

Identificación de Arcillas Erodibles Dispersivas Utilizando Ensayos Agronómicos de Suelos

Sotelo, Rubén Rafael

Centro de Geociencias Aplicadas - Facultad de Ingeniería - U.N.N.E.

E-mail : rsotelo@ing.unne.edu.ar

ANTECEDENTES

En el Nordeste Argentino se presentan con frecuencia serios problemas de erosión por la presencia de suelos dispersivos en terraplenes de caminos, en obras de defensa contra inundaciones y en secciones de escurrimiento de canales. A pesar de que estos suelos pueden ser detectados mediante ensayos Pinhole, en el caso de obras de considerable extensión sería útil contar con una guía para identificar posibles locales de ocurrencia de los mismos.

En nuestro país, el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), realiza estudios de suelos con fines agrícolas. El procedimiento consiste en detectar distintos ambientes geomorfológicos mediante fotografías aéreas, retirar muestras de lugares representativos de cada ambiente, efectuar ensayos de granulometría, pH, humedad natural, cationes de cambio, capacidad de intercambio catiónico, entre otros, y elaborar cartas de suelos con fines agronómicos. Este trabajo tiene como objetivo explicar cómo detectar suelos erodibles dispersivos empleando los resultados de estos estudios agronómicos.

La erosión de los suelos puede producirse por fenómenos de distinta naturaleza. Según GHUMAN et.al (1976) los mecanismos de erosión se pueden generar por fuerzas exteriores, al incrementarse la velocidad del fluido; o puede darse por degradación de las fuerzas internas, como la disolución química de cementos naturales o la dispersión de arcillas. La erosión continúa hasta que las fuerzas externas e internas se equilibran. En este trabajo nos concentraremos en la erosión que se produce en suelos arcillosos debido al fenómeno denominado dispersión.

Las partículas de arcilla son elementos laminares muy pequeños, con cargas negativas en su superficie. Sobre estas partículas actúan fuerzas que tienden a flocularlas y otras que tienden a separarlas. Las primeras se deben a la atracción entre átomos de partículas adyacentes y son inversamente proporcionales a la 7^{ma} potencia de la distancia entre las mismas, siendo independientes de las características químicas del medio que rodea a las partículas de arcilla. Las segundas se deben a la repulsión electrostática generada por las cargas negativas superficiales, y son considerablemente mayores a las anteriores. Si estas cargas negativas no son neutralizadas, las partículas se mantienen en suspensión comportándose como coloides. Según MITCHELL (1993), la floculación se logra cuando se incorporan a la estructura de la arcilla elementos con cargas positivas denominados cationes, que neutralizan las cargas negativas. Los mismos provienen de la solución en la que se encuentra la partícula de arcilla (agua de poro). Los cationes frecuentes son el calcio, el magnesio, el sodio y el potasio. En torno a cada catión se forma una esfera de solvatación con moléculas de agua, y es el conjunto el que se adhiere a la partícula de arcilla. Esto se debe al campo eléctrico que generan los cationes y a las características dipolares de las moléculas de agua. El tamaño de la esfera de solvatación disminuye al aumentar la concentración de cationes en la solución y viceversa.

SHERARD et.al (1976) indican que algunas arcillas naturales se dispersan ante la presencia de agua relativamente pura, como la originada por precipitaciones. El fenómeno se genera debido a que el agua presente en los poros del suelo tiene una mayor concentración de cationes que el agua pura de lluvia. Cuando ésta última ingresa al suelo produce básicamente dos efectos :

- Por un lado tiende a tomar cationes del agua de poro para reducir la diferencia de concentración, lo que genera un desequilibrio entre el complejo de adsorción de la partícula de arcilla y el agua de poro,

produciéndose una transferencia de cationes desde la partícula hacia el agua de poro. El resultado es una descompensación eléctrica de la estructura química de la arcilla, aumentando la repulsión electrostática entre partículas.

- Al mismo tiempo, los cationes que permanecen adheridos a la partícula de arcilla tienden a aumentar su esfera de solvatación por la disminución de la concentración de cationes en la solución. Esto aumenta la distancia entre partículas con la consecuente reducción de las fuerzas de atracción.

Ambos efectos producen la dispersión de las partículas de arcilla, tendiéndola al estado coloidal. En estas condiciones un gradiente hidráulico mínimo puede provocar erosiones considerables.

