TENSIONES EN LA MASA DE SUELOS

PARTE 2

TENSIONES INDUCIDAS

Area de Geotecnia.
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

TENSIONES INDUCIDAS

OBJETIVOS:

- Interpretar la forma en que se produce la inducción de presiones generadas por fuerzas externas sobre un medio continuo bi o tridimensional
- Componer el estado tensional de presiones geostáticas e inducidas

REFERENCIAS:

- Fundamentos de ingeniería geotécnica. Cuarta edición. BRAJA M. DAS. Capítulo 8. Esfuerzo en la masa de suelos. 8.6.
- Soil Mechanics in Engineering Practice. 4° Edición. Terzaghi, K.; Peck, R. y Mesri, G. Chapter 6. Settlement and Contact Pressures. Article 39. Introduction.

Area de Geotecnia.
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

TENSIONES INDUCIDAS

1. Análisis en Medios Continuos

a. Modelo de Boussinesq

a. Carga puntual

b. Área circular cargada

c. Otros sistemas de carga superficial.

b. Modelo Simplificado 2:1

c. Método de Newmark

2. Sistema bicapa

TENSIONES INDUCIDAS

1. Análisis en Medios Continuos

a. Modelo de Boussinesq

a. Carga puntual

b. Área circular cargada

c. Otros sistemas de carga superficial.

b. Método de Newmark

c. Modelo Simplificado 2:1

2. Sistema bicapa

TENSIONES INDUCIDAS

ECUACION DE BOUSSINESQ (1885)
CARGA PUNTUAL

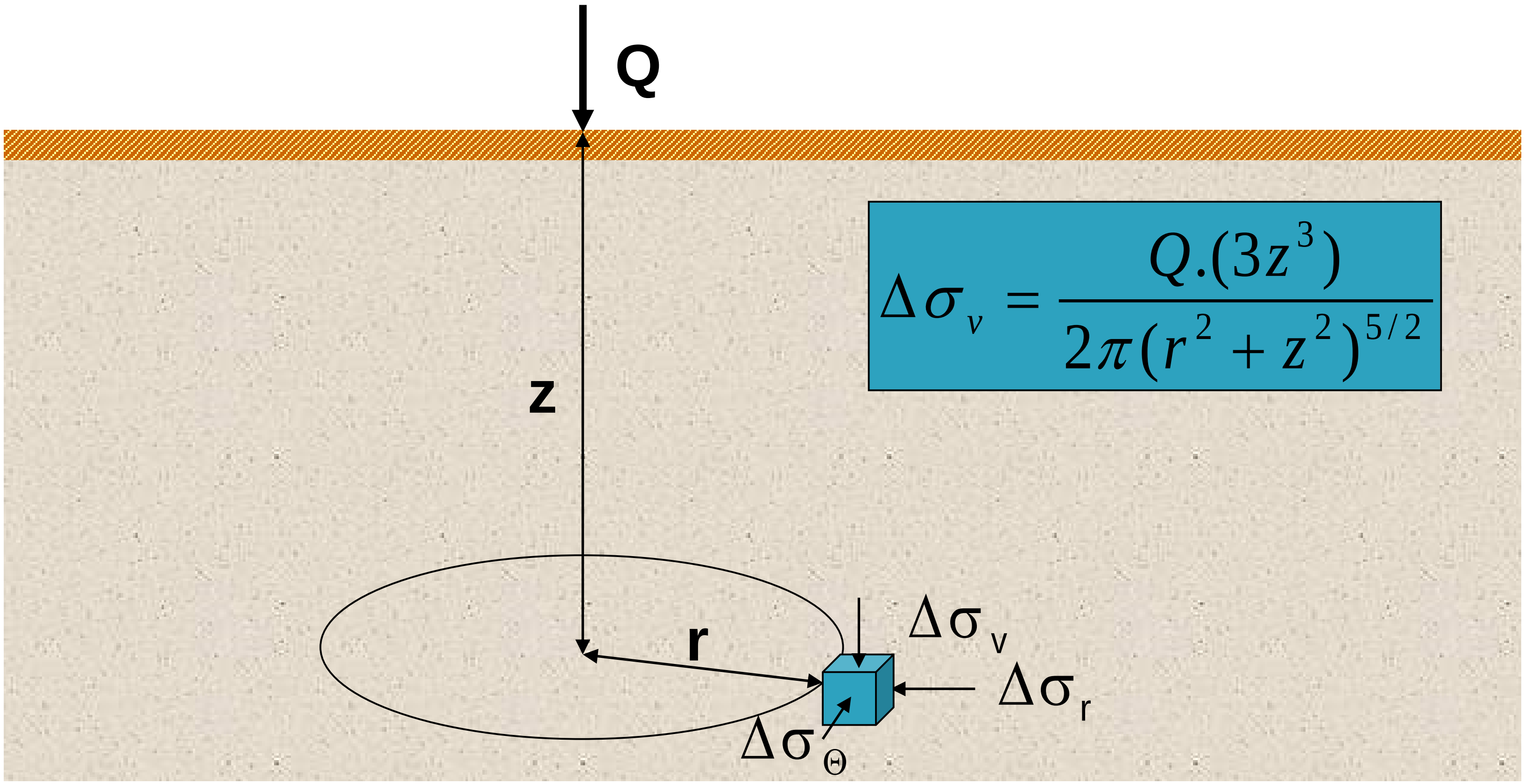
HIPOTESIS:

- **En relación al suelo**
  - **Medio elástico**
  - **Medio elástico lineal.**
  - **Medio homogéneo**
  - **Medio isótropo**
  - **Medio semiinfinito**

- **En relación a la fuerza**
  - **Carga puntal vertical en la superficie**

TENSIONES INDUCIDAS

ECUACION DE BOUSSINESQ (1885)
CARGA PUNTUAL

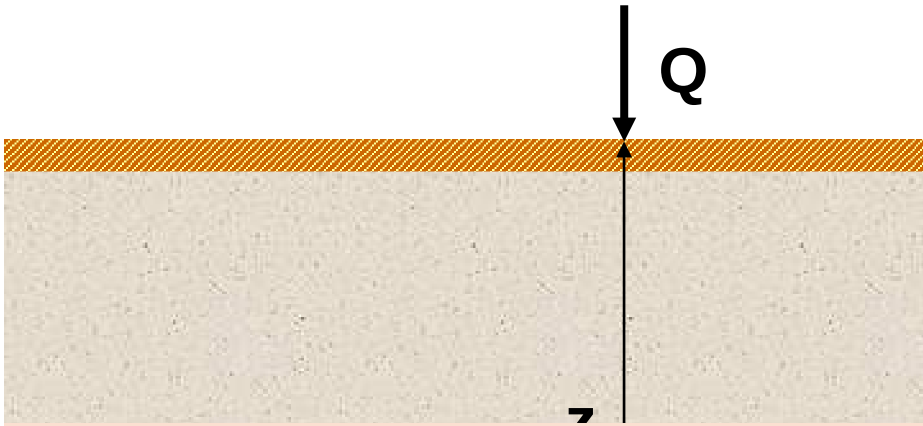


$$\Delta\sigma_v = \frac{Q.(3z^3)}{2\pi(r^2+z^2)^{5/2}}$$

- Considera que el medio sólido no tiene peso (γ=0)
- El sistema es axilsimétrico

