

## Selección de variables de estado

Dr. Alejo O. Sfriso

Universidad de Buenos Aires  
SRK Consulting (Argentina)  
AOSA

materias.fi.uba.ar/6408  
latam.srk.com  
www.aosa.com.ar

asfriso@fi.uba.ar  
asfriso@srk.com.ar  
asfriso@aosa.com.ar

## La relación de vacíos

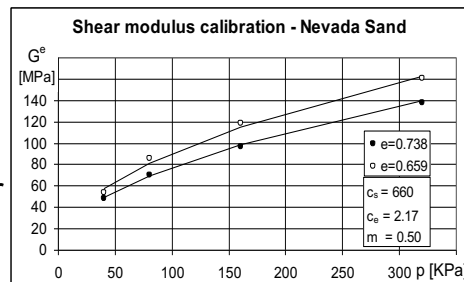
### Ventajas

- Tiene una clara influencia en el comportamiento de los suelos
- Puede medirse en cualquier momento del ensayo

### Desventaja

- Se acopla con  $\sigma$

$$\dot{e} = -(1 + e)\dot{\epsilon}_v = -(1 + e)(\dot{\epsilon}_v^e + \dot{\epsilon}_v^p) = -(1 + e)\left(\frac{\dot{p}}{K} + \dot{\epsilon}_v^p\right)$$



## La relación de vacíos para presión nula



Relación de vacíos

$$\dot{e} = -(1 + e)\dot{\epsilon}_v = -(1 + e)(\dot{\epsilon}_v^e + \dot{\epsilon}_v^p) = -(1 + e)\left(\frac{\dot{p}}{K} + \dot{\epsilon}_v^p\right)$$

Relación de vacíos para presión nula

$$\dot{e}_0 = \dot{e} + (1 + e)\left(\frac{\dot{p}}{K}\right) = -(1 + e)\dot{\epsilon}_v^p$$

### Ventajas

- Sólo depende de la deformación plástica volumétrica  $\dot{\epsilon}_v^p$

### Desventaja

- No puede medirse directamente, debe calcularse

3

## Ángulo de fricción movilizado



### Ventajas

- Definición simple

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_3} = \frac{1 + \sin[\phi_{mob}]}{1 - \sin[\phi_{mob}]}$$

### Desventajas

- Es incompatible con  $\phi[p]$  (Leps, Bolton, Hoek-Brown)

**Solución propuesta:** una variable escalar nueva ( $\zeta$ )

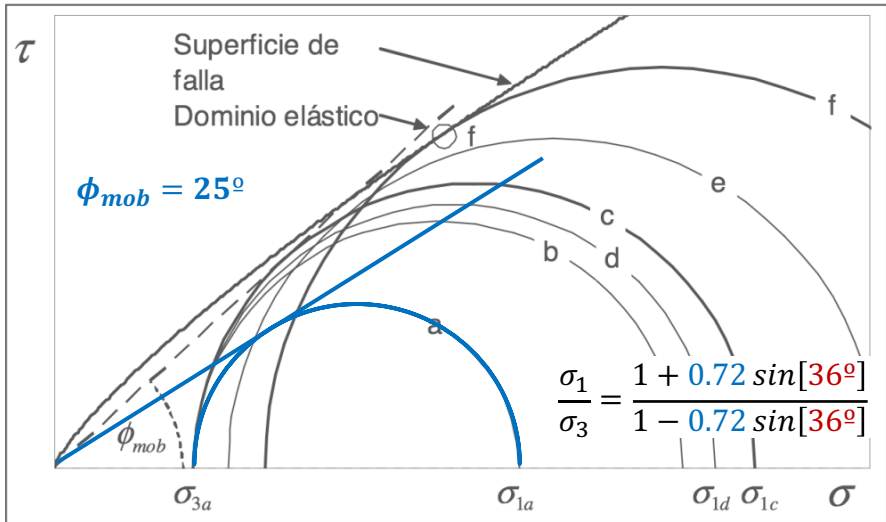
$$\frac{\sigma_1}{\sigma_3} = \frac{1 + \zeta \cdot \sin[\phi]}{1 - \zeta \cdot \sin[\phi]}$$

