente secado al aire a temperatura ambiente por 7 días, posteriormente mortereado y cribado por el tamiz N° 4 (4.75mm). Con el material pasante se realizaron las rutinas de laboratorio, lo cual consiste en preparar siete muestras de suelo variando el contenido de agua para conseguir las humedades de moldeo, estas muestras se dejan reposar por 24hs en bolsas cerradas para asegurar su correcta homogeneización.

Luego de esto es incorporado el cemento en las muestras, con ayuda de un tamiz N° 40, minutos antes de realizar el ensayo de compactación para evitar una reacción anticipada de agua/cemento, los porcentajes de cemento utilizados se definieron en 2%, 4%, 6%, 8% y 10%.

En cuanto al ensayo de compactación, se tomó como referencia la Norma IRAM 10522 “Método de ensayo de compactación para mezclas de suelo-cemento”, y se efectuaron los correspondientes ensayos de compactación tal como lo indica el “Método normal”.

Una vez definida la humedad óptima mediante los ensayos Próctor se humedece un punto para cada contenido de cemento en su respectiva humedad óptima y se la deja homogeneizar durante 24hs, luego se moldean las distintas probetas con las densidades correspondientes en un molde especial (Figura 1) y se las deja reposar durante 24hs para que el cemento ligue las partículas de suelo. Luego de las 24 hs se ensaya la probeta a compresión simple en una prensa axial midiendo carga y deformación.



Figura 1 – Molde especial (bipartido) para moldeo de probetas a ensayar

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 se indica la variación de la resistencia a la compresión simple en función de la variación en el contenido de cemento. Se observa un incremento en  $q_c$  con el aumento en el contenido de cemento. Este incremento es del orden del 30 % para un 2 % de cemento y del 80 % para un contenido de cemento del 8 %. En contenidos de cemento mayores se verificó una disminución en la resistencia. Con los datos obtenidos, se realizaron ajustes con el objeto de calibrar la ecuación utilizada en Consoli et. al. (2011).

$$q_c = 98C^{1.09}$$

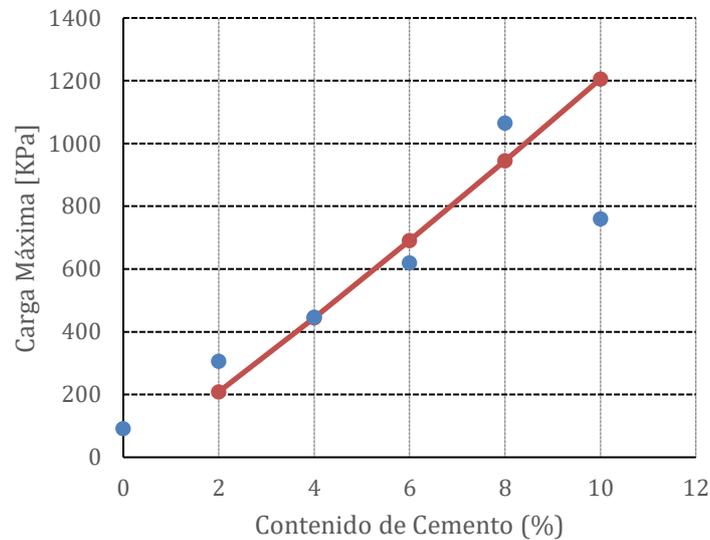


Figura 2 – Resistencia a Compresión Simple

Donde  $q_c$  es una correlación entre la resistencia a compresión simple y el contenido de cemento para una densidad determinada, y el valore de  $C$  corresponde al contenido de cemento de la muestra analizada.

### CONSIDERACIONES FINALES

Se pudo observar un incremento significativo en la resistencia a la compresión simple con el aumento del contenido de cemento en todas las probetas ensayadas. En particular en el ensayo al 10% se observó una disminución respecto del valor obtenido para el 8%, pero sigue siendo superior a los casos de menor contenido de cemento. Con los resultados fue posible ajustar la ecuación de Consoli et. al. en función del contenido de cemento.

**Palavras chave** - Umidade. Compressão simples. Resistência. Cimento.

**Keyword** - Humidity. Simple compression. Endurance. Cement.

### AGRADECIMENTOS

Se agradece la colaboración en laboratorio de todos los integrantes del proyecto de



Investigación 16/I1359-PI “Estabilización de suelos mediante la incorporación de cemento y residuos de la industria misionera” y a los becarios y docentes a cargo del laboratorio de ingeniería civil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Norma IRAM 10501 “Método de determinación del límite líquido y del límite plástico de una muestra de suelo. Índice de fluidez e índice de plasticidad” - 2007.
- [2] Norma IRAM 10507 “Método de determinación de la granulometría por tamizado mediante vía húmeda”, 1986.
- [3] IRAM 10509 “Clasificación de los suelos, con propósitos ingenieriles”, 1982.
- [4] Norma IRAM 10522 “Método de ensayo de compactación para mezclas de suelo-cemento”, 1972
- [5] Consoli, N. C., da Fonseca, A. V., Cruz, R. C., & Silva, S. R. (2011). Voids/cement ratio controlling tensile strength of cement-treated soils. *Journal of geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 137(11), 1126-1131.
- [6] Faro, V. P., Consoli, N. C., Schnaid, F., Thomé, A., & da Silva Lopes, L. (2015). Field tests on laterally loaded rigid piles in cement treated soils. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 141(6), 06015003.
- [7] Horn, J. R., Drewes, M., Alvez, A., Rey Leyes, S. R., Villalba Castillo, F. N., Pintos, N. A., Reinert H. O., Bogado, G. O. Análisis de resultados en ensayos de compactación para mezclas de suelo-cemento. *JIDETeV*. 2022