

B

BÚSQUEDA DE CONSOLIDANTES PARA SUELOS DE TIERRA COLORADA DE LA PROVINCIA DE MISIONES.

PARTE I: COMPARACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE SUELO COLORADO NATURAL Y DE SUELO DEL NIDO TERMITERO (TACURÚ)

Siviero, N. R. / de Lima, E. / Argüello, B. del V.

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico - CIDeT

Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales – U.Na.M

Félix de Azara 1552 – 3300 – Posadas – Misiones. - arguello@fceqyn.unam.edu.ar

SEARCHING NEW CONSOLIDANTS FOR RED SOIL FROM THE PROVINCE OF MISIONES. PART I: COMPARISON OF PHYSICOMECHANICAL PROPERTIES OF NATURAL RED SOIL AND SOIL FROM THE TERMITE NEST (TACURU).

ABSTRACT

Physical assays carried out over samples of red clayish soil without stabilizers and over pieces of termite nests collected from the same area are presented. Both are typical of the Province of Misiones (Argentina) and the assays were made to compare the stabilization level of the nests. Resistance, compactation and plasticity tests were carried out in accordance with road standards (IRAM, AASHO, ASTM y VN). There are differences between both soil samples, and the capacity of the termite nest to resist charges under adverse conditions is observed. The substances added by termites may be responsible for that stabilization, and knowing them could contribute to search new consolidants for roads with that kind of soil.

KEY WORDS: road consolidants, resistance to impact, resistance to water, plasticity, red soils, termite nests.

RESUMEN

Se presentan los ensayos físicos realizados sobre muestras de suelo arcilloso colorado sin estabilizantes y sobre nidos de termitas del mismo sitio, ambos característicos de la provincia de Misiones (Argentina), para comparar el nivel de estabilización de estos últimos. Se llevaron a cabo ensayos de resistencia, de compactación y de plasticidad, según normas estándares viales (IRAM, AASHO, ASTM y VN). Se encontró que existen diferencias entre ambas muestras de suelo, observándose la capacidad del suelo del termitero (tacurú) para resistir cargas bajo condiciones adversas. Las sustancias aportados por las termitas serían responsables de esta estabilización, y su conocimiento contribuiría en la búsqueda de nuevos consolidantes para caminos con este tipo de suelo.

PALABRAS CLAVES: consolidantes de caminos, resistencia al impacto, resistencia al agua, plasticidad, suelos colorados, termiteros.

INTRODUCCIÓN

La red vial de la provincia de MISIONES tiene una extensión aproximada de 27.000 Km., de las cuales el 2,5% están pavimentadas. El resto consiste esencialmente en caminos de tierra cubiertos con muy poca grava (aproximadamente 14.000 Km.) y caminos de suelo sin tratamiento en los cuales, al no estar consolidados por algún material de aporte, la transitabilidad resulta limitada buena parte del año ya que queda sujeta a factores climáticos no controlables. Esta situación genera una serie de problemas vinculados con aspectos económicos y sociales. Condiciona la actividad productiva (a veces hasta impedir la salida de los productos de granja –agrícolas y ganaderos-) y los derechos sociales a educación, salud, recreación.

Cualquier proyecto de solución a estos caminos vecinales debería regirse por las siguientes premisas:

- utilización de materiales existentes en el lugar, insensibilizados a la acción climática;
- transitabilidad en cualquier condición climática;
- conservación simple y de bajo costo.

El suelo colorado o suelo laterítico, que caracteriza a esta provincia, posee alto contenido de arcilla [1], y su origen es la “meteorización” química del basalto [2]. Estos suelos arcillosos en presencia de agua modifican sus propiedades reológicas y mecánicas, transformándose de un sólido con capacidad portante, cuando está seco, a una masa viscosa (en exceso de agua) con pérdida de su capacidad portante.

