



V Congreso internacional sobre Mejores Tecnologías Disponibles (MTD) en vertederos, suelos contaminados y gestión de residuos

Bilbao, 9-10 noviembre 2016

Problemática de la determinación de características mecánicas de RSU mediante ensayos de laboratorio



Pablo Lapeña, Jorge Cañizal, César Sagasetta y Carmen García



Grupo de Geotecnia. Universidad de Cantabria



**Vertedero de Payatas (Filipinas)
Deslizamiento año 2000**



**Vertedero de Bens (La Coruña)
Deslizamiento año 1996**



**Vertedero KDM (Chile)
Deslizamiento año 2005**



**Vertedero Santa Marta (Chile)
Deslizamiento año 2016**

R.S.U. Convencionales – Sondeos



R.S.U. Convencionales – Ensayos in situ

Presiómetros

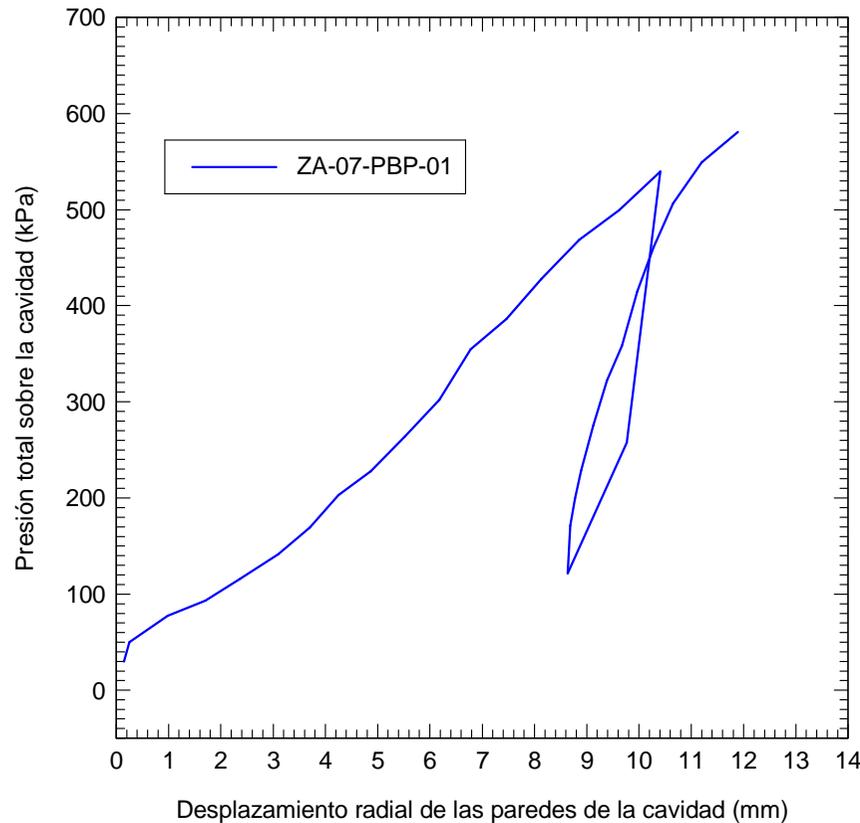


Penetrómetros (CPT - CPTu)