4

# Porqué $\zeta$ y porque no $\phi_{mob}$



Selección de variables de estado

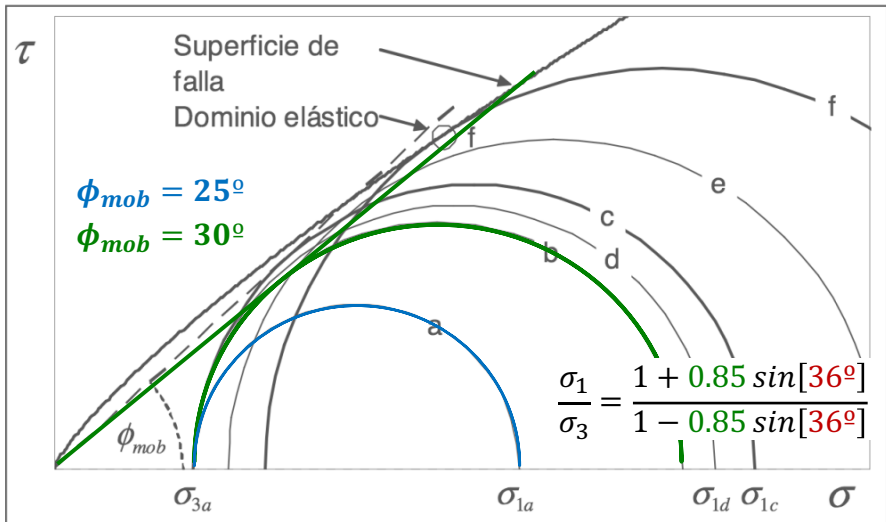


5

# Porqué $\zeta$ y porque no $\phi_{mob}$



Selección de variables de estado

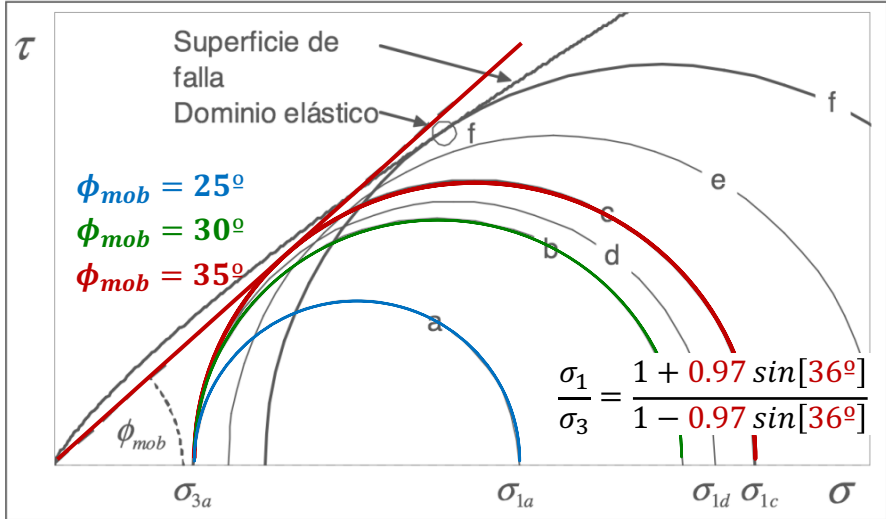


6

# Porqué $\zeta$ y porque no $\phi_{mob}$



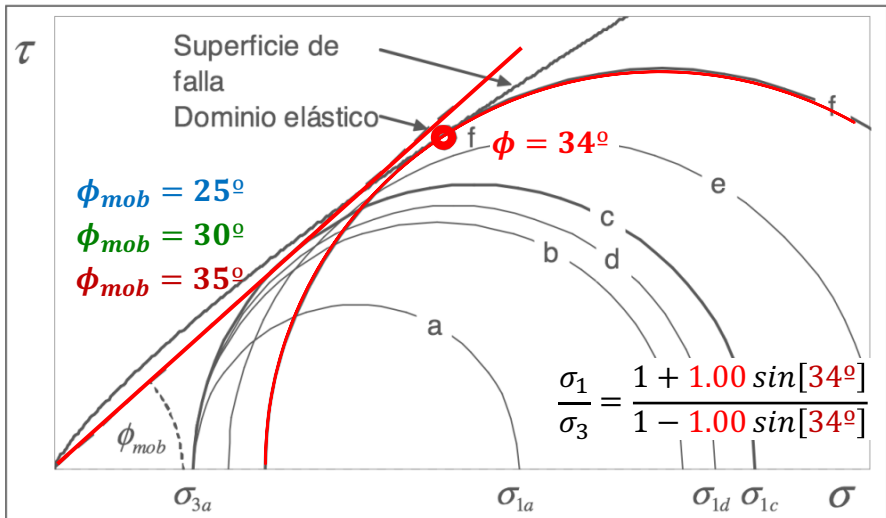
Selección de variables de estado



# Porqué $\zeta$ y porque no $\phi_{mob}$



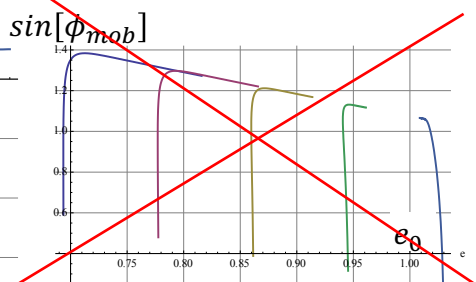
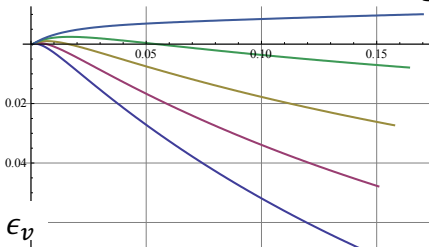
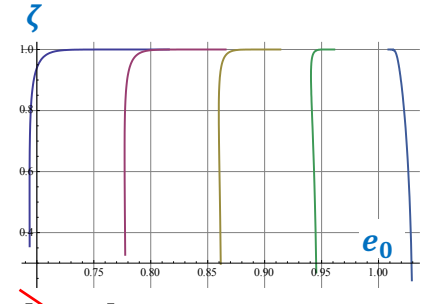
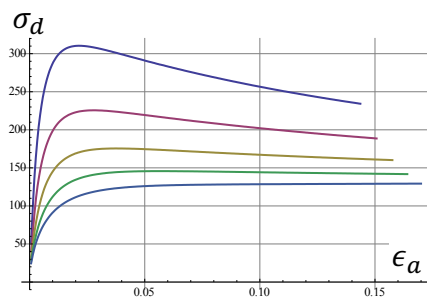
Selección de variables de estado



# Prueba de "independencia" entre variables de estado



Selección de variables de estado



9