

# Congreso de Suelos Dispersivos y Sulfatados

Asunción, 24-25/10/19



Sociedad  
Paraguaya  
de Geotecnia



ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS



COMITÉ  
NACIONAL  
PARAGUAYO

# IDENTIFICACIÓN DE SUELOS DISPERSIVOS A PARTIR DE ENSAYOS QUÍMICOS

*Carmen Carolina Escribá Sakoda*

*Ing. Química (FCQ-UNA). Magíster en Química Ambiental (FCQ-UNA)*

*INYMA CONSULT SRL  
(Ingeniería y Medio Ambiente )*

[labinyma@gmail.com](mailto:labinyma@gmail.com)

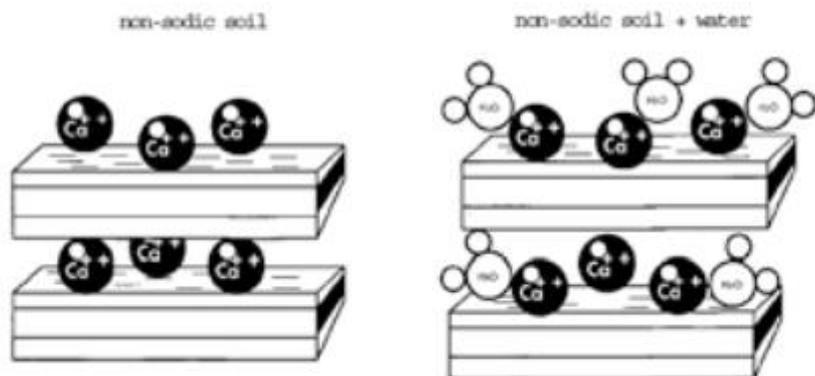
*Cel: (0981)642555*



## ¿Qué son los Suelos Dispersivos?

- Son suelos que cuando entran en contacto con el agua, se dispersan o aparentan que se disuelven en el agua, formando una turbidez o nube alrededor de las partículas del suelo desprendidas.
- Los suelos dispersivos son usualmente sódicos, es decir contienen una alta concentración de sodio intercambiable entre las plaquetas de arcillas. (ESP mayor a 6%)
- La dispersión ocurre por la hinchazón de las plaquetas de arcilla y el colapso de agregados de arcilla.
- La dispersión solo ocurre en aguas no salinas o agua de lluvia.

Non-sodic clay



Sodic clay

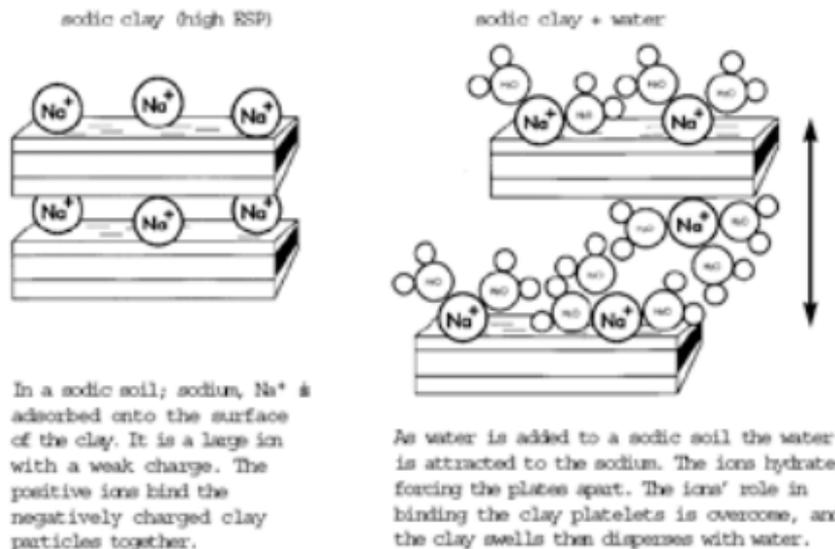


Figure 5. Behaviour of non sodic and sodic soils in water. (Anon 1999a).