TENSIONES INDUCIDAS

ECUACION DE BOUSSINESQ (1885)
CARGA PUNTUAL



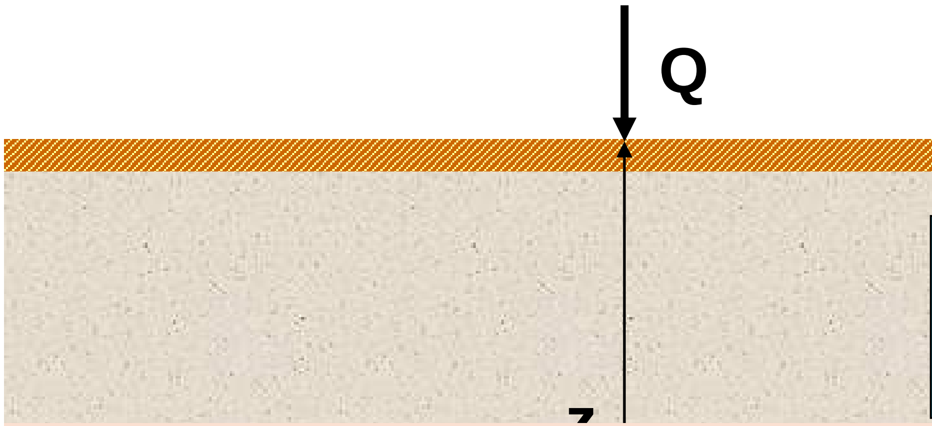
$$\Delta\sigma_v = \frac{Q.(3z^3)}{2\pi(r^2 + z^2)^{5/2}}$$

PREGUNTAS

- Qué valor tiene $\Delta\sigma$v para grandes profundidades?. Z → infinito.
- Qué valor tiene $\Delta\sigma$v en proximidad del unto de aplicación de la carga?, r=0, z → 0.
- Qué forma tiene el gráfico de $\Delta\sigma$v inducidos en vertical correspondiente a r=0?.
- Qué forma tiene el gráfico de $\Delta\sigma$v inducidos en una plano horizontal a una profundidad z?.

TENSIONES INDUCIDAS

ECUACION DE BOUSSINESQ (1885)
CARGA PUNTUAL



$$\Delta\sigma_v = \frac{Q.(3z^3)}{2\pi(r^2+z^2)^{5/2}}$$

CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS

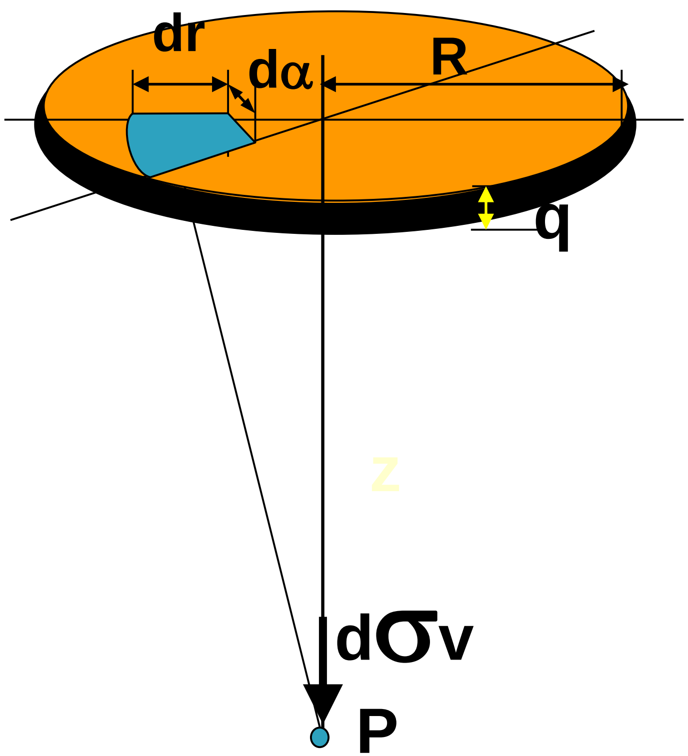
El modelo está desarrollado para un medio solido continuo ideal, en consecuencia:

- Se pueden conocer las tensiones inducidas en el sentido radial σr y tangencial $\sigma\theta$.
- Si se cumple la ley de Hooke, σ=E ε, si pueden calcular deformaciones inducidas a partir de las tensiones inducidas.

TENSIONES INDUCIDAS

ECUACION DE BOUSSINESQ (1885)
CARGA AREA CIRCULAR

El modelo de carga puntual tiene inconsistencia para r=0 y z=0. Luego se puede mejorar si se considera la carga aplicada en un área



Presión diferencial inducida

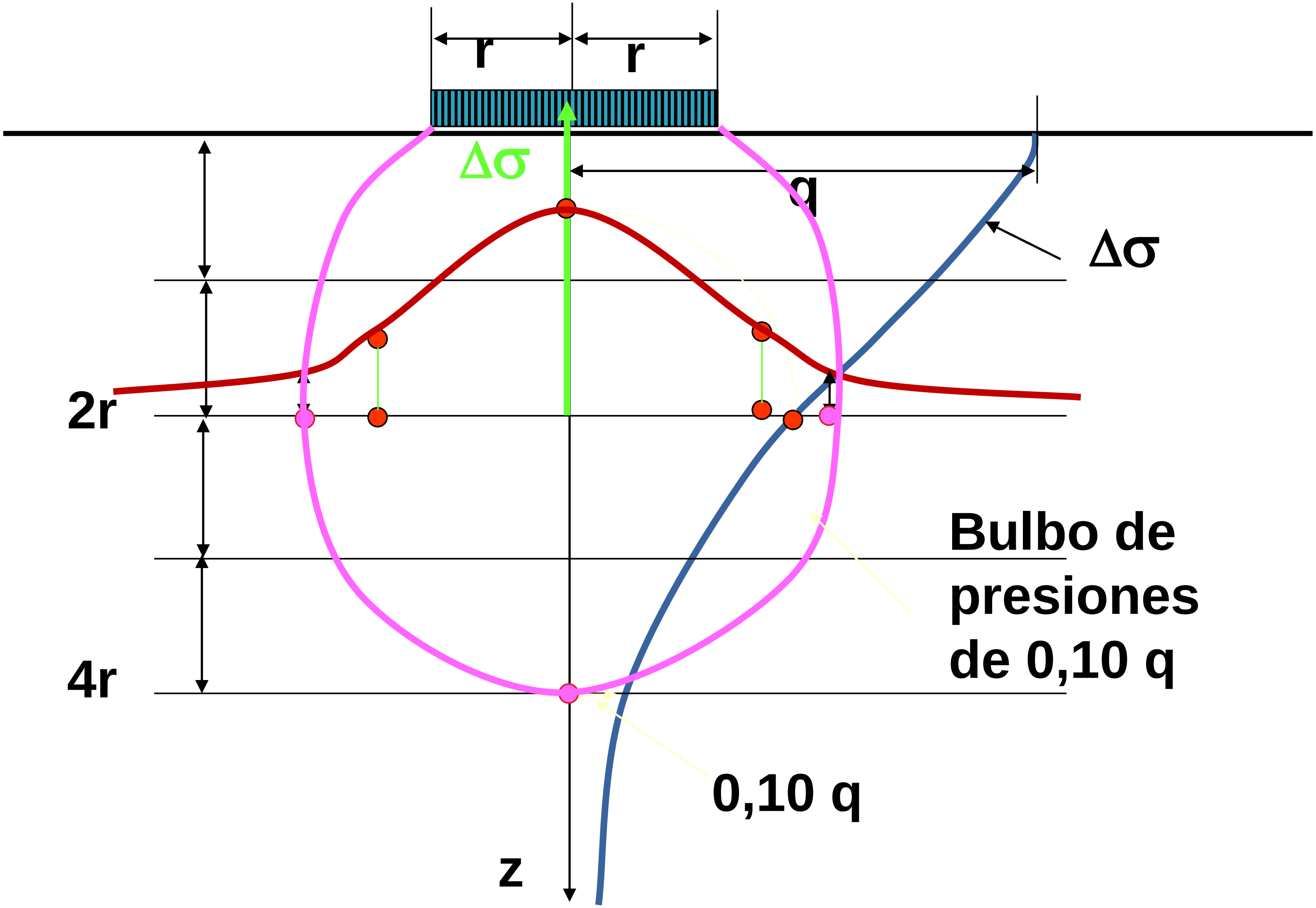
$$d\sigma_v = \frac{3q}{2\pi z^2}\left[\frac{1}{1+\left(\frac{r}{z}\right)^2}\right]^{5/2} \boldsymbol{dA}$$