La geología provincial está representada principalmente por rocas efusivas descriptas como basaltos tholeíticos [3]. Estas rocas forman parte del gran macizo de la cuenca del Paraná que cubre parte de los Estados de Sao Pablo, Paraná, Santa Catarina y Río Grande do Sul, en Brasil; la parte este del Paraguay y noroeste del Uruguay, se extiende en nuestro país por todo el territorio de la provincia de Misiones, y parte noroeste de la provincia de Corrientes [1].

Es frecuente observar en el territorio elevaciones del terreno que pueden llegar hasta los 4-5 m de altura, que son nidos de termitas. Estos nidos -“tacurús”- muestran una gran solidez en la estructura de las paredes, es decir, resistencia a la desintegración frente a agentes atmosféricos, y re-

sistencia mecánica, lo que sugiere una consolidación del suelo colorado.

El objetivo de este trabajo es comparar el comportamiento físico-mecánico del suelo colorado sin estabilizantes respecto del suelo del nido termitero, a los fines de evaluar las sustancias aportadas por las termitas como posible alternativa en la consolidación de los caminos vecinales de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se extrajeron muestras de nidos de las termitas o termitero (“tacurú”), y muestras de suelos sin consolidar de las cercanías del mismo, a los efectos de contar con material para valores de comparación. Las muestras analizadas corresponden a la “Zona 1” que comprende el Departamento Capital, estando integradas por 12 nidos con un peso aproximado de 120 Kg., y 120 Kg. de suelo sin consolidar. Una vez extraídas las sustancias extrañas, como hierbas, raíces y termitas, se homogeneizaron -cada una de estas muestras originales- previa trituración hasta el tamiz N° 4 (4.9 mm.), llegándose por cuarteos sucesivos hasta las muestras para realizar por triplicado los ensayos.

Los reactivos utilizados fueron de grado analítico.

Se utilizaron los equipamientos, según normas, para los ensayos que se realizan en el control de calidad de los terrenos consolidados [4] [5], todos ellos pertenecientes al Laboratorio de la Dirección Provincial de Vialidad de la provincia de Misiones.

Se hicieron determinaciones de humedad en cada una de las muestras, colocándolas en pesafiltros en la estufa a 105-110°C hasta peso constante, según Norma VN [4, 5].

Los ensayos físico-mecánicos realizados fueron: [4, 5].

Peso específico: establece el peso de la unidad de volumen en las condiciones de ensayos determinados por la norma IRAM 9 - N 10.

Equivalente de arena (norma de VN [Vialidad Nacional] -10 - 82): se determina el contenido de finos y materiales arcillosos en suspensión, de suelos, en una probeta graduada con una escala de 0 a 100 denominada Equivalente de arena. El último número correspondería a un suelo sin arcilla que pueda quedar en suspensión.

Límite de contracción (norma ASTM D - 47 - 39): determina el porcentaje mayor de humedad referido al peso de suelo seco, para el cual una muestra de suelo no se contrae cuando la humedad baja de este límite y se expande cuando aumenta la humedad sobre dicho porcentaje.

Relación de contracción (norma ASTM D - 47 - 39): establece el cambio de volumen producido por secado desde el estado de pasta hasta el límite de contracción -expresado en porcentaje de volumen seco- y la correspondiente pérdida de humedad en porcentaje de peso de suelo seco.

Contracción lineal (norma ASTM D - 47 - 39): establece la reducción -expresada en porcentaje de la dimensión original- que experimenta una muestra en una dimensión, cuando el contenido de humedad se reduce desde la Humedad Equivalente del Terreno, hasta el Límite de contracción.

Contracción con pastillas alargadas: se establece un cociente entre la disminución de la longitud de una pasta realizada con el suelo y luego secado a 100°C, y la longitud original especificada en seis pulgadas (sin número de norma).

Cambio volumétrico (norma ASTM D - 47 - 39): determina el cambio de volumen -expresado en porcentaje del volumen de suelo seco- que experimenta un suelo cuando su contenido de humedad se reduce desde el punto tomado como partida para el cálculo hasta el *Límite de contracción*.

