

MECANICA DE ROCAS – TEMA 6

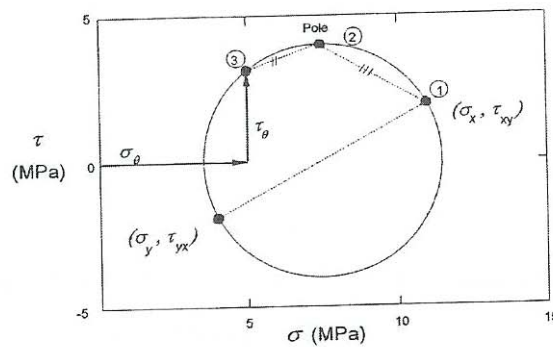
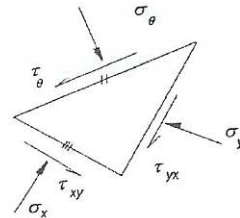
CÍRCULO DE MOHR

* *Proceso de obtención de tensiones con el círculo de Mohr mediante el polo.*

El polo del círculo de Mohr es una técnica auxiliar que permite la determinación de las tensiones normales y de cortante para un plano dado, o dados dos planos que no tienen que ser ortogonales, obtener la magnitud y dirección de las tensiones principales.

Obtenida una representación del círculo de Mohr y dada una dirección θ de inclinación del plano, la técnica del polo permite determinar las tensiones σ_θ y τ_θ en ese plano.

- El primer paso es determinar la posición del polo:



- Elegir un punto del círculo de Mohr del que se conoce la correspondiente dirección, como es el punto 1 de la figura.
- Desde el punto 1, dibujar una línea paralela a la dirección de su plano hasta que corte de nuevo al círculo.
- El punto de corte numerado como 2, **es el polo**.

Para obtener las tensiones en cualquier plano, el método es muy sencillo:

- * Desde el polo trazar una línea paralela a la dirección del plano.
- * La línea corta al círculo de Mohr en el punto 3, al que corresponderían las tensiones σ_θ y τ_θ que se querían determinar.

Problema 1 - Ejercicio resuelto

En un círculo de Mohr, cuyo centro se sitúa en un valor de la tensión normal de 7,50 MPa, se tiene el punto A definido por las siguientes coordenadas:

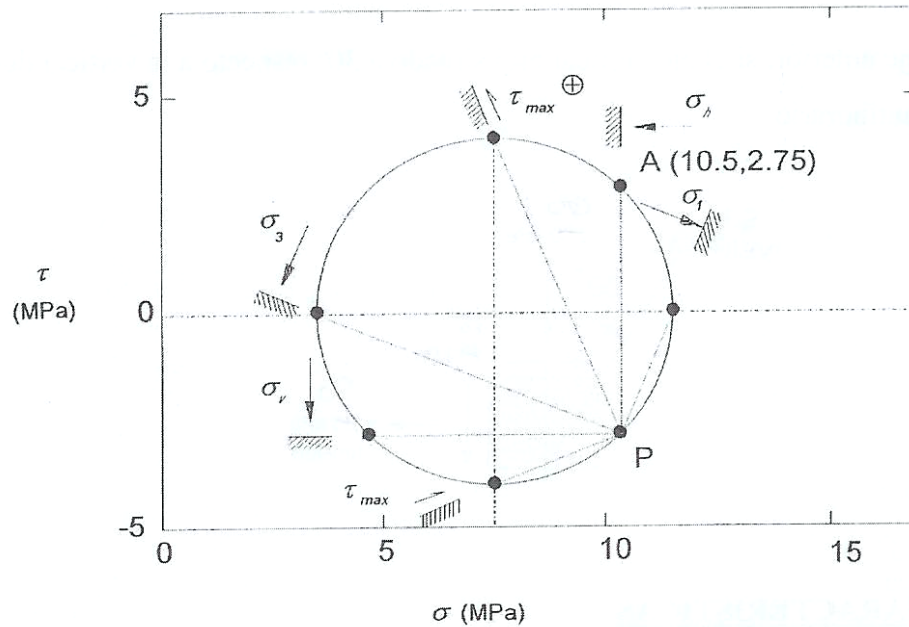
$$\sigma = 10,5 \text{ MPa}$$

$$\tau = 2,75 \text{ MPa}$$

Se pide obtener:

1. El polo
2. Las tensiones actuando en el plano horizontal
3. Valores de las tensiones principales y la dirección de los planos donde actúan
4. Cortante máximo y mínimo y la dirección de los planos donde actúan.