Según HOLMGREN, et.al (1976) la tendencia a una erosión por dispersión depende **fundamentalmente del tipo de catión** predominante en la estructura de la arcilla, siendo los suelos sódicos más dispersivos que los que contienen calcio y magnesio, aunque también influyen en menor medida el pH del suelo y el tipo de mineral arcilloso.

Las investigaciones efectuadas en el tema indican que los ensayos standard de clasificación de suelos para fines de ingeniería no detectan la susceptibilidad a la erosión por dispersión en suelos finos. El método sugerido por la mayoría de los investigadores es el ensayo Pinhole, que consiste en provocar un flujo de agua a través de un pequeño orificio realizado en una muestra de suelo, con una determinada carga hidráulica. El diámetro final resultante, el grado de turbidez del agua y la carga hidráulica aplicada permiten clasificar las características dispersivas del suelo.

También se emplean ensayos químicos que determinan los cationes de calcio, magnesio, sodio y potasio en la estructura de la arcilla y en el agua de poro del suelo. El porcentaje de sodio con respecto a los demás cationes indica el potencial dispersivo de la arcilla. La literatura internacional ha optado por correlacionar las características dispersivas con análisis químicos efectuados en el **agua de poro** del suelo, determinando el porcentaje de sodio con respecto al total de sales disueltas. A partir de estos valores, y basados en resultados de ensayos Pinhole, SHERARD et.al (1975) elaboraron la Figura N° 1 y establecieron tres zonas. La Zona A, con altos valores de % Na corresponde a suelos dispersivos, la Zona B, con bajos valores de % Na corresponde a suelos no dispersivos, y la Zona C es definida como transición.

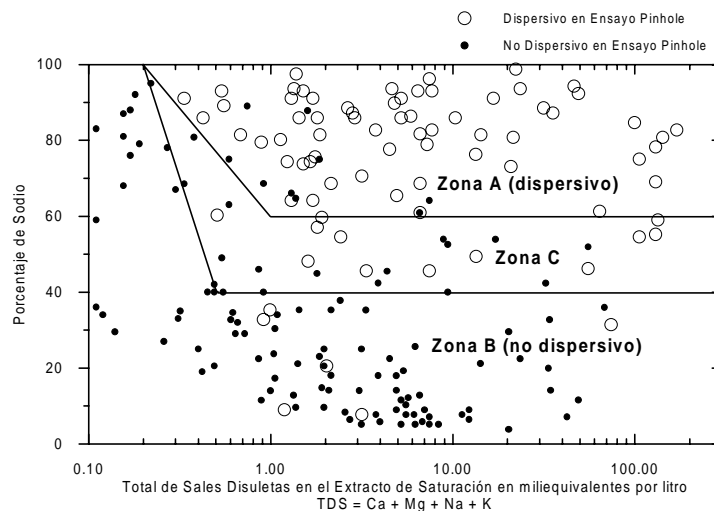


Figura N° 1. Características dispersivas y sales disueltas en el agua de poro. SHERARD et.al (1975).

Según el análisis del fenómeno de la dispersión, el factor fundamental es el porcentaje de sodio presente en la **capa adsorbida de la partícula de arcilla**. El criterio empleado por la literatura internacional de analizar el **agua de poro** del suelo, en vez de los **cationes adheridos a la partícula de arcilla**, se basa en

que existe una correlación entre tipo y cantidad de cationes presentes en ambos ambientes, optándose por emplear análisis químicos del agua de poro porque la técnica es mas simple de aplicar (MITCHELL, 1993). Sin embargo, los ensayos agronómicos de suelos analizan fundamentalmente los cationes adheridos a la partícula de arcilla.

MATERIALES Y MÉTODOS

A pesar de que estos suelos pueden ser detectados mediante ensayos Pinhole, en el caso de obras de considerable extensión sería útil contar con una guía que sugiriera locales en los que se encuentran suelos dispersivos, lo que ayudaría al diseño de trazas de canales por sectores no dispersivos, o prever costos de mantenimiento y/o estabilización al atravesar sectores dispersivos. Además contribuiría a la elección de alternativas de mínimo costo en estudios de yacimientos para extracción de suelos, considerando por un lado, los costos de extracción y transporte en suelos no dispersivos, y adicionar el costo de estabilización para yacimientos de suelos dispersivos. También reduciría el costo de los estudios de suelos al permitir conocer con anticipación el tipo de problema a encontrar en campo.