## Ensayos laboratoriales utilizados para identificar suelos dispersivos

1. Ensayo de Crumb (Crum Test)
2. Ensayo de dispersión o doble Hidrómetro (SCS)
3. Ensayo de Pinhole
4. **Ensayo de sales disueltas en el agua de poro.**
5. Ensayos basados en el porcentaje de sodio intercambiable (ESP) y Capacidad de intercambio catiónico del suelo (CEC).

*Las muestras de suelo deben mantenerse y ensayarse con el contenido de humedad natural, dado que el secado en estufa, puede alterar las características dispersivas del suelo.*

## ENSAYOS QUÍMICOS UTILIZADOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS SUELOS DISPERSIVOS

- TDS (Sales disueltas totales, Na, K, Ca y Mg) en el agua de poro (extracto de saturación)
- SAR (Relación de adsorción del Sodio) del extracto de saturación.
- CEC (Capacidad de intercambio cationico)
- ESP (Porcentaje de Sodio intercambiable)
- CROSS (Relación de cationes de estabilidad estructural del suelo)

## Ensayo de sales disueltas en agua de poro (Sherard et. al, 1976)

### Procedimiento:

1. Tratamiento preliminar del suelo (secado natural, tamizado con malla N°10 (2 mm))
2. Preparación del extracto de saturación (pasta saturada o agua de poro). El suelo es mezclado con agua destilada hasta una consistencia cercana al límite líquido. Dejar reposar hasta el otro día y verificar la condición de saturación al día siguiente.
3. Separación del extracto saturado del suelo, por medio de filtración a vacío o por centrifugación.
4. Análisis químico de cada catión presente en el extracto de saturación (Na, K, Ca y Mg)
5. Realizar los cálculos del %Na, SDT y SAR. Ingresar al gráfico de Sherard y hacer la interpretación de los resultados.

## Ensayo de sales disueltas en agua de poro (Sherard et. al, 1976)

Los cationes se expresan en mili equivalentes por litro (mEq/L) presentes en el extracto de saturación.

$$TDS = Na + K + Ca + Mg **$$

$$\%Na = \frac{100 \times Na}{TDS}$$

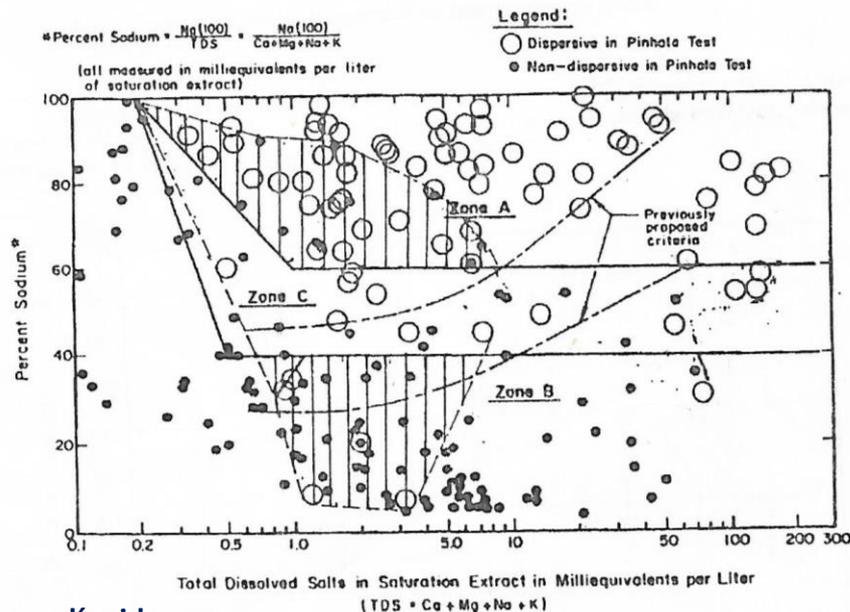
$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{0,5(Ca + Mg)}}$$

**\*\*Atención:**

TDS= Sumatoria de cationes (Na, K, Ca y Mg)

Normalmente en términos de análisis químico:

TDS es la suma de cationes y aniones (sales) disueltas en un líquido.