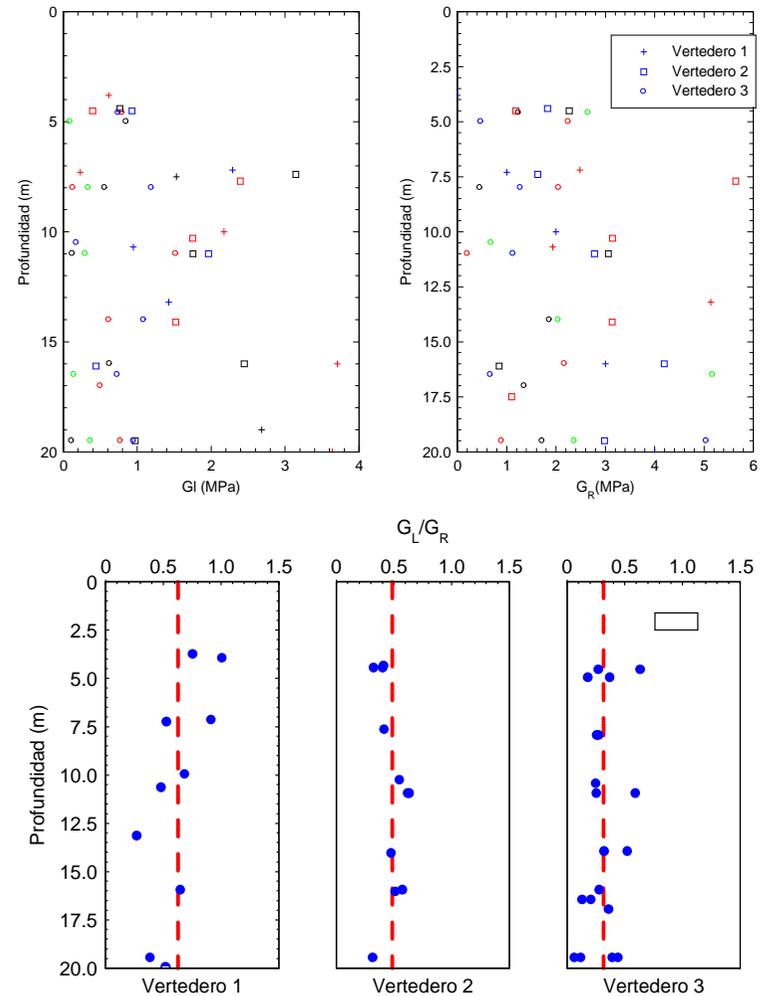


R.S.U. Convencionales – Ensayos in situ - Presiómetro

Curva presiométrica

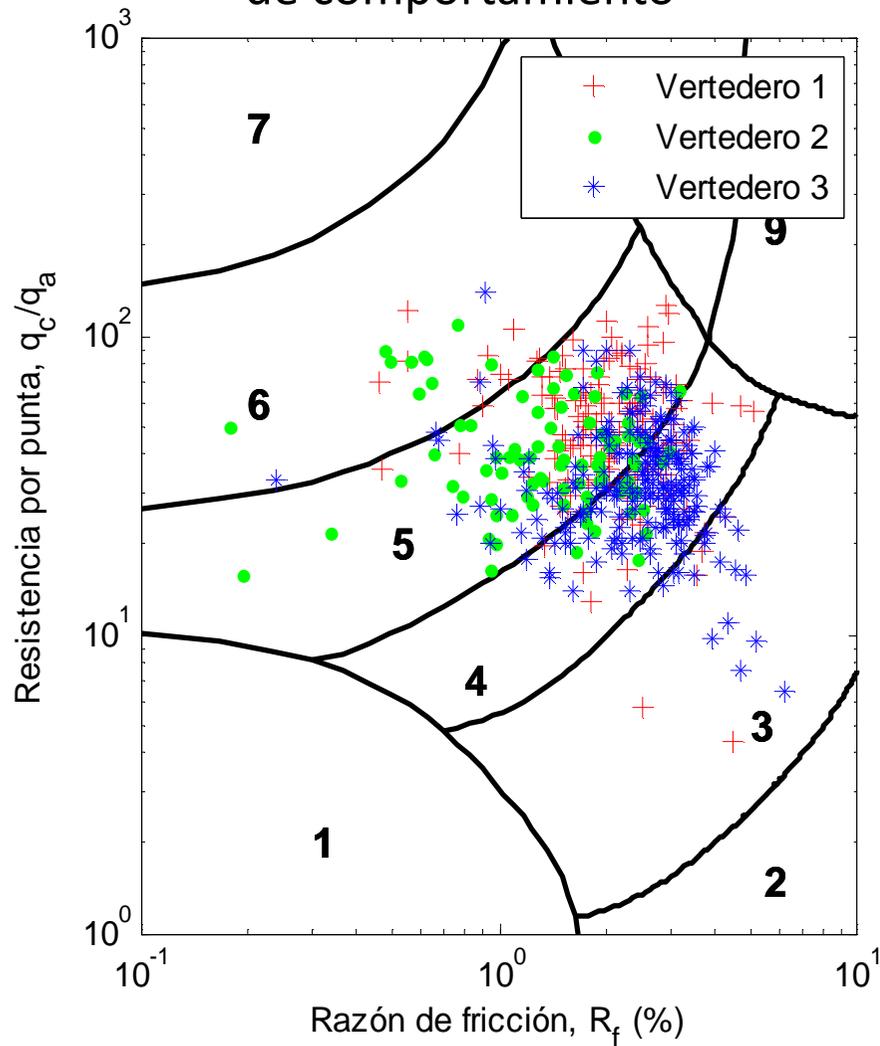


Módulos de corte