Ensayo de compactación. Proctor standard (norma AASHTO - T-99 - 49): se determina el máximo valor de la densidad expresada en g/cm^3 , de un suelo al que se le aplica un trabajo de compactación fijo, equivalente a $6,05 \text{ kg}\cdot\text{cm}/\text{cm}^3$. Durante el ensayo se varía la *humedad* del suelo, variando en consecuencia la *densidad* (reducción de vacíos). Solo se consigna la *densidad máxima* alcanzada y la humedad con la cual se logró esa densidad, denominada "*humedad óptima*"

Límites de Atterberg: (normas IRAM 10501, 10502). **Límite Líquido:** se determina el contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia líquido y plástico del suelo. **Límite Plástico:** se determina el porcentaje mínimo de humedad necesario para que el sistema suelo-agua pueda sufrir deformaciones plásticas; mientras que el **Índice de Plasticidad** se calcula como el intervalo de humedad en el cual el sistema suelo-agua posee capacidad para sufrir deformaciones plásticas.

Valor soporte relativo (norma ASTM D 17 - 60): se establece, en condiciones normalizadas, la carga necesaria para lograr determinada penetración de un pistón en una probeta de ensayo, y se expresa como porcentaje de una carga fija (que corresponde al valor medio de un patrón de piedra triturada). El hinchamiento es expresado como porcentaje entre el aumento de altura de la probeta y su altura inicial.

Ensayo de penetración dinámico (DCP) (sin número de Norma): se determina la resistencia que opone el suelo a ser penetrado por una lanza normalizada, expresando esta penetración en mm/golpe.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los valores de los ensayos realizados, según las normas en uso [4, 5], a las muestras de suelo natural y suelo del termitero.

Del análisis comparativo de ambas muestras puede deducirse que existen diferencias entre ambos suelos. El ensayo de Valor Soporte Relativo (VSR) estaría indicando la capacidad del suelo del termitero para tolerar cargas bajo condiciones adversas; las muestras se sumergieron durante cuatro días en agua y, aun así, mostraron un aumento de la resistencia de 3; 2,6 y 2 veces, para secuencias de 12, 25 y 56 golpes por capa, respectivamente. Los ensayos de Penetración Dinámica (DCP), para el mismo número de golpes por capa, fueron coherentes con los datos anteriores y con el menor ablandamiento logrado por las muestras sumergidas en agua, demostrando un aumento de la resistencia del material del nido.

La presencia de ciertas sustancias aglutinantes en el termitero establecerían las diferencias en el peso específico (menor peso para igual volumen) y provocarían una disminución de arcillas en suspensión (mayor equivalente de arena). El ensayo de compactación coincide con el de peso específico, determinándose un menor valor de densidad y un incremento del valor de humedad óptima (Proctor standard).

Las termitas subterráneas construyen sus nidos amasando el material del suelo con su saliva, con sus heces [6, 7], y con madera parcialmente masticada. Generalmente se alimentan de madera u otras sustancias que contengan celulosa, como colchones de hojas, humus, líquenes, estiércol,

Tabla 1: tipos polínicos determinados en la ciudad de Posadas, año 1994

Árboles/Arbustos	Herbáceas
* <i>Albizzia</i> spp.	Amaranthaceae (amarantos)
<i>Alnus</i> spp. (álamos)	Asteraceae (compuestas)
* <i>Anadenanthera</i> spp. (curupay)	Cyperaceae
Arecaceae (palmeras)	Chenopodiaceae/Amaranthoideae (quenopodios y amarantos)
<i>Bauhinia</i> spp. (árbol de las orquídeas y *pata de buey)	* <i>Parietaria debilis</i> (paletaria)
* <i>Cecropia</i> spp. (ambaú)	* <i>Plantago</i> spp. (llantén)
* <i>Celtis</i> spp. (tala)	Poaceae (gramíneas)
<i>Eucalyptus</i> spp. (eucalipto)	
Euphorbiaceae T/ <i>Alchornea</i> spp.	
<i>Ligustrum</i> spp. (ligustro y ligustrina)	
<i>Mangifera indica</i> (mango)	
Melastomataceae T/ <i>Tibouchina</i> spp.	
<i>Mimosa</i> spp.	
<i>Morus alba</i> (mora blanca)	
Myrtaceae (*pitanga,*guayaba, limpiatubo otros)	
* <i>Parapiptadenia</i> spp. (anchico)	
* <i>Peltophorum dubium</i> (Ivirá- pyta)	
Pinaceae (pinos y cedros)	
Piperaceae T/ <i>Peperomia</i> spp.	
Platanaceae T/ <i>Platanus acerifolia</i> y T/ <i>Platanus</i> spp.	
* <i>Psapium</i> spp. (lecherón)	
<i>Ricinus communis</i> (ricino)	
Tiliaceae T/ <i>Tilia</i> spp.(tilo)	
* <i>Trema micrantha</i> (palo pólvora)	
*especies nativas	

