

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

CORRELACIÓN ENTRE PROPIEDADES INDICES Y PARÁMETROS DE COMPACTACIÓN EN SUELOS RESIDUALES DE MISIONES, ARGENTINA¹
CORRELATION BETWEEN INDEX PROPERTIES AND COMPACTION PARAMETERS IN RESIDUAL SOILS FROM MISIONES, ARGENTINA

Melina Elizabeth Morgenstern², Tkachuk Matías Gabriel³, Basile Alejandro Mariano⁴, Demonari Fernando Emanuel⁵, Bogado Gustavo Orlando⁶, Bressan Daniel Antonio⁷

¹ Proyecto de investigación. Código 16/I145. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Argentina.

² Becario de grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. meelimor04@gmail.com

³ Becario de grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. matiastkachuk@gmail.com

⁴ Estudiante de carrera Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. marianobasile023@gmail.com

⁵ Estudiante de carrera Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. fernandodemonari@gmail.com

⁶ Docente Investigador. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. gustavobogado@fio.unam.edu.ar

⁷ Docente Investigador. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina. bressanobe@gmail.com

Introducción

En gran parte de la provincia de Misiones, se cuenta con suelos residuales lateríticos, los cuales, en estado compactado, demuestran un buen desempeño en diversas obras civiles. Este aspecto es contradictorio al revisar la clasificación según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y el Highway Reserch Board (HRB), que, por lo general, caracteriza a los suelos de la zona como limos de alta o baja plasticidad, no aptos para su utilización en bases o sub-bases de pavimentos. Con este argumento, el proyecto "Estudio de comportamiento geomecánico de suelos residuales compactados" (código 16/I145) de la Facultad de Ingeniería de Oberá, propone elaborar un registro de las propiedades índices y los parámetros de compactación de los suelos residuales de la provincia y estimar posibles correlaciones que permitan optimizar y generar predicciones para estudios de anteproyectos.

En el presente trabajo se propone presentar los resultados de ensayos de caracterización y ensayos de compactación sobre 10 muestras de suelo regional, obteniéndose correlaciones entre densidad seca máxima y humedad óptima junto a propiedades índice, conforme los ensayos de compactación a dos energías de referencia.

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

Metodología

Las muestras de suelo llegan al laboratorio de la FIO en estado suelto, como parte de servicios a terceros, o bien buscados en campo por los integrantes del proyecto en cantidad suficiente para realizar la rutina de ensayos propuesta.

Se ensayaron un total de diez sitios, como se detalla en la siguiente Tabla N^o1.

Tabla N^o1: Designación y localización de los sitios de toma de muestras

Designación	FI001	FI003	FI005	FI006	FI007	FI008	FI009	FI011	GCM01	GCM02
Localidad	L.N. Alen	Panambí	Oberá	Guaraní	Oberá	Oberá	Oberá	Oberá	Aristóbulo del Valle	Posadas
Tipo de obra	Obra Industrial	Estación Transformadora	Estación Transformadora	Obra Industrial	Obra edilicia	Obra edilicia	Obra Vial	Reserva Natural	Estación Transformadora	Conjunto Habitacional

En primer lugar, se realizan los ensayos de caracterización, siguiendo sus respectivas normas de ejecución: Límites de Atterberg - Norma IRAM 10501-2007, Granulometría por tamizado vía húmeda - Norma IRAM 10507-1986, y Clasificación de Suelos - Norma IRAM 10509-1982.

En segundo lugar, se realiza el ensayo de compactación con el material pasante por el tamiz IRAM N.º 4 (4,75mm), luego de dejar secar el suelo a aire y temperatura ambiente durante siete días tal como lo indica la norma IRAM 10511-1972 "Método de ensayo de compactación en laboratorio". Se utilizan dos diferentes tipos de energía, el "Método normal" y "Método normal, alternativa B". El procedimiento consiste en preparar cinco muestras de suelo aumentando el contenido de agua. Cada muestra se compacta en tres capas iguales dentro de un molde de acero normalizado (0,94 dm³ de capacidad y 101+1mm de diámetro), con un pisón normalizado (2500 gr de masa y 50mm de diámetro). La discrepancia entre métodos consiste en que para el Método normal se aplican 25 golpes y en la alternativa B 35 golpes.