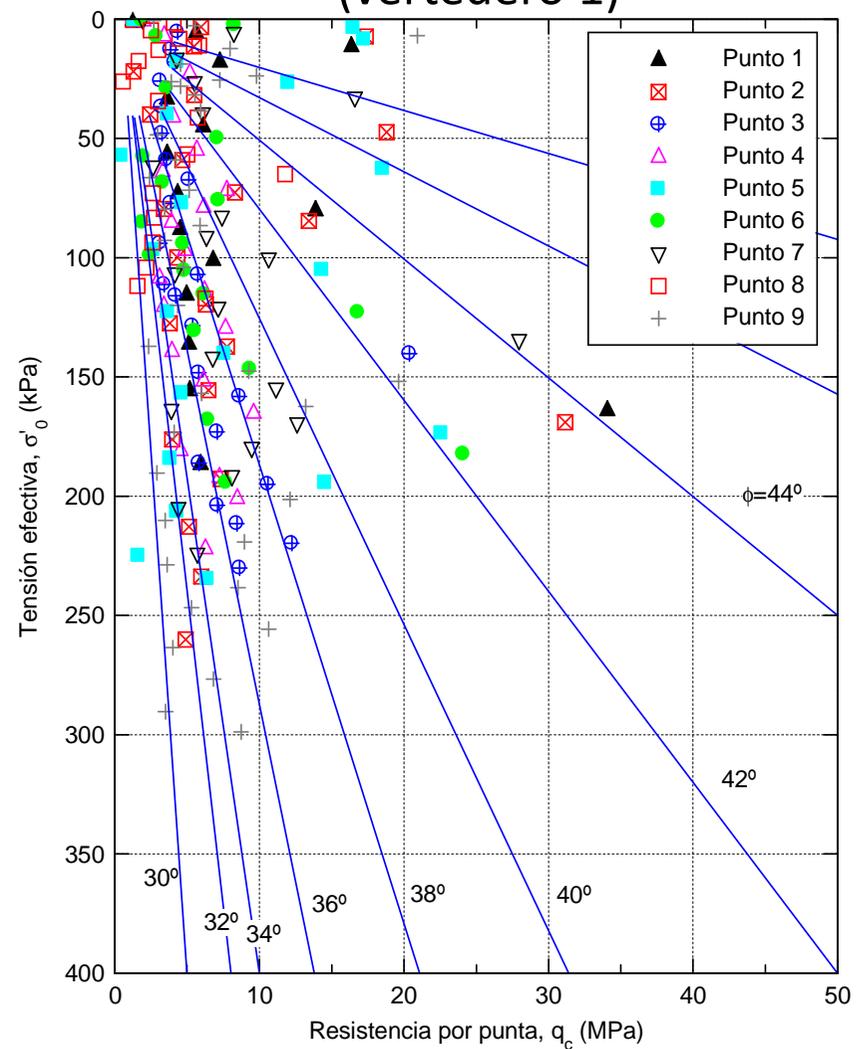


R.S.U. Convencionales – Ensayos in situ - CPTu

Identificación del tipo de comportamiento

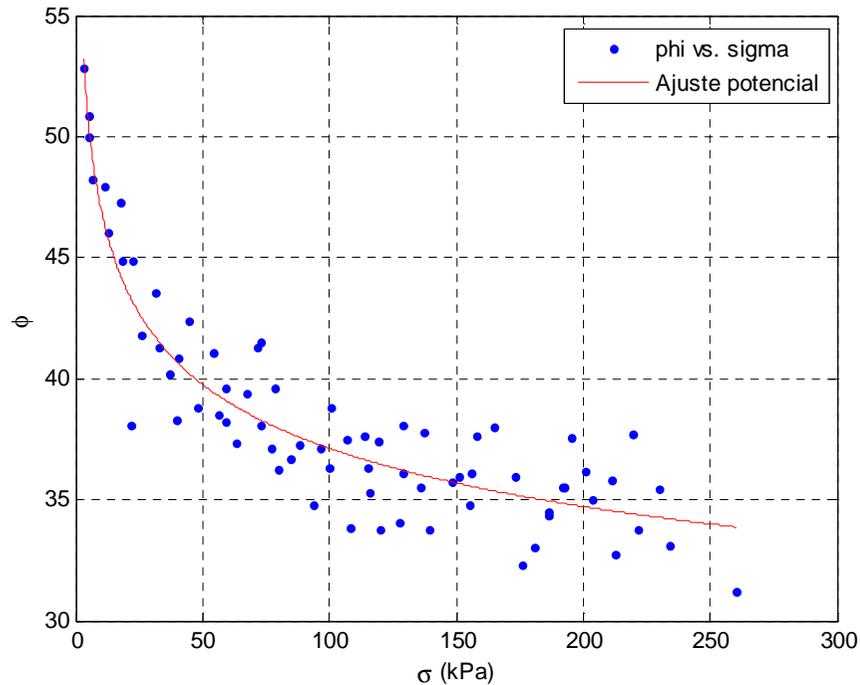


Parámetros resistentes (vertedero 1)