SOLUCIÓN:

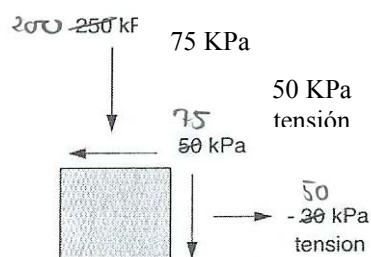


Problema 2

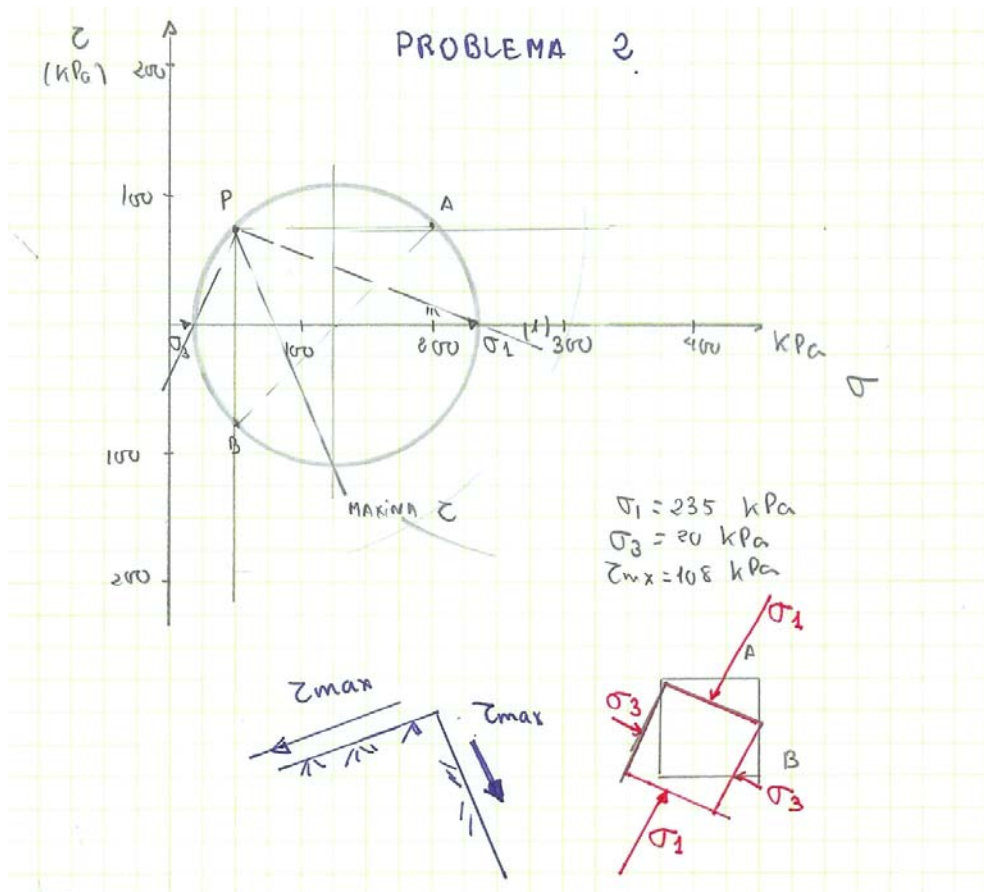
Para el nivel de tensiones definido en el esquema inferior, obtener:

- Tensión normal y de cortante en un plano inclinado 30° con la horizontal
- Las tensiones principales y sus direcciones.
- El máximo cortante y el plano en que actúa.