Integral de las presiones diferenciales inducidas, para r=0

$$\Delta\sigma_v = q\left[\frac{1}{1+\left(\frac{R}{z}\right)^2}\right]^{3/2}$$

TENSIONES INDUCIDAS

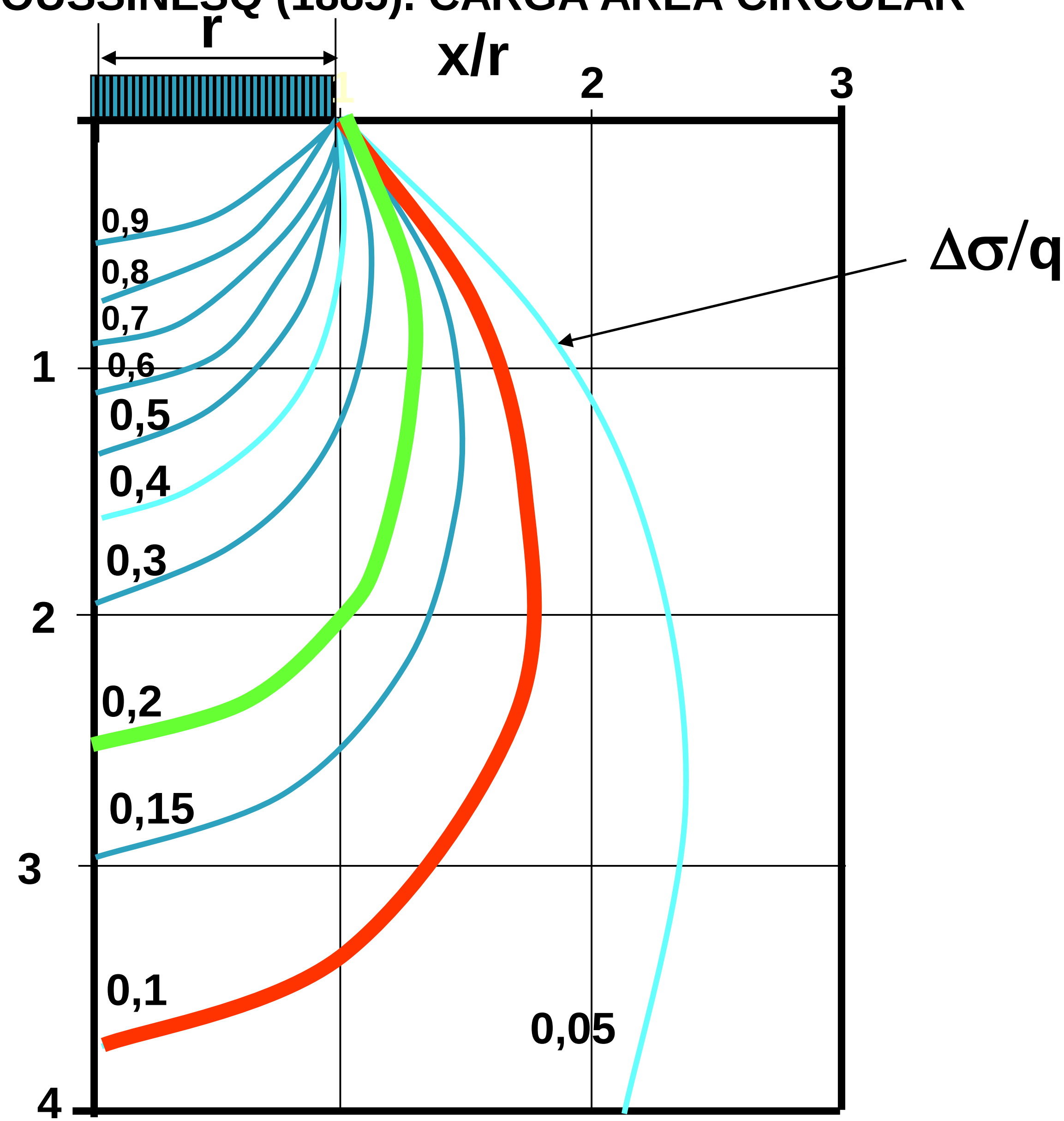
ECUACION DE BOUSSINESQ (1885)
CARGA AREA CIRCULAR



TENSIONES INDUCIDAS

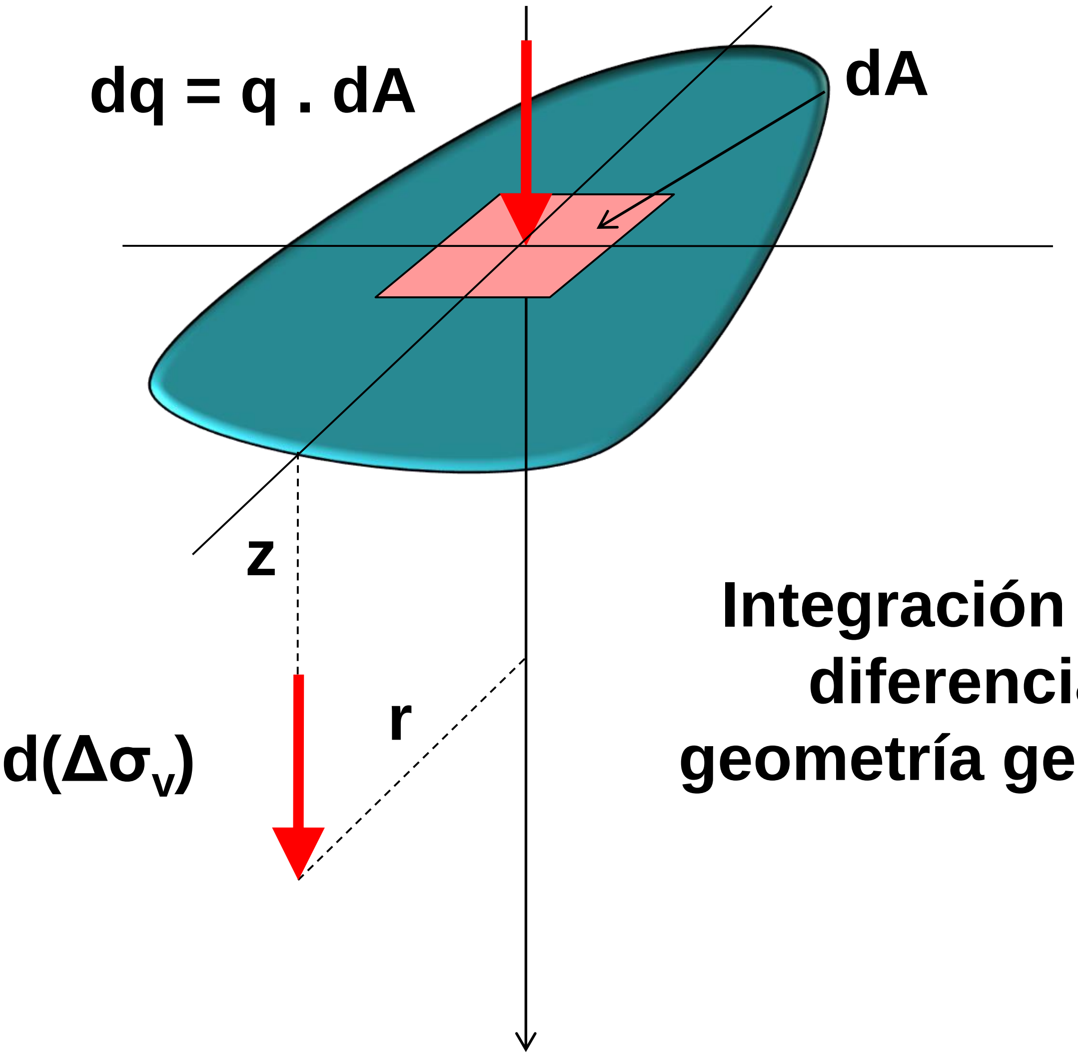
ECUACION DE BOUSSINESQ (1885). CARGA AREA CIRCULAR