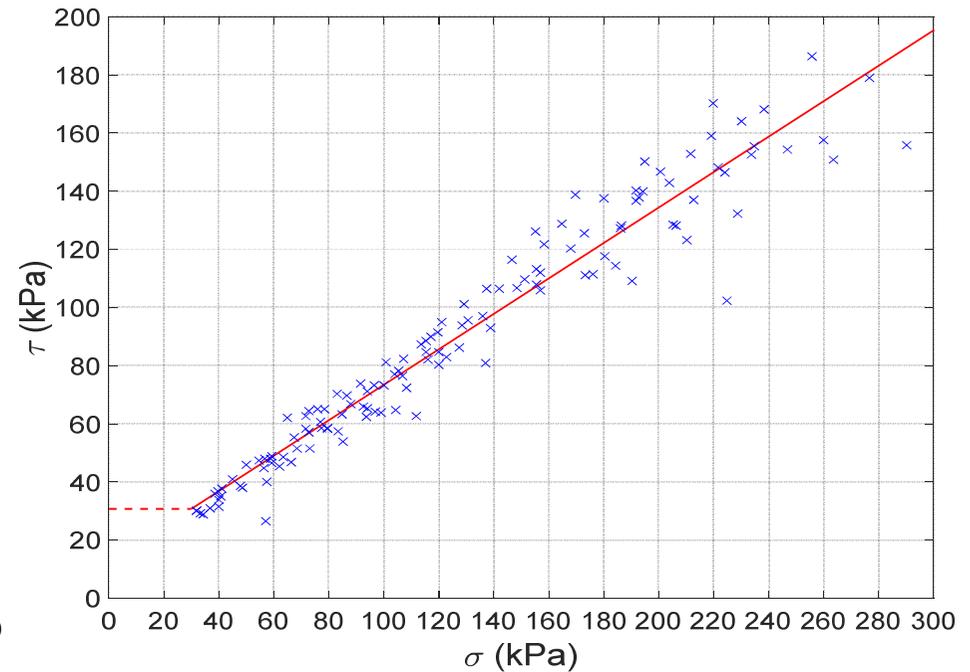


R.S.U. Convencionales – Ensayos in situ – Parámetros

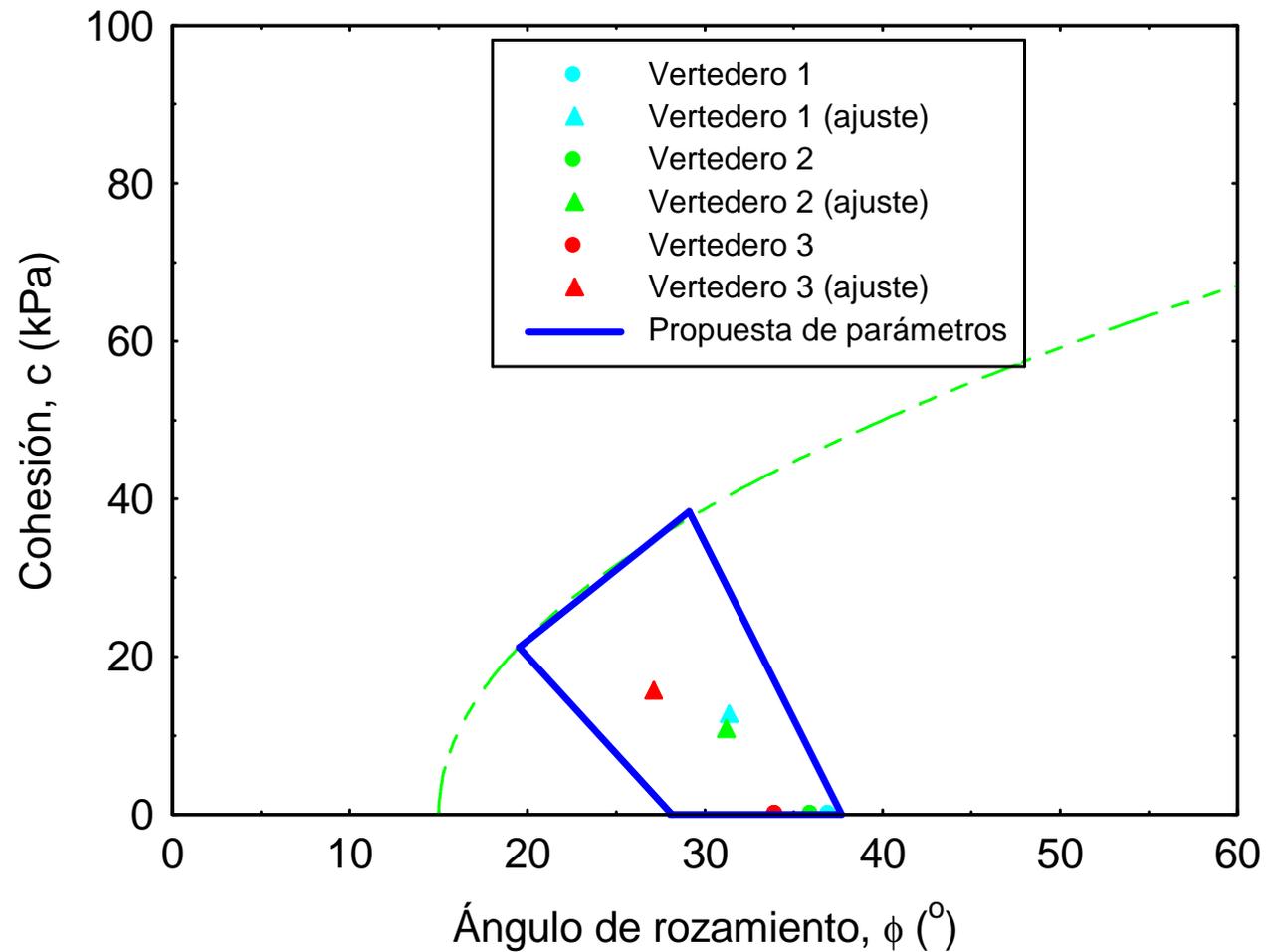
Evolución de ϕ con la profundidad



Ajuste de Mohr-Coulomb



R.S.U. Convencionales – Parámetros obtenidos





R.S.U. con M.B.T. – Ensayos de laboratorio

- Ensayos de laboratorio:
 - Corte directo, triaxial, corte simple
 - Dificultades para obtener buenas muestras
 - ~~• Grandes partículas (fibras,...)~~
 - Problemas ambientales (olor,...)



Compresión Triaxial



Corte Directo

R.S.U. con M.B.T. – Ensayos de laboratorio - Laboratorio



R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio - Laboratorio



R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio - Materiales



ESCORIAS

R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio - Materiales



RECHAZO DE AFINO

R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio - Materiales

Contenido Rechazo de afino (%)	Contenido escoria (%)	Muestra
0	100	M- R0E100
20	80	M- R20E80
40	60	M- R40E60
60	40	M- R60E40
80	20	M- R80E20
100	0	M- R100E0

R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio – Corte Directo

•Equipo

- Caja de corte de grandes dimensiones (300x300mm)
- Modificada para aumentar la deformación (desplaz. hasta 90 mm)
- Control adicional de la carga vertical
- Sistema de adquisición de datos automático diseñado para el laboratorio.

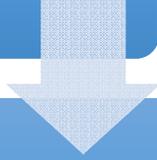


PROCEDIMIENTO

Preparación de la probeta



Consolidación



Rotura

R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio – Corte Directo

- Preparación de la probeta
 - En la propia caja de corte mediante compactación estática.
 - Se realiza en 3 tongadas de la misma altura
 - En ocasiones es necesario varillar para llegar a la densidad