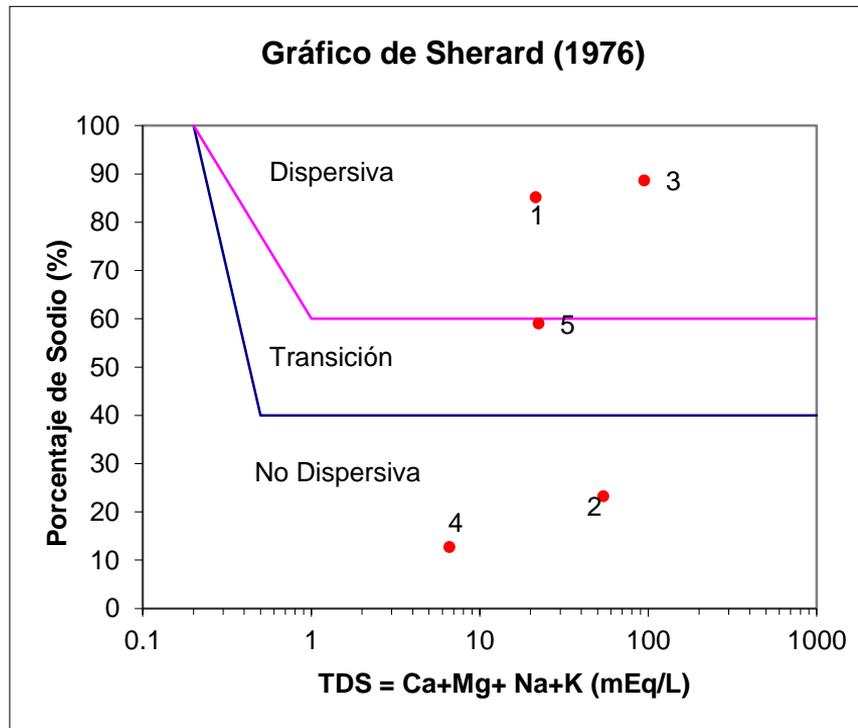


## Ensayo de sales disueltas en agua de poro (Sherard et. al, 1976)

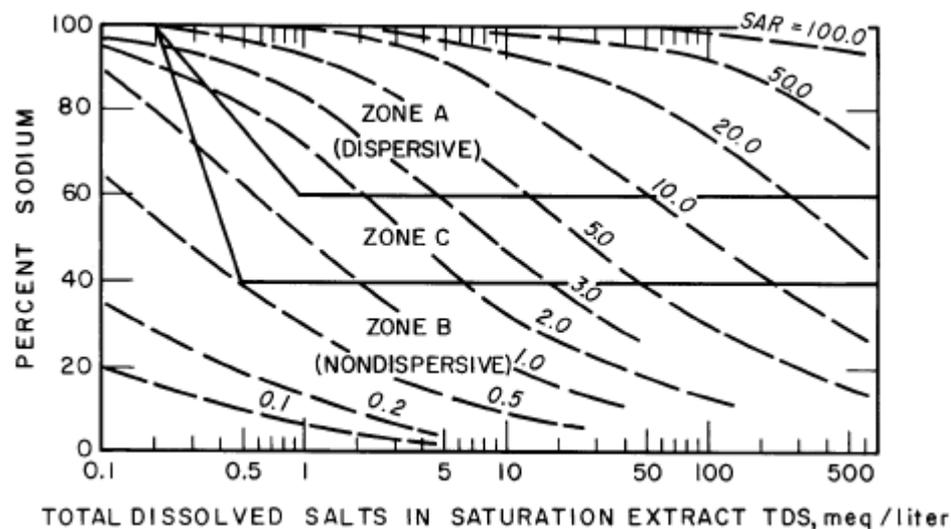
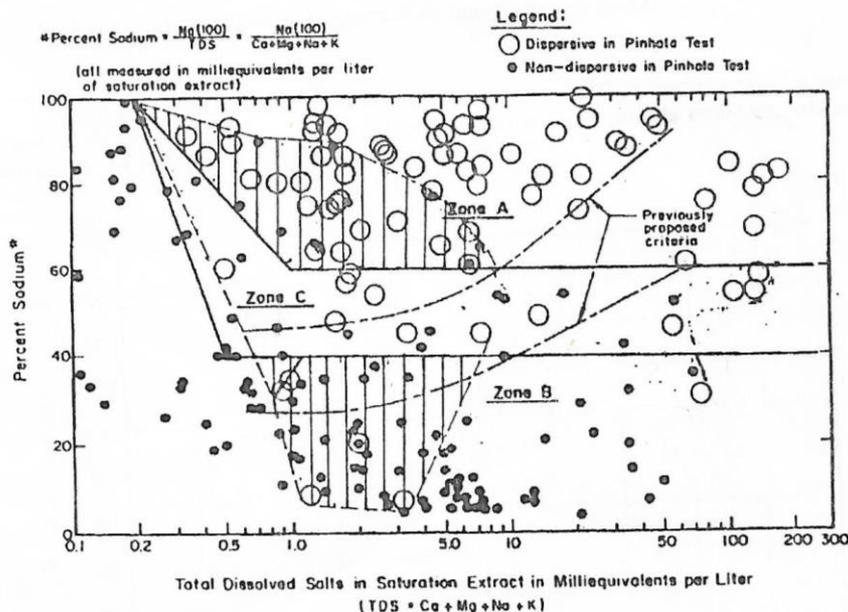
### Resultados de los ensayos químicos en el extracto de saturación