200 KPa

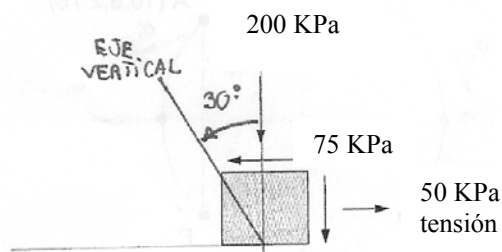


SOLUCION:

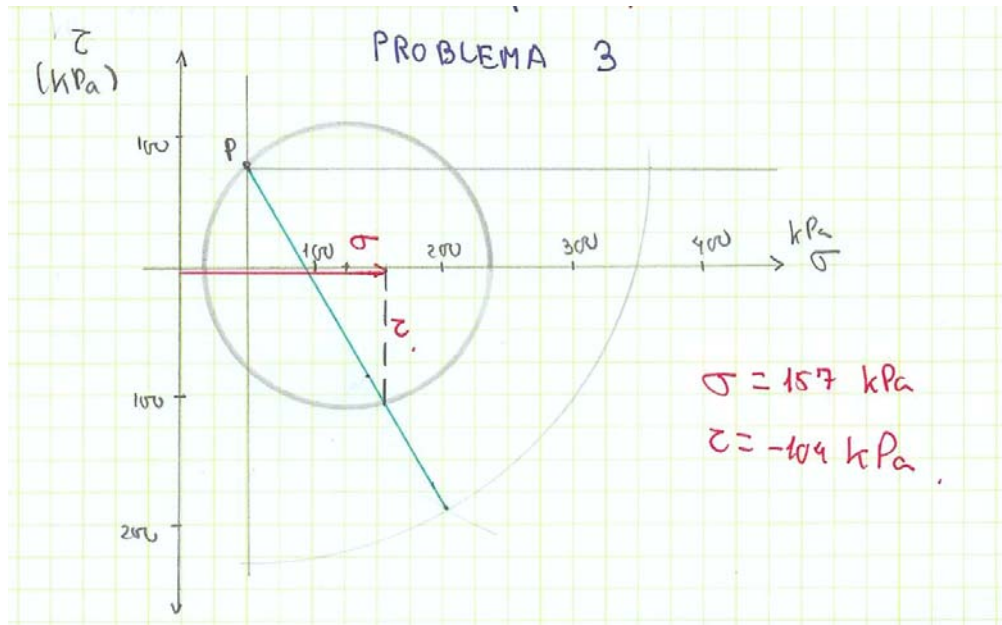


Problema 3

Repetir el eje anterior, si el eje vertical está situado a 30° respecto a la vertical del esquema en sentido antihorario.



SOLUCION:



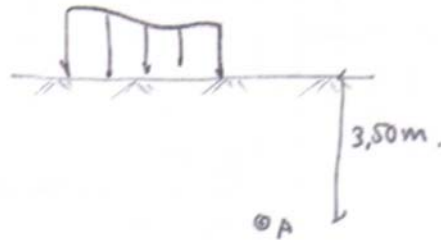
Problema 4

Una cierta distribución de cargas provoca en el punto A los siguientes incrementos de tensiones:

$$\Delta\sigma_z = 40 \text{ KPa}, \Delta\sigma_x = 30 \text{ KPa} \text{ y } \Delta\tau_{zx} = 32 \text{ KPa}.$$

Si las tensiones iniciales son las geostáticas con $K_0 = 0,43$ para una profundidad de 3,5 m y una densidad de $\gamma = 20 \text{ KPa/m}^3$, obtener las direcciones de las tensiones principales.

SOLUCION:



Las tensiones iniciales:

$$\sigma_{zi} = 20 \times 3,50 = 70 \text{ Kpa}$$

$$\sigma_{xi} = 70 \times 0,43 = 30 \text{ Kpa}$$

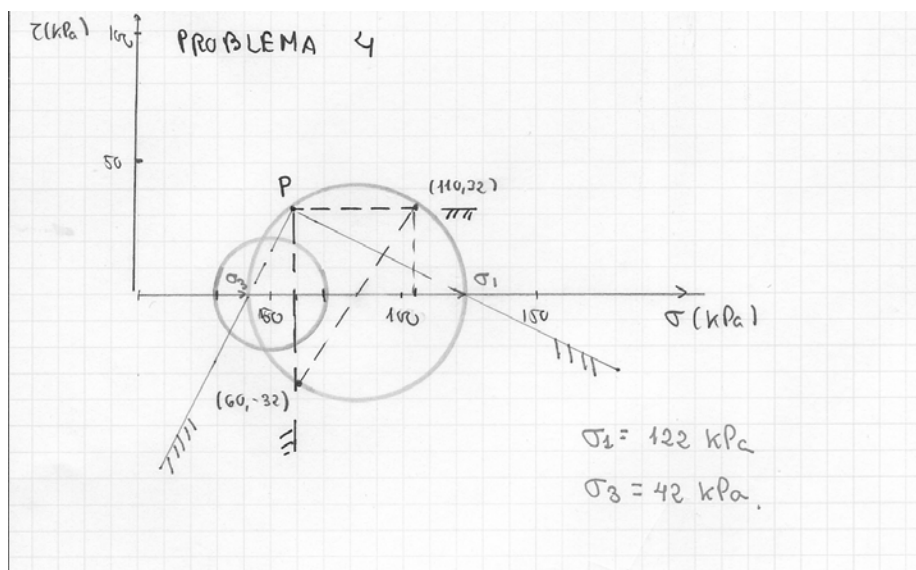
$$\tau_{xyi} = 0$$

Las tensiones finales

$$\sigma_{zf} = 70 + 40 = 110 \text{ Kpa}$$

$$\sigma_{xf} = 30 + 30 = 60 \text{ Kpa}$$

$$\tau_{xyf} = 0 + 32 = 32 \text{ Kpa}$$



Problema 5

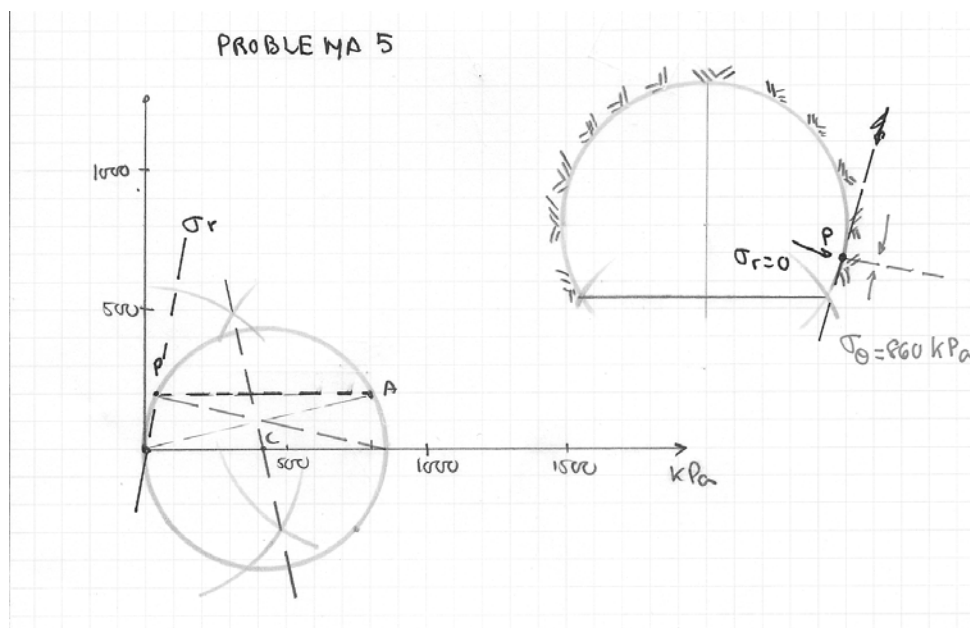
En un punto del contorno del avance de un túnel no revestido se ha medido según un plano horizontal una tensión normal de 800 KPa y tangencial de 200 KPa (+).

Antes de replantar el punto de medida se revistió con hormigón.