Bulbo de presiones de una zapata circular flexible



TENSIONES INDUCIDAS

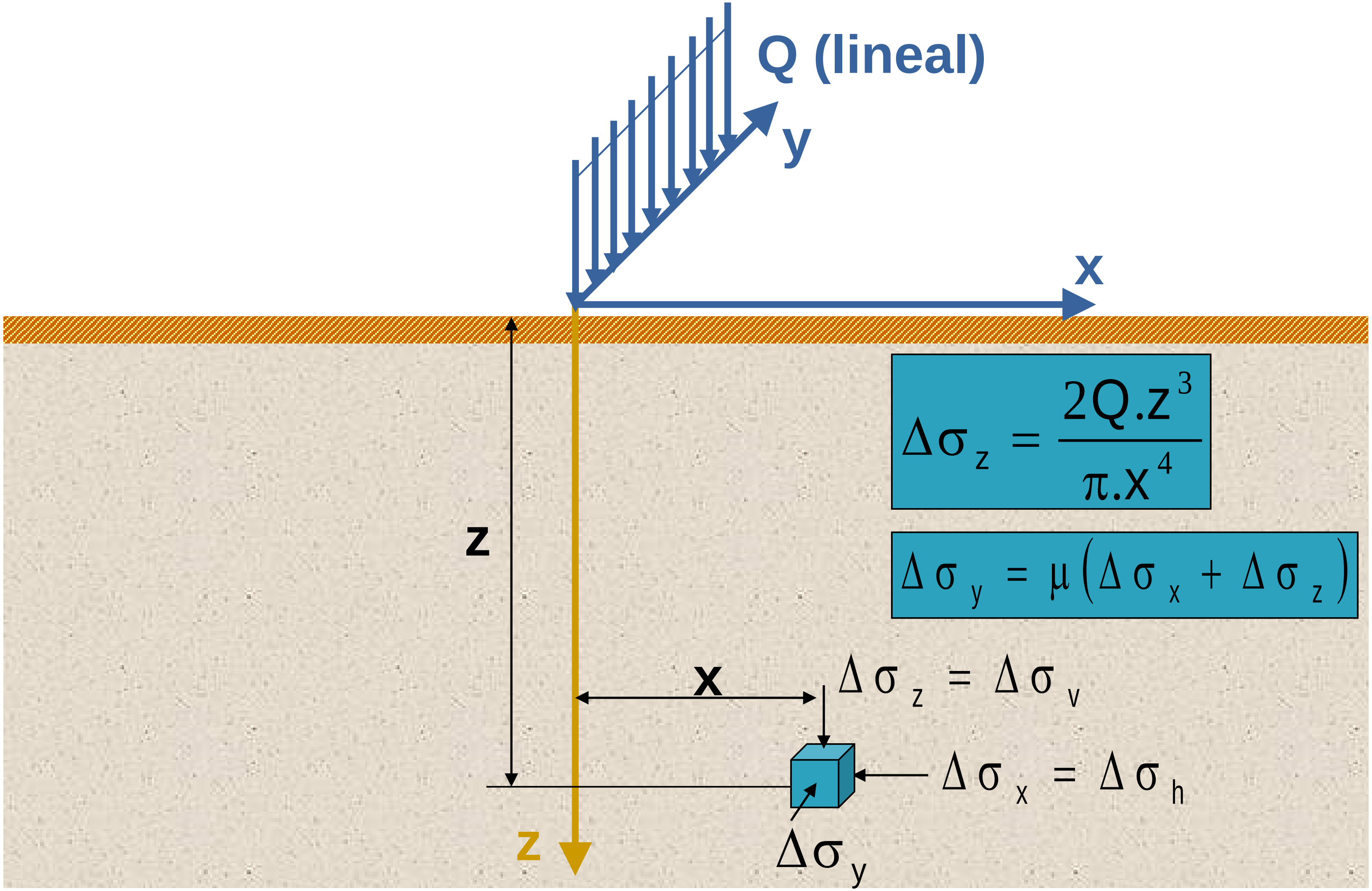
SOLUCIÓN POR SUPERPOSICIÓN



Integración de las áreas diferenciales de la geometría general cargada

TENSIONES INDUCIDAS

CARGA PUNTUAL INFINITA

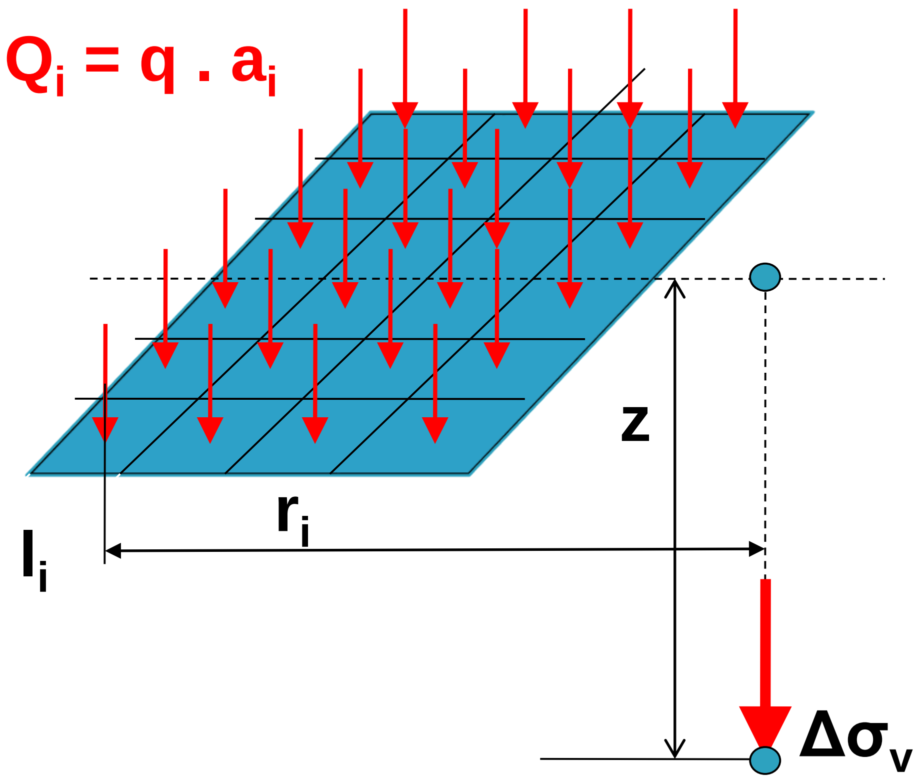


$$\Delta\sigma_z = \frac{2Q.z^3}{\pi.x^4}$$

$$\Delta\sigma_y = \mu\left(\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_z\right)$$

TENSIONES INDUCIDAS

SOLUCIÓN POR SUPERPOSICIÓN



El lado l_i de cada área a_i va a depender de z.