pasto [8, 9]. Las heces son gránulos húmedos que contienen madera y lignina, la porción no digerible de la madera. Estos insectos poseen en sus intestinos microorganismos que les proveen de las enzimas para digerir la celulosa.

T. Miura y T. Matsumoto [10] investigaron la composición química del material del termitero de las termitas *Termes*, en un estudio comparativo con la *T. Hospitalitermes*. Encontraron un eleva-

do porcentaje de cenizas, lo que refirieron como un indicativo de que también el suelo es parte de su alimentación y que este elevado contenido de cenizas estaría vinculado con la solidez que muestran los termiteros, por la presencia de minerales.

Las tierras lateríticas de esta provincia poseen un elevado porcentaje de minerales, principalmente hierro y aluminio [1], lo que justificaría la estabilización que hemos observado en los nidos

con respecto al suelo sin el aporte de la acción de los insectos. Los valores en el contenido de hierro que hemos obtenido de los termiteros [11] son superiores a los informados por T. Miura y T. Matsumoto.

CONCLUSIONES

El material de los nidos termiteros -“tacurú”- muestra un comportamiento físico-mecánico diferente al del suelo colorado, con una consolidación que es la deseable en toda estabilización química, y que se debería a la presencia de sustancias aglutinantes aportadas por las termitas.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing° Aníbal Velázquez, Presidente de la Dirección Provincial de Vialidad (1996-1999) por permitirnos acceder al equipamiento del Laboratorio de esa repartición.

Al Estudiante Claudio G. Xander por su colaboración en la actualización bibliográfica. ✍

REFERENCIAS

1. *Informe Geológico* realizado por GEOMAP SA consultora para CARTA (Compañía Argentina de Relevamientos Topográficos y Aerofotogramétricos). Consultores: Prof. Enrico Marchesini y Prof. L. Lucarelli. Ginebra (1964).
2. Robinson, G. W. *Los suelos, su origen, constitución y clasificación. Introducción a la Edafología*. Pág. 49-52. Ed. Omega. 1960.
3. Teruggi, M. *Los basaltos tholeíticos de Misiones*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Museo de la Plata, Tomo XVII, Geología N° 70, La Plata, 1955.
4. *Normas de Ensayo*. Dirección Nacional de Vialidad, SETOP, V Ed. Argentina, 1979.
5. *Normas Técnicas de la Dirección de Vialidad de la provincia de Buenos Aires*. La Plata, 1961.
6. <http://www.utoronto.ca/forest/termite/termsub.htm>. 1998.
7. <http://www.ex.ac.uk/~gilramel/isoptera.html>. 1998.
8. Wood, T. G. *Food and feeding habits of termites*. In: *Production Ecology of Ants and Termites*. (M. V. Brian, ed.) Cambridge University Press, pp 55-80, 1978.
9. Noirot, C. *From wood-to humus-feeding: an important trend in termite evolution*. In: *Biology and evolution of social insects*. (J. Billen, ed.) Leuven University Press, pp 107-119, 1992.
10. Miura, T. Y.; Matsumoto, T. *Diet and nest material of the processional termite *Hospitalitermes*, and cohabitation of *Termes* (*Isoptera*, *Termitidae*) on Borneo Island*. *Insectes soc.* 44: 267-275, 1997.
11. Resultados no publicados.