Resultados y discusión

En la Tabla N^o2 se presentan los resultados de la caracterización geotécnica de las muestras obtenidas. Según el SUCS, los suelos residuales ensayados se clasifican como MH-ML.

Tabla N^o2: Resultados de la caracterización geotécnica

Muestra	FI001	FI003	FI005	FI006	FI007	FI008	FI009	FI011	GCM01	GCM02
Límite Líquido	54,20	53,00	50,80	66,20	66,30	57,30	39,60	57,00	59,00	50,00
Límite Plástico	40,50	35,20	38,10	44,80	49,50	45,80	30,50	44,60	47,00	36,00
Índice de Plasticidad	13,70	17,80	12,70	21,40	16,80	11,50	9,10	12,40	12,00	14,00
Pasa #200	94,95	92,72	93,81	96,70	96,59	94,23	56,15	96,72	95,61	87,91
Clasificación SUCS	MH	MH	MH	MH	MH	MH	ML	MH	MH	ML
	Limo de alta plasticidad	Limo de alta plasticidad	Limo de alta plasticidad	Limo de alta plasticidad	Limo de alta plasticidad	Limo de alta plasticidad	Limo de baja plasticidad	Limo de alta plasticidad	Limo de alta plasticidad	Limo de baja plasticidad

Las curvas características del ensayo de compactación se detallan en la Figura N^o1, para las diez muestras analizadas en ambas alternativas de energía de compactación. La variación entre la humedad óptima y densidad seca máxima presenta en todos los casos un aumento en la densidad

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

seca máxima y una disminución de la humedad óptima para el caso de la alternativa B, respecto del método normal. Esto se debe, a que al aumentar la energía de compactación se disminuye el espacio ocupado por los vacíos, teniendo como resultado una estructura menos porosa a expensas de un mayor gasto de energía.