Se estima que a una profundidad z = 2.B, o sea a

$z = 2.l_i$

el incremento de tensión es el mismo para carga distribuida que para carga puntual.

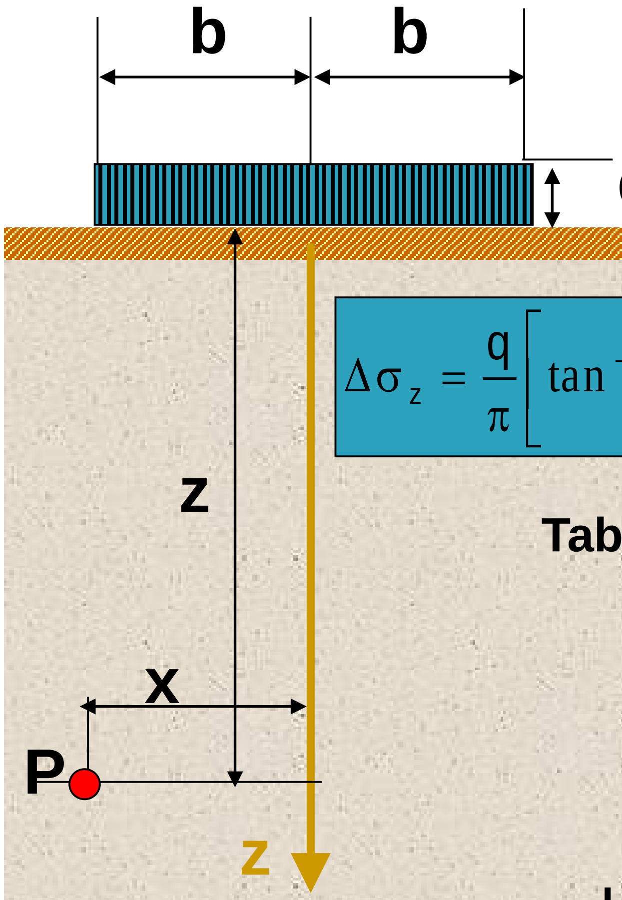
O sea, $l_i = z/2$.

$$\Delta\sigma_{vi} = \frac{Q_i.(3z^3)}{2\pi(r_i^2 - z^2)^{5/2}}$$

$$\Delta\sigma_{vTOTAL} = \sum \Delta\sigma_{vi}$$

TENSIONES INDUCIDAS

PRESION UNIFORME EN BASE INFINITA



q : presión uniforme

$$\Delta\sigma_z = \frac{q}{\pi}\left[\tan^{-1}\frac{z}{x-b} - \tan^{-1}\frac{z}{x+b} - \frac{2bz(x^2-z^2-b^2)}{(x^2-z^2-b^2)^2+4b^2z^2}\right]$$

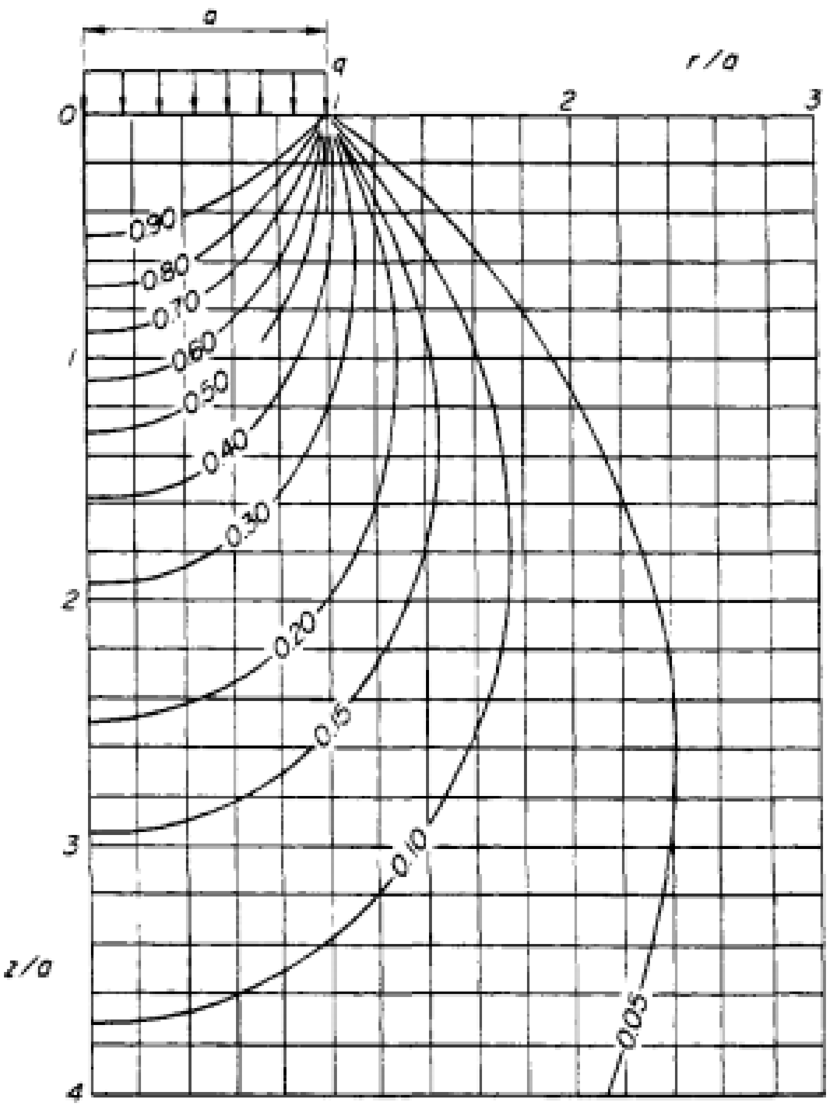
Tabla 3.4 (Das – “Advance Soil Mechanics”)

x/b y z/b

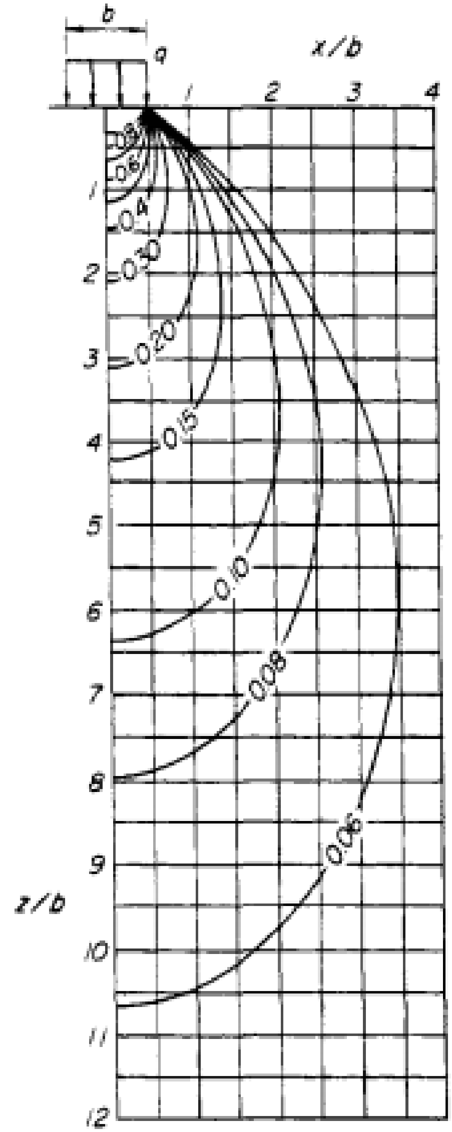
$$I_z = \frac{\Delta\sigma_z}{q} \qquad I_x = \frac{\Delta\sigma_x}{q} \qquad I_{xz} = \frac{\Delta\tau_{xz}}{q}$$