Determinar:

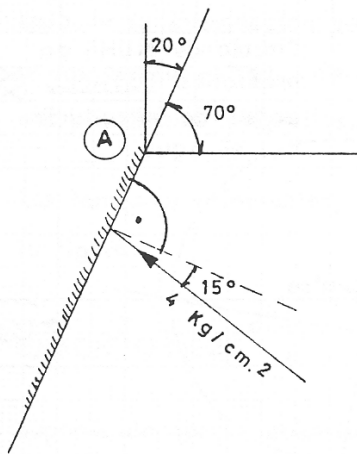
- * Si el túnel es circular simétrico de $180 + 60^\circ$ de sector, donde estaría el punto de medida.
- * Cuáles serían las tensiones principales y su dirección
- *Cuál sería la posición del punto de medida

SOLUCION:



Problema 6

En un punto A de un suelo que es una arena, y sobre un plano inclinado 20° respecto a la vertical, tal como se indica en la figura, actúa



una tensión de 4 kg/cm^2 , desviada 15° respecto a la normal a dicho plano.

El suelo está inicialmente seco.

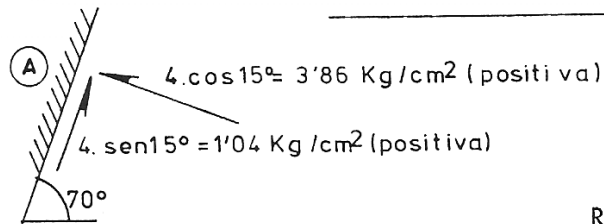
Se introduce agua a presión en dicho punto, y se observa que cuando tal presión alcanza el valor de 2 kg/cm^2 , el suelo se rompe en el punto A, y precisamente en la di-

rección del plano señalado.

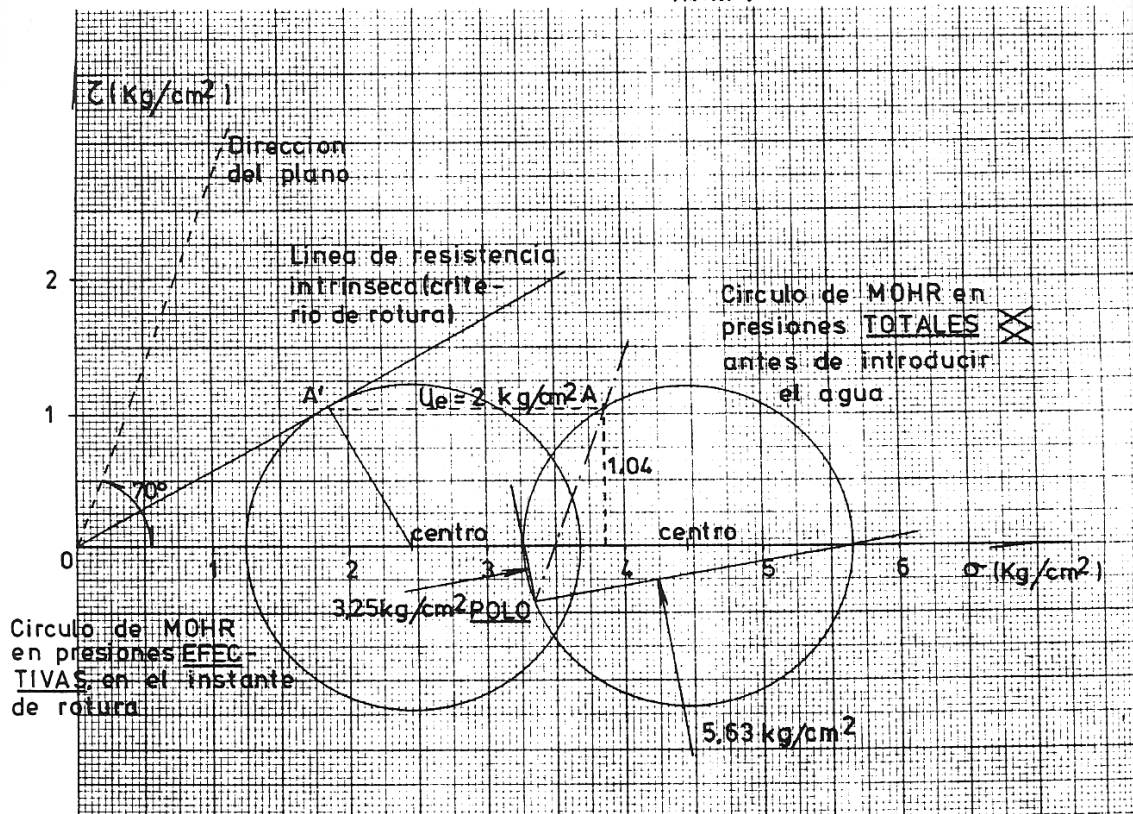
Se pide :

- 1) Dibujar el círculo de Mohr de tensiones, antes de la introducción del agua.
- 2) Polo del círculo de Mohr, y dirección de las tensiones principales, antes de la introducción del agua.