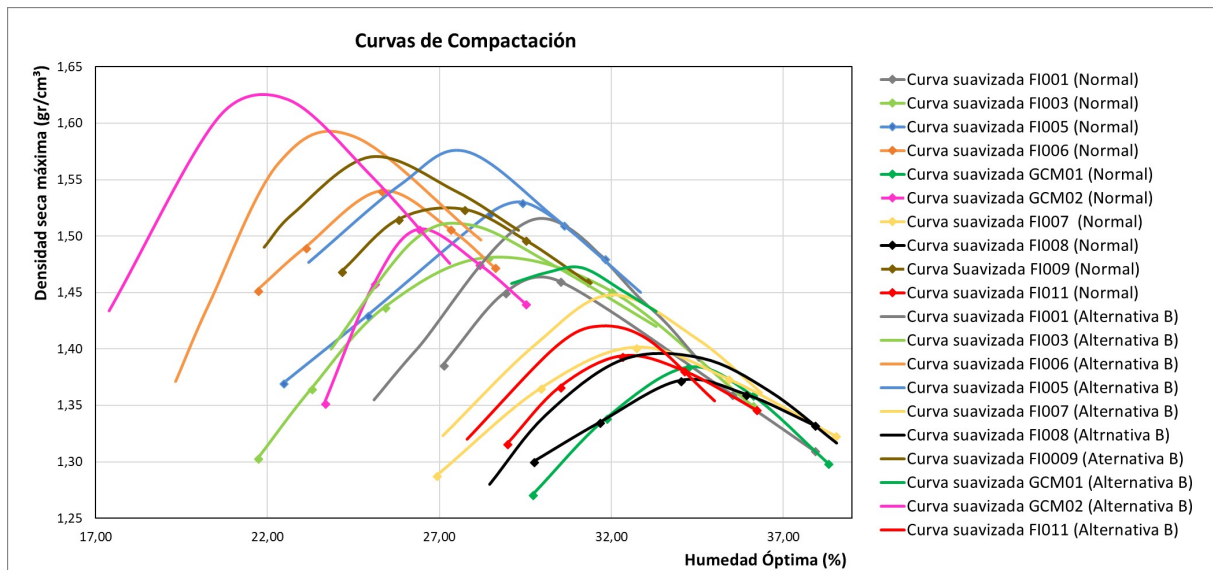


Figura Nº1: Curvas de Compactación: Método normal y Método normal, alternativa B

En la Tabla Nº3, se presentan los valores característicos del ensayo de compactación: humedad óptima y densidad seca máxima, según la aplicación del Método normal y el Método normal, Alternativa B. Asimismo se dan las variaciones de humedad optima y densidad seca máxima al aumentar la energía de compactación.

Tabla Nº3: Resultados de los ensayos de compactación y rangos de variación

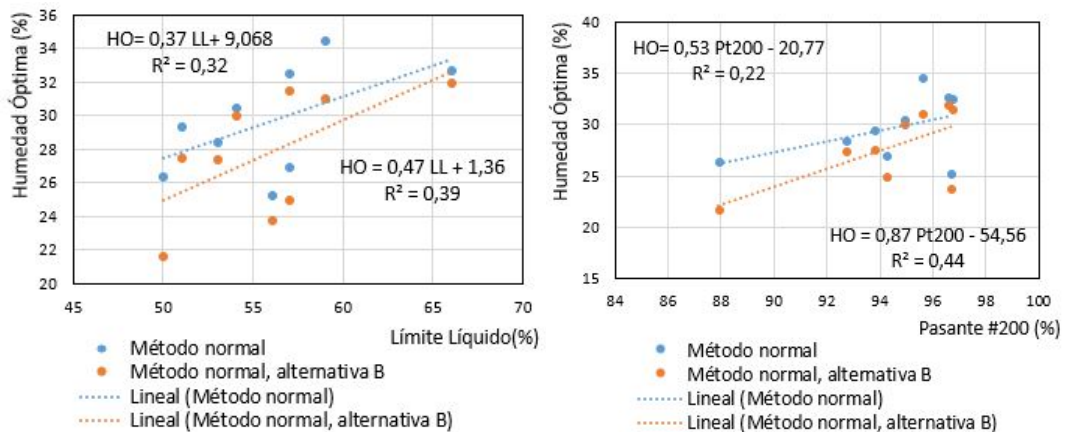
Muestra		FI001	FI003	FI005	FI006	FI007	FI008	FI009	FI011	GCM01	GCM02
Método normal	Humedad óptima (%)	30,50	28,40	29,40	25,30	32,70	34,50	27,00	32,50	34,50	26,40
	Densidad seca máxima (gr/cm³)	1,46	1,48	1,53	1,54	1,40	1,37	1,52	1,39	1,38	1,51
Método normal, alternativa B	Humedad óptima (%)	30,00	27,40	27,50	23,80	32,00	33,00	25,00	31,50	31,00	21,70
	Densidad seca máxima (gr/cm³)	1,51	1,51	1,58	1,59	1,45	1,39	1,57	1,42	1,47	1,63
Variación de la Humedad Óptima (%)		0,50	1,00	1,90	1,50	0,70	1,50	2,00	1,00	3,50	4,70
Variación de la Densidad Seca Máxima (%)		3,31	1,99	3,16	3,14	3,45	1,44	3,18	2,11	6,12	7,36

Posteriormente, se presentan los resultados de las correlaciones entre las propiedades índices del suelo y los guarismos característicos del ensayo de compactación: humedad óptima (HO) y densidad seca máxima (DSM). Se puede apreciar en la Figura N.º 2-a, la correlación obtenida entre humedad óptima/limite líquido. En los resultados es posible notar el aumento de la humedad óptima cuando el límite líquido aumenta, esta tendencia es observada por diferentes autores. En la