TENSIONES INDUCIDAS

Circular



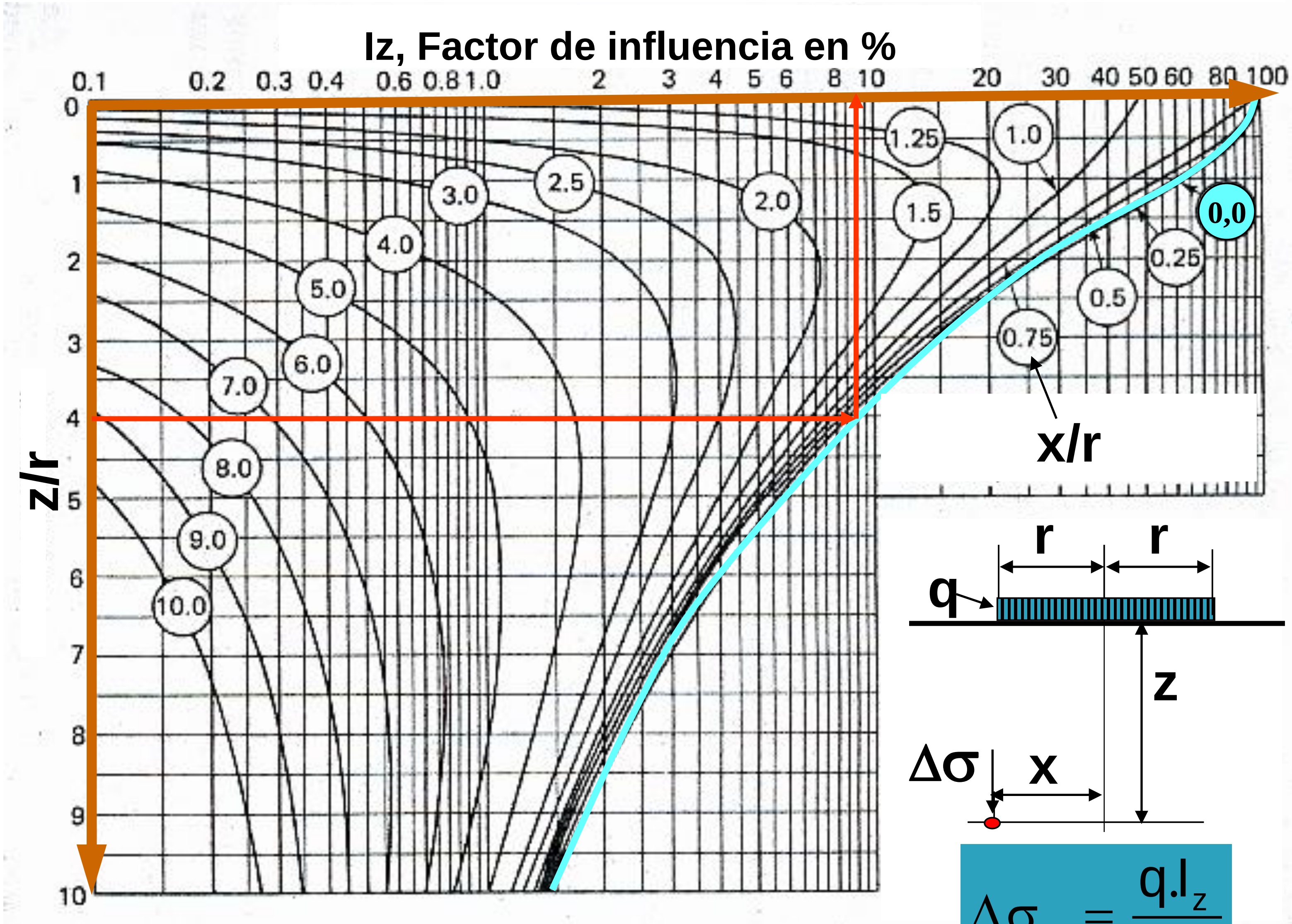
Infinita



$$\frac{\Delta\sigma}{q}$$

z/B	Circular	Infinita
1	0,64	0,50
2	0,29	0,32
3	0,15	0,21
4	0,08	0,16

TENSIONES INDUCIDAS



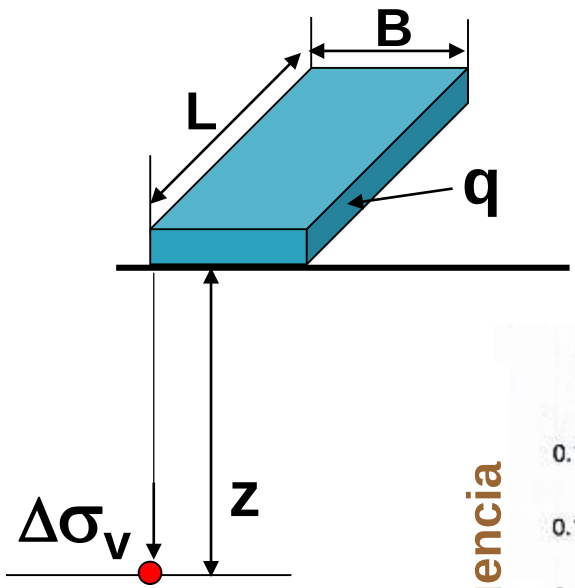
$$\Delta\sigma_v = \frac{q.I_z}{100}$$

Foster y Ahlvin, 1954

TENSIONES INDUCIDAS

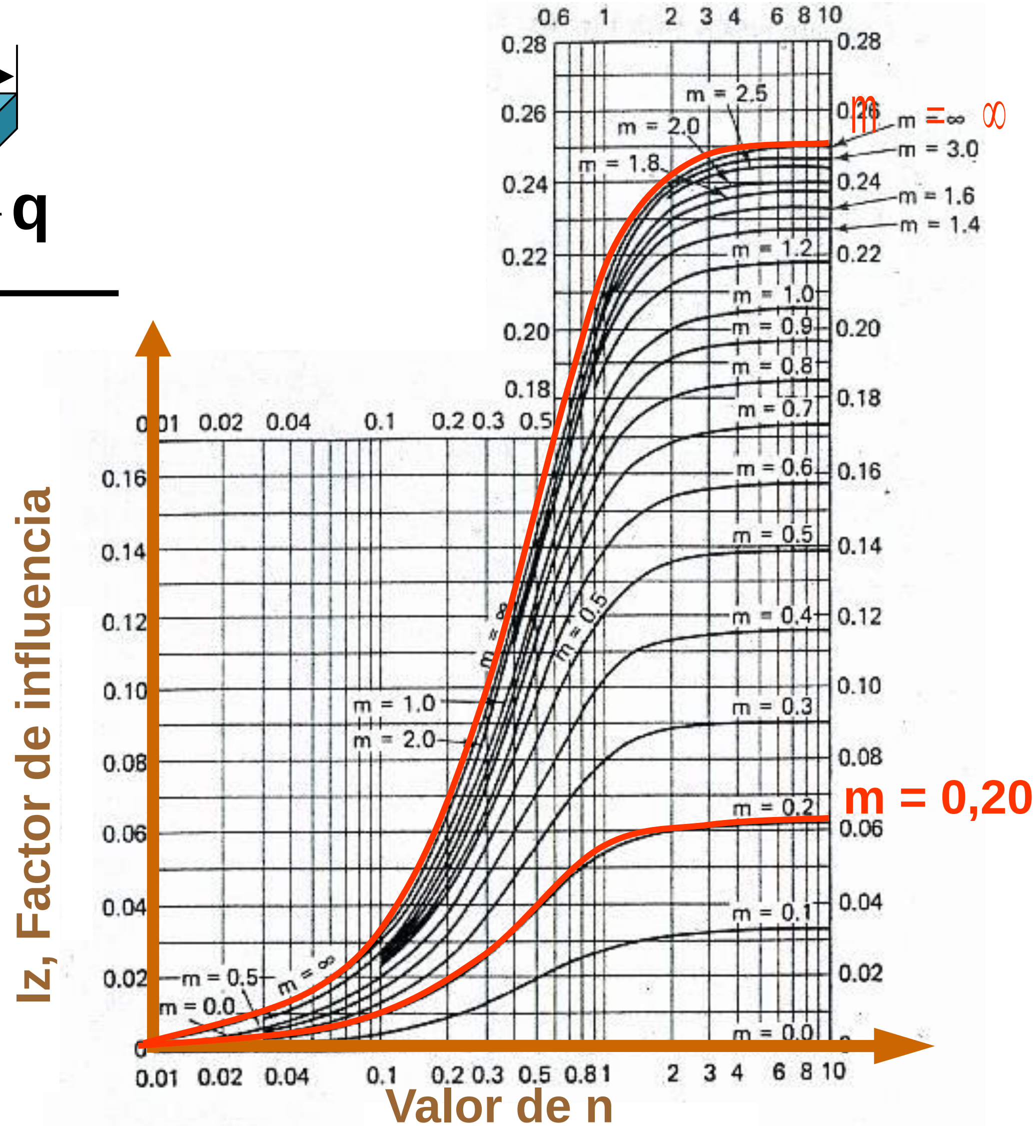
PRESIÓN UNIFORME EN SUPERFICIE RECTANGULAR

(Flexible)



$$m = \frac{B}{z} \qquad n = \frac{L}{z}$$

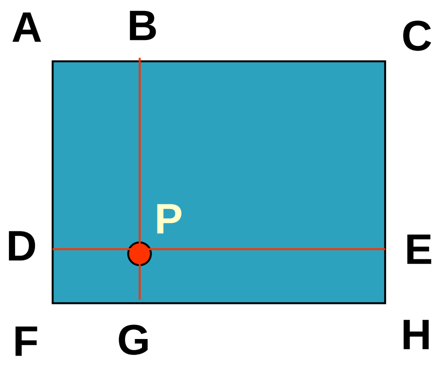
$$\Delta\sigma_v = q.I_z$$



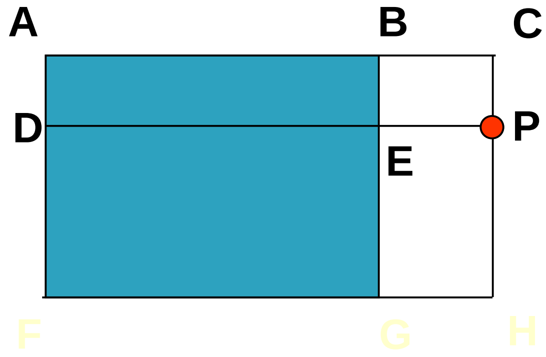
TENSIONES INDUCIDAS