Compactación tongada

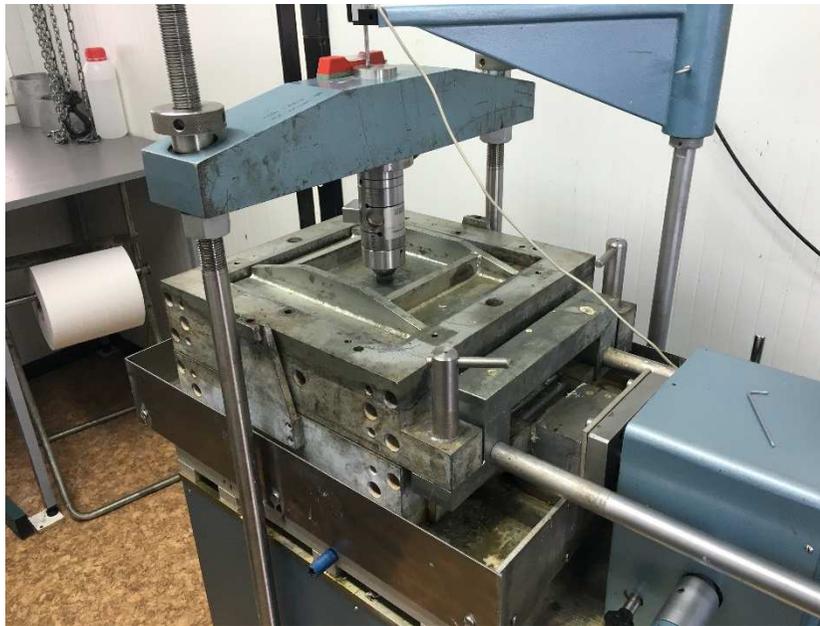


Varillado

R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio – Corte Directo

- Para muestras con mucha cantidad de rechazo de afino el asiento no se estabiliza → Criterio temporal.
- En probetas con tensiones verticales altas aparece lixiviado durante la fase de consolidación.

• Consolidación

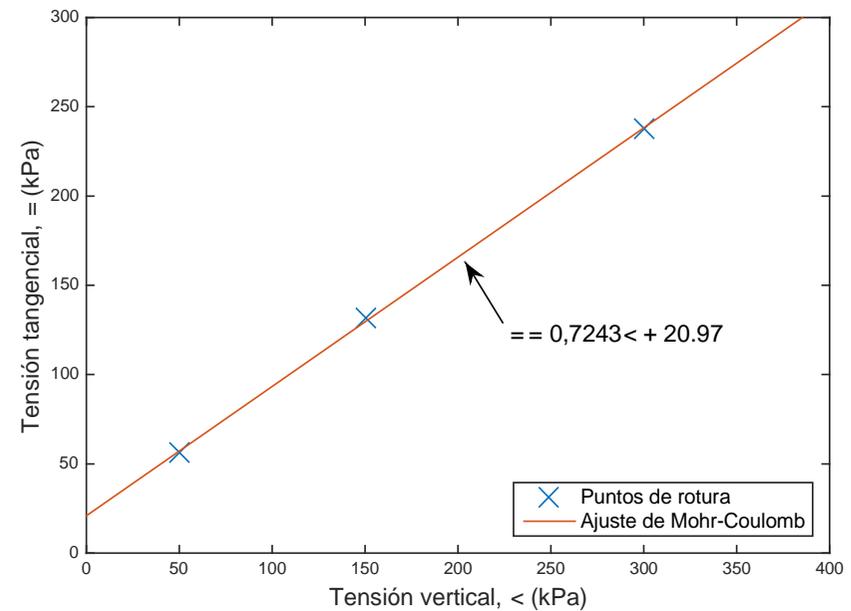
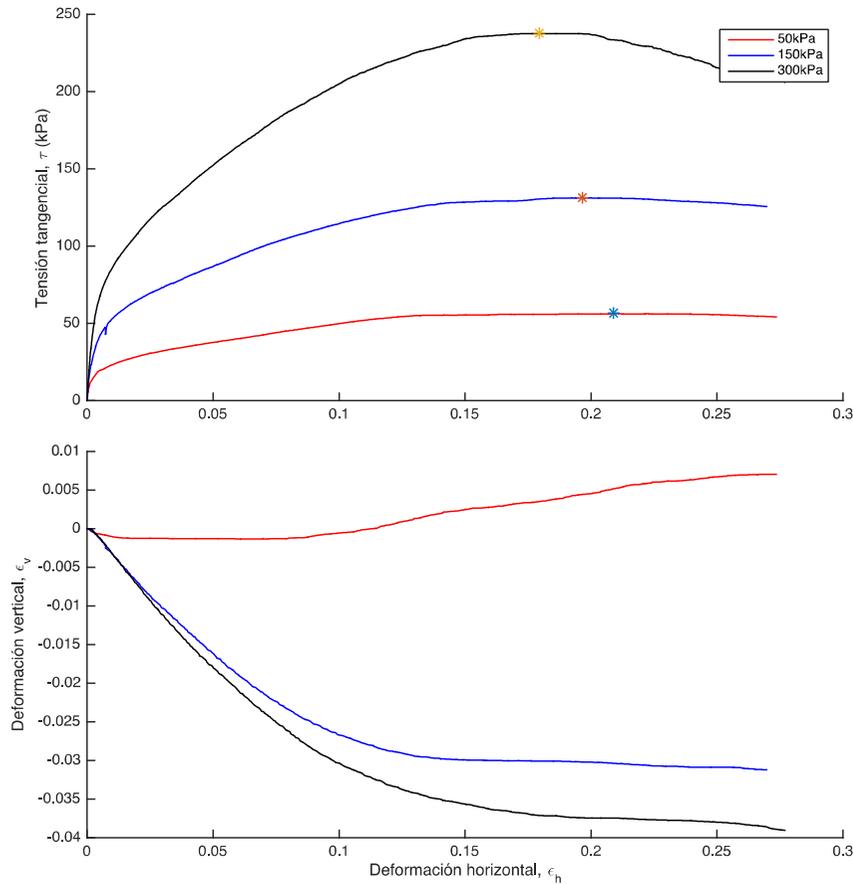