Se supondrá que las presiones totales no varían durante el aumento de la presión intersticial .



Representando en el plano de Mohr :



Representamos en el plano de Mohr, el punto A (3,86, 1,04).

Si la tensión normal total de $3,86 \text{ kg/cm}^2$, la disminuimos en 2 kg/cm^2 , obtendremos la tensión normal efectiva en el momento de rotura, $1,86 \text{ kg/cm}^2$ del punto A'. En el gráfico, el punto A'.

Ahora bien, el punto $\underline{\underline{A'}}$, ha de pertenecer al círculo de Mohr en presiones efectivas, y por otra parte, éste ha de ser tangente al criterio de rotura, en $\underline{\underline{A}}$ (ya que nos dicen que el suelo rompe por $\underline{\underline{A}}$). El criterio de rotura se ha unido con el origen, ya que por tratarse el suelo de una arena, tiene cohesión nula; en caso contrario, no sucedería esto. Por el punto de tangencia se traza una normal al criterio de rotura, y su intersección con el eje de abscisas nos dará el centro del círculo de Mohr en presiones efectivas. Este centro lo trasladamos 2 kg/cm^2 hacia la derecha, y ya tenemos el centro del círculo de Mohr en presiones totales (o bien, antes de introducir el agua). Como $\underline{\underline{A}}$ es un punto del círculo, éste, nos queda totalmente definido.

Por el punto $\underline{\underline{A}}$, se traza una paralela a la dirección del plano señalado, y su intersección con el círculo, nos dará el polo. Por el polo, se une con los extremos del círculo, y obtendremos la dirección de los planos principales (aquellos, donde solo hay tensiones normales).

Las tensiones principales, en dirección y magnitud, son las indicadas en la figura.

EJERCICIO Nº 20

Suponiendo que la cohesión es nula:

- Hallar el ángulo de rozamiento interno, correspondiente a la tensión tangencial máxima producida, de la arena correspondiente a la figura 8.9 del libro Geotecnia y Cimientos I en los dos casos, de estiba densa y floja.

Hallar también su índice de poros correspondiente a la rotura; es decir, en el momento de producirse dicha tensión máxima, en ambos casos.

Problema 7 (propuesto)

En un ensayo de compresión triaxial la presión de confinamiento o presión del fluido exterior a la membrana que rodea la muestra es 20000 KPa. La tensión total axial en rotura es 60000 KPa. La muestra de arenisca contiene agua en sus poros, y la presión del agua en el momento de la rotura se ha medido y su valor es 8000 KPa.

- Dibujar los círculos de Mohr de rotura correspondientes a tensiones totales y tensiones efectivas.

Problema 8 (propuesto)

¿Qué valor máximo de tensión horizontal soportaría un plano de discontinuidad con buzamiento de 30° a una profundidad de 450 m para mantener el equilibrio?. (Peso específico del macizo rocoso = $2,6 \text{ t/m}^3$; parámetros resistentes de la discontinuidad: $c = 0$, $\phi = 35^\circ$; considerar la tensión vertical como el esfuerzo principal menor).

Problema 9 (propuesto)

Un macizo rocoso está afectado por una falla inversa con buzamiento de 30° . Calcular la presión de agua necesaria en el plano de falla a 100 m de profundidad para que se inicie el deslizamiento si se supone que el macizo presenta un valor de $K = 1,3$ antes del deslizamiento.

(Peso específico de la roca = $2,7 \text{ kN/m}^3$; parámetros resistentes del plano de falla: $c = 0$ y $\phi = 22^\circ$).