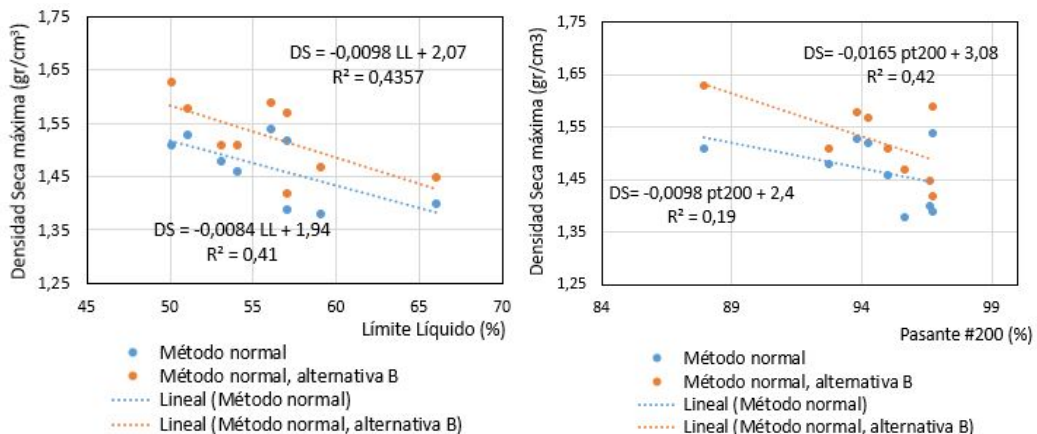
01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

Figura N.º 2-b se presenta la correlación entre humedad óptima/pasante tamiz #200. La tendencia observada resultó un aumento en la humedad óptima al incrementarse el contenido de finos. Por otro lado, en las Figuras N.º 3-a y 3-b se analizó el efecto de propiedades índices sobre la máxima densidad seca. La relación entre la densidad seca máxima/limite líquido indica una disminución de la densidad seca máxima con el aumento del límite líquido. En cuanto a la relación densidad seca máxima/pasante tamiz #200, existe una disminución de la densidad seca máxima con el aumento de fino, resultado que podría indicar a priori lo beneficioso de tener un elevado contenido de finos, dado que los mismos disminuyen la densidad seca máxima, por lo cual, se necesitaría menor energía de compactación para lograr dichas densidades. Todas las relaciones fueron ajustadas por un modelo de regresión lineal, cuyas ecuaciones se encuentran en cada gráfico.



Figuras N.º2-a y 2-b: Correlaciones HO/límite líquido, HO/pasante #200



Figuras N.º3-a y 3-b: Correlaciones DSM/límite líquido, DSM/pasante #200

01 a 04 de outubro de 2018

Evento: XXVI Seminário de Iniciação Científica - Participante ESTRANGEIRO

Consideraciones finales

A lo largo de la rutina de trabajos de laboratorio, se alcanzaron los primeros antecedentes para elaborar un registro de las correlaciones entre propiedades índices y parámetros de compactación, de suelos residuales de la provincia.

En general, podemos notar en todas las muestras analizadas, una disminución de la humedad óptima y un aumento de la densidad seca máxima al aumentar la energía de compactación, es decir, al pasar del Método normal al Método normal, alternativa B.

Por otra parte, se pudieron apreciar diferentes tendencias entre las propiedades índices y los parámetros de compactación. Se observa el aumento de la humedad óptima cuando el límite líquido aumenta y un aumento en la humedad óptima al incrementarse el contenido de finos. Además, se puede notar una disminución de la densidad seca máxima con el aumento del límite líquido y una disminución de la densidad seca máxima con el aumento de fino. Se destaca la importancia de seguir estudiando estas correlaciones mediante la incorporación de un mayor número de muestras.

Palabras claves: humedad óptima; densidad seca máxima; límite líquido; contenido de finos.

Keywords: optimal humidity; maximum dry density; liquid limit; fine content.

Referencias

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.

Norma IRAM 10503 " Método de determinación de la densidad relativa de los sólidos y de la densidad de los sólidos de un suelo " - 2007.

Norma IRAM 10507 " Método de determinación de la granulometría por tamizado mediante vía húmeda " - 1986.

Norma IRAM 10509 "Clasificación de los suelos, con propósitos ingenieriles " - 1982.

Norma IRAM10511 "Método de ensayo de compactación en laboratorio"- 1972