Parámetros	1	2	3	4	5
Na (mEq/L)	18,3	12,6	84,0	0,8	13,2
K (mEq/L)	0,2	15,0	0,4	1,6	5,6
Ca (mEq/L)	1,6	17,2	4,9	3,4	2,8
Mg (mEq/L)	1,4	9,5	5,5	0,7	0,8
Total de cationes (mEq/L)	21,5	54,3	94,8	6,6	22,4
% Sodio/total de cationes	85,1	23,2	88,6	12,7	59,0
<b>SAR</b>	<b>14,9</b>	<b>3,4</b>	<b>36,8</b>	<b>0,6</b>	<b>9,9</b>

Análisis realizados en el laboratorio de INYMA CONSULT SRL



## Ensayo de sales disueltas en agua de poro (Sherard et. al, 1976)



**SAR ≥ 2; Suelo es dispersivo**

## ENSAYOS QUÍMICOS COMPLEMENTARIOS PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO DE SALES DISUELTAS EN EL AGUA DE PORO

**EC : Conductividad eléctrica del extracto de saturación o pasta saturada**

**Si la EC es mayor a 4 dS/m: se considera que el suelo es salino (dS/m = mS/cm) (deci siemens/metro)**

**SAR : Relación de adsorción de sodio**

**Si el SAR Ex sat. es igual o mayor a 2, se considera que el suelo es dispersivo**

**Si el SAR del extracto (1:5) suelo: agua es mayor que 3, se considera suelo sódico (Rengasamy and Olsson 1991)**

**ESP: Porcentaje de Sodio Intercambiable.**

**Muy utilizado para identificar suelos sódicos y potencialmente suelos dispersivos**

**Criterio australiano: ESP > 6 son considerados suelos sódicos, potencialmente dispersivos**

**ESP > 15, son suelos altamente sódicos.**

**Criterio americano: ESP > 15, son suelos sódicos**

**Argentina: ESP ≤ 2 no dispersivo; ESP > 2 hasta 5: transición. ESP > 5 suelos dispersivos.**

$$ESP = \frac{Na \text{ intercambiable}}{CEC} \times 100$$

$$CEC = \text{Capacidad de intercambio catiónico} \left( \frac{meq}{100 \text{ g bs}} \right)$$

## CROSS (Cations Ratio of Structural Stability)

### Relación de cationes de estabilidad estructural del suelo

$$CROSS = \frac{Na + 0.56K}{\sqrt{0,5(Ca + 0.6Mg)}}$$

Unidades expresadas en **mEq/L** (miliequivalentes por litro)