• Post-rotura



R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio – Corte Directo

Curvas de rotura C-R40E60



R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio – Triaxial

- **Equipo**

- 6 canales de presión independientes.
- Probetas de 100mm de diámetro.
- Materiales adaptados para el ensayo de materiales blandos muy heterogéneos.



R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio – Triaxial

PROCESO

Compactación de la probeta

Congelación. Desmolde

Descongelación en cámara triaxial

Saturación y consolidación

Desviador → Rotura

R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio – Triaxial

- Compactación de la probeta
 - Se realiza en 5 tongadas de la misma altura.
 - Mediante presión estática en la misma prensa que se usa para el ensayo.



R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio – Triaxial



R.S.U. con M.B.T.– Ensayos de laboratorio – Triaxial



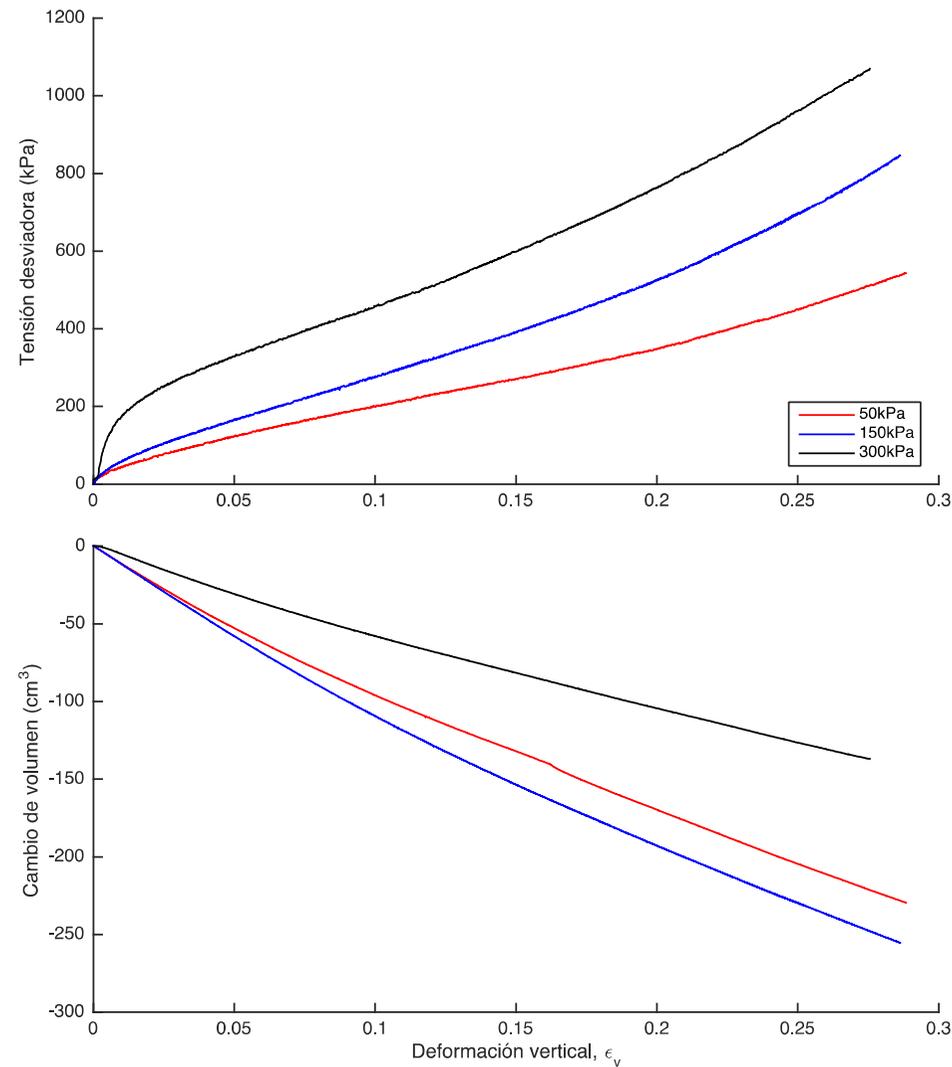
R.S.U. con M.B.T. – Ensayos de laboratorio – Triaxial