PRESIÓN UNIFORME EN SUPERFICIE RECTANGULAR

(Flexible)



$$\Delta\sigma_{vT} = \Delta\sigma_{PBAD} + \Delta\sigma_{PDFG} + \Delta\sigma_{PGHE} + \Delta\sigma_{PECB}$$



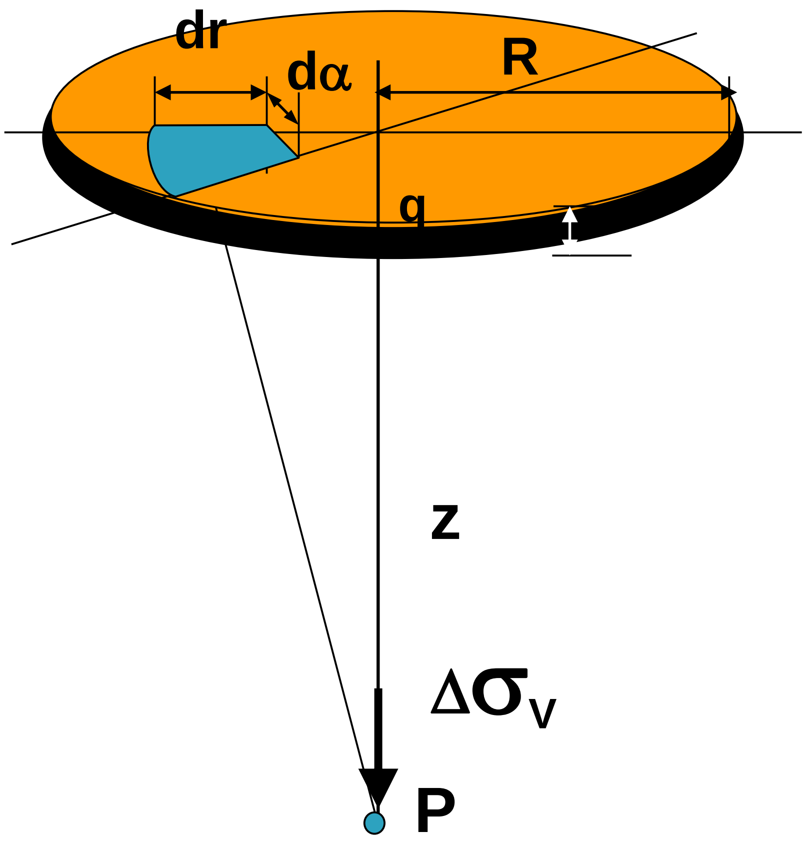
$$\Delta\sigma_{vT} = \Delta\sigma_{PDAC} - \Delta\sigma_{PEBC} + \Delta\sigma_{PHFD} - \Delta\sigma_{PHGE}$$

TENSIONES INDUCIDAS

1. **Análisis en Medios Continuos**
   a. **Modelo de Boussinesq**
      a. Carga puntual
      b. Área circular cargada
      c. Otros sistemas de carga superficial.
   b. **Método de Newmark**
   c. **Modelo Simplificado 2:1**
2. **Sistema bicapa**