#### **Aplicación:**

Para extractos suelo agua de (1:5), se correlaciona a mayor CROSS, mayor % de arcilla dispersa espontáneamente

**Factores que influyen en la estabilidad estructural del suelo**

- Concentración de electrolitos totales (sales disueltas),
- Textura del suelo
- Mineralogía
- pH
- Materia orgánica

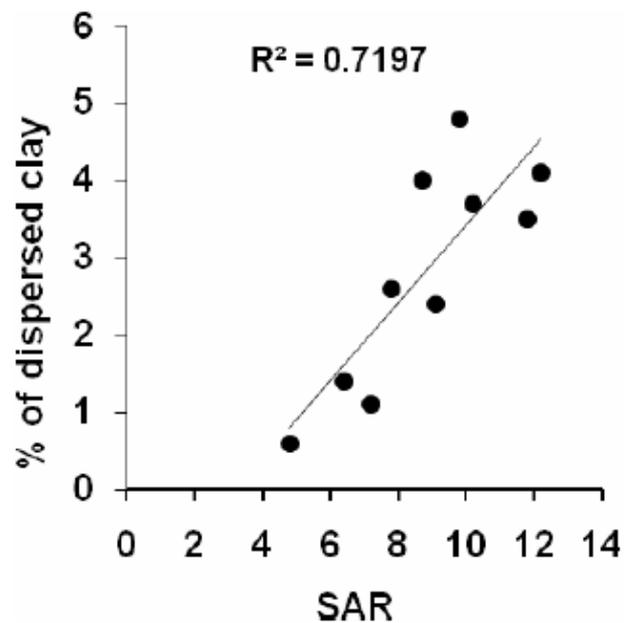
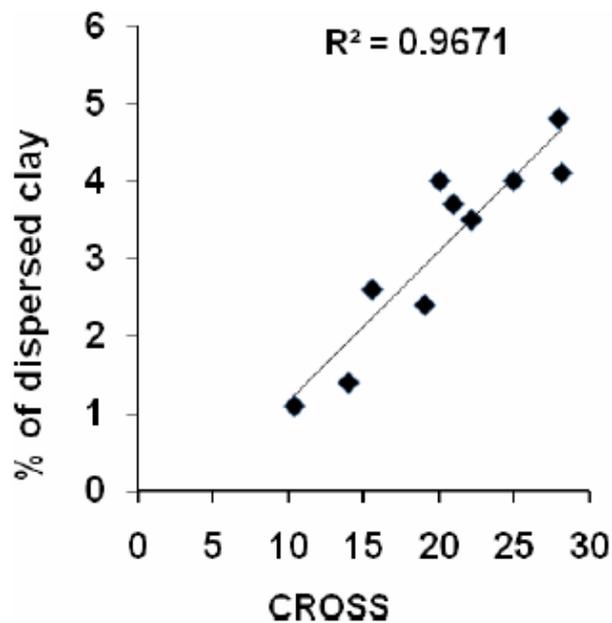


Figure 1. Relationships between CROSS, SAR and percentage of dispersed clay.

## Remisión de muestras de suelos al laboratorio para realizar ensayos químicos

### Datos del Solicitante:

- Nombre o razón social del cliente
- Nombre del contacto
- Teléfono

### Datos de la muestra:

- Denominación: calicata, sondeo, barreno, etc
- Progresiva
- Profundidad (m)
- Ubicación geográfica (UTM)
- Fecha de muestreo

### Datos de la obra:

- Nombre del proyecto / obra
- Localización (ciudad)
- Objetivo del estudio

### Lista de los ensayos químicos solicitados:

- Ejemplo: sales disueltas en el agua de poro, SAR, conductividad eléctrica, pH, sulfato, cloruro, etc.

### Recomendación para remitir las muestras de suelo:

- 2 kg de suelo dentro de una bolsa de plástico bien cerrada (con humedad natural)
- Identificación de las muestras con marcador permanente
- Dentro de la bolsa remitir nuevamente un papel con la identificación de la muestra.

## Suelos dispersivos en Paraguay



***Muchas gracias por su atención***