En este estudio, se intentó encontrar una correlación entre los parámetros de suelos determinados por el INTA y las características dispersivas de los mismos, con la intención de emplear las cartas elaboradas por este organismo como guía para la identificación de suelos dispersivos. Con este objetivo se colectaron 55 muestras de lugares, con y sin problemas de erosión, y se realizaron en las mismas ensayos Pinhole y ensayos químicos que efectúa el INTA (Capacidad de Intercambio Catiónico, Cationes Intercambiables : Ca, Mg, Na y K, pH del suelo, entre otros).

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la Figura N° 2 se presenta la correlación establecida entre las características dispersivas de los suelos y el porcentaje de sodio intercambiable (ESP).

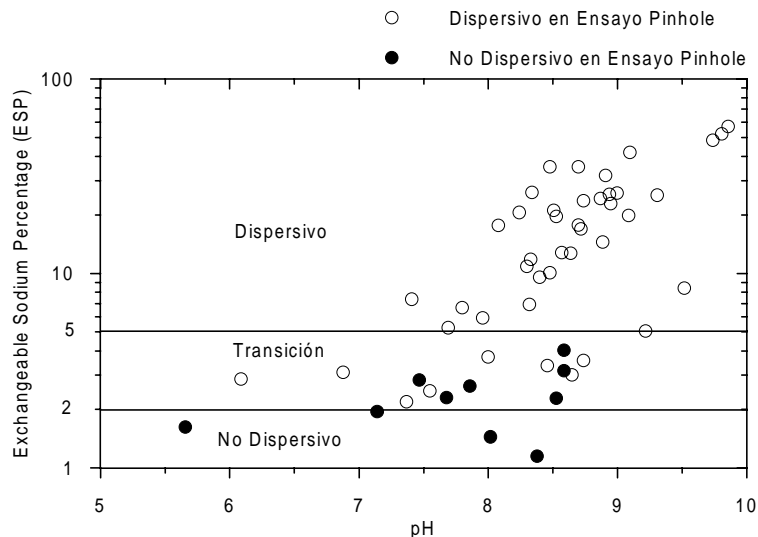


Figura N° 2. Correlación entre ESP y pH con características dispersivas.

En función a los resultados presentados en esta figura se sugiere establecer como Zona No Dispersiva a suelos que presentan valores de ESP inferiores a 2. Se adoptó como Zona Dispersiva cuando el ESP asume valores superiores a 5 y para valores de ESP entre 2 y 5 se definió como transición. Esta es una primera

aproximación, considerándose que los límites quedarían mejor definidos con mayor volumen de datos. Puede apreciarse también que el pH no presenta una incidencia importante en las características dispersivas de los suelos.

Como el porcentaje de sodio intercambiable (ESP) es calculado por el INTA en cada ambiente geomorfológico, es posible emplear las cartas de suelos ya elaboradas para establecer los locales de posible ocurrencia de suelos dispersivos.

Sin embargo, como ya ha sido mencionado existen otras variables que pueden influir en el comportamiento del suelo frente al fenómeno de la dispersión. Por lo tanto el procedimiento aquí sugerido intenta ser una guía para establecer sectores dispersivos en cartas de suelos, pero de ninguna manera sustituye al ensayo Pinhole.

BIBLIOGRAFÍA

GHUMAN, O.S.; ALLEN, R.L.; Mc NEILL, R.L. Erosion, Corrective Maintenance, and Dispersive Clays. Proceedings ... American Society for Testing and Materials. Publication N° 623, 1976, pp. 172-190.

HOLMGREN, G.G.S and FLANAGAN, C.P.(1976). Factors Affecting Spontaneous Dispersion of Soil Materials as Evidenced by Crumb Test. Proceedings ... American Society for Testing and Materials. Publication N° 623, 1976, pp. 218 - 239.

I.N.T.A. (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), Carta de Suelos de la República Argentina. Provincia del Chaco. Los suelos del Departamento Maipú.

MITCHELL, J.K. Fundamentals of Soil Behavior. 2. de. New York : John Wiley & Sons, Inc., 1993. 437p.

SHERARD, J.L.; DUNNINGAN, L.P.; DECKER, R.S. Some Engineering Problems with Dispersive Clays. Proceedings ... American Society for Testing and Materials. Publication N° 623, 1976, pp. 3-12.

SHERARD, J.L.; DUNNINGAN, L.P.; DECKER, R.S; STEELE, E. Pinhole Test for Identifying Dispersive Soils. Proceedings ... American Society for Civil Engineers, Vol. 102. N° GT8, Aug. 1975.