- **Rotura**

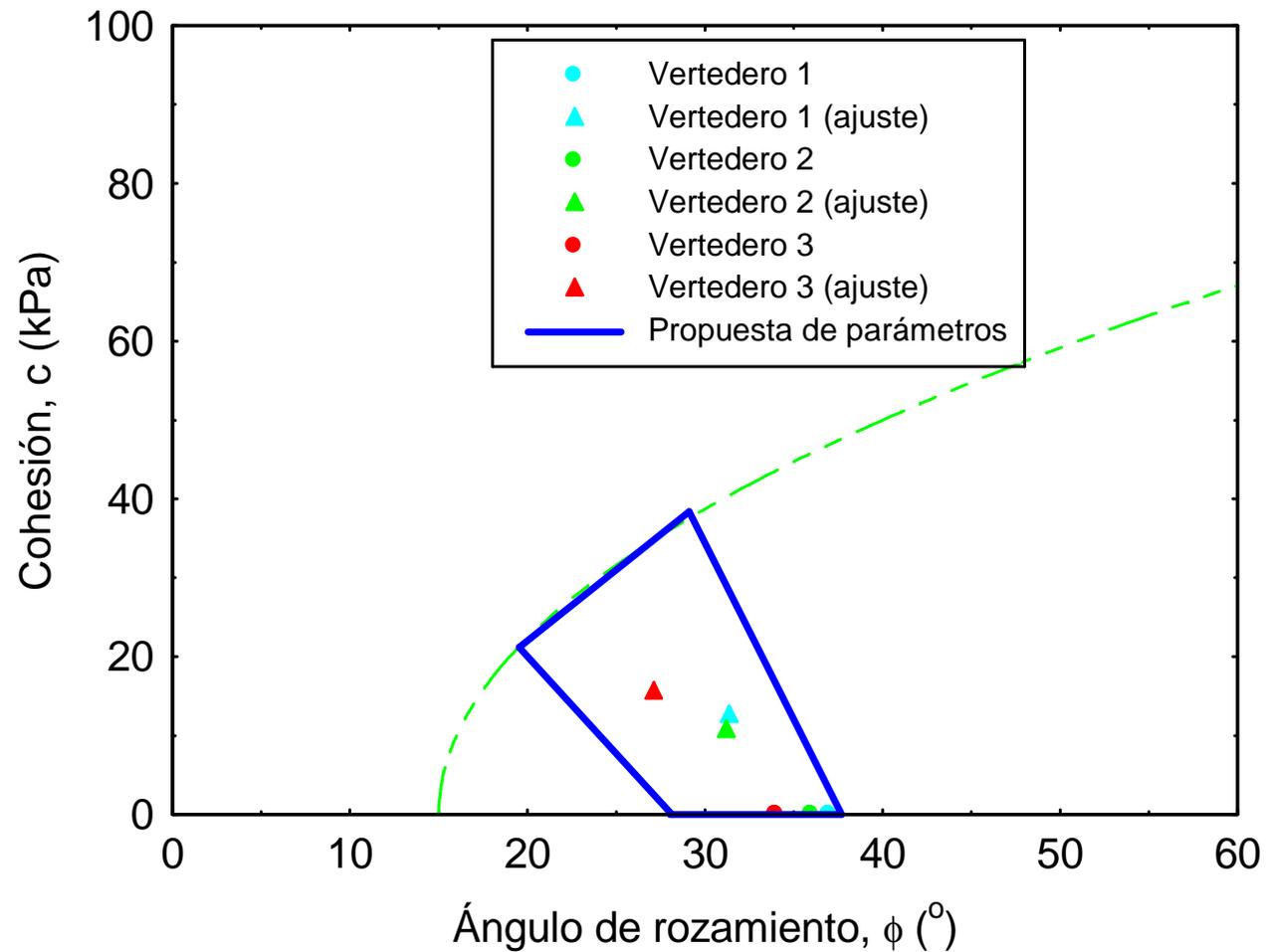
- La rotura se realiza en condiciones Consolidadas – Drenadas (C-D)
- Durante la rotura se registran:
 - Tensión desviadora
 - Cambio de Volumen
 - Deformación vertical
 - Presión intersticial

R.S.U. con M.B.T. – Ensayos de laboratorio – Triaxial

Curvas de rotura T-R100E0



R.S.U. Convencionales – Parámetros obtenidos





Gracias por su atención