TENSIONES INDUCIDAS

ÁBACO DE NEWMARK O CARTA DE INFLUENCIA



$$\Delta\sigma_v = q.\left\{\frac{1}{\left[\left(R/z\right)^2+1\right]^{3/2}}\right\}$$

$$\frac{R}{z} = \sqrt{\left(1-\frac{\Delta\sigma_v}{q}\right)^{-2/3}-1}$$

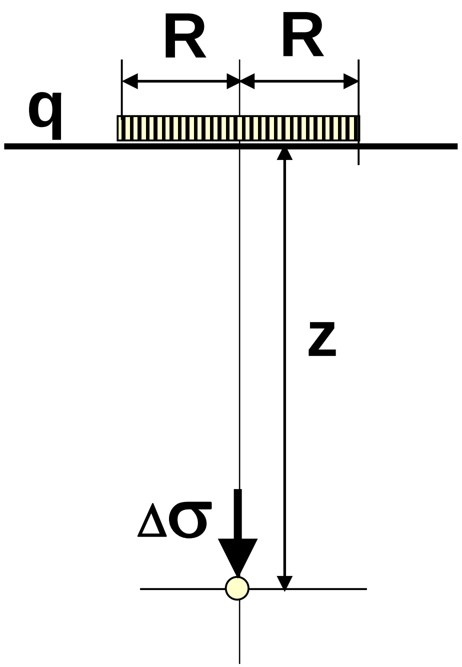
Δσ/q	R/z
0,10	0,269
0,20	0,400
:	:
0,90	1,908

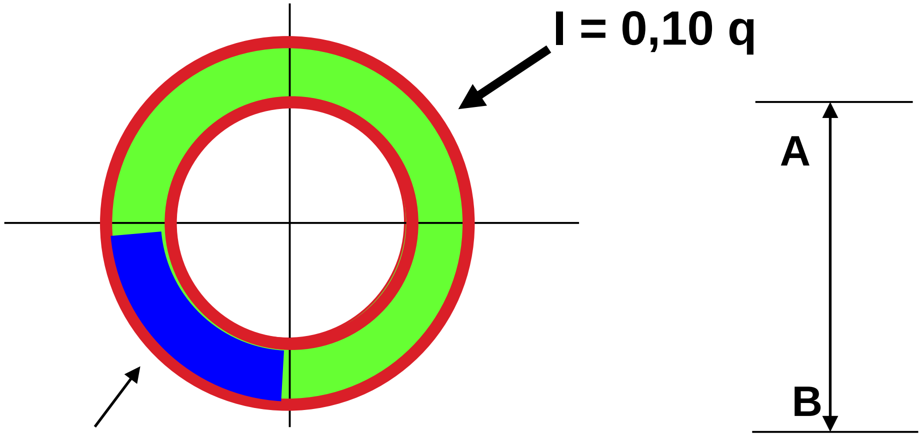
TENSIONES INDUCIDAS

ÁBACO DE NEWMARK O CARTA DE INFLUENCIA

$\Delta\sigma/q = 0{,}1$ ⇨ $R/z = 0{,}2689$; si $z = 10{,}0$ m ⇨ $R = 2{,}69$ m

$\Delta\sigma/q = 0{,}2$ ⇨ $R/z = 0{,}4005$; si $z = 10{,}0$ m ⇨ $R = 4{,}00$ m

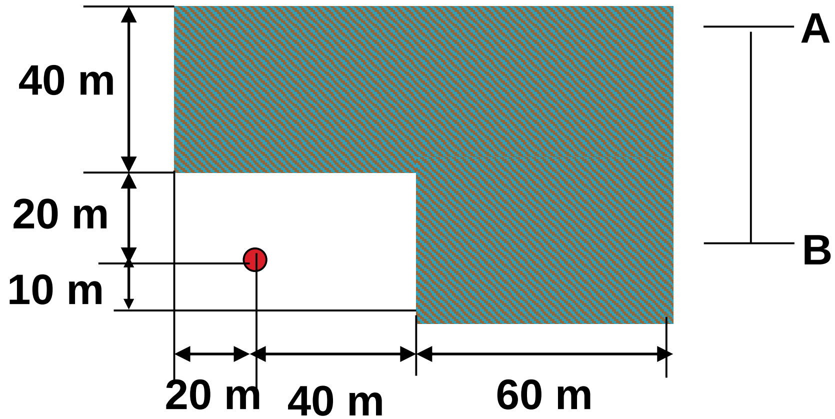




Escala = AB [cm] =10,00 m

TENSIONES INDUCIDAS

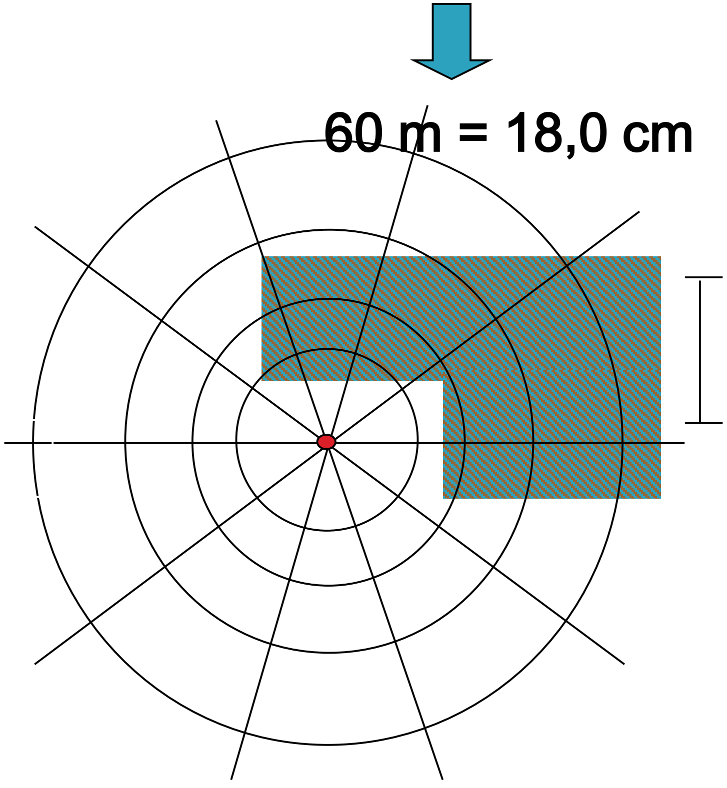
ÁBACO DE NEWMARK O CARTA DE INFLUENCIA



Escala = AB = 3,0 cm = 10,0 m

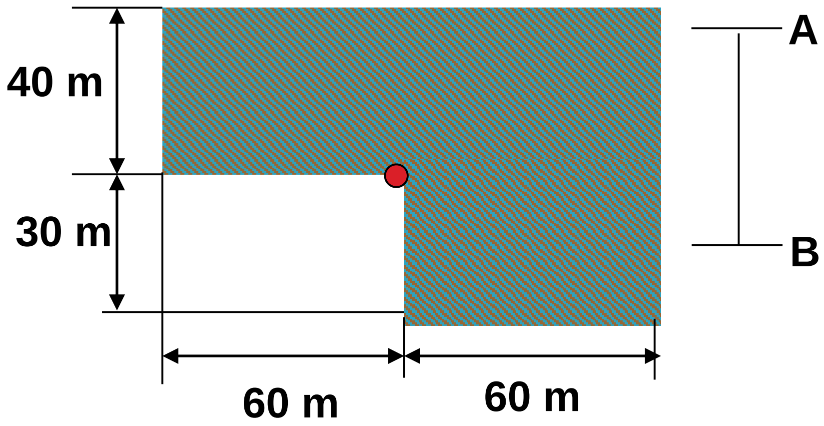
60 m = 18,0 cm

I = 0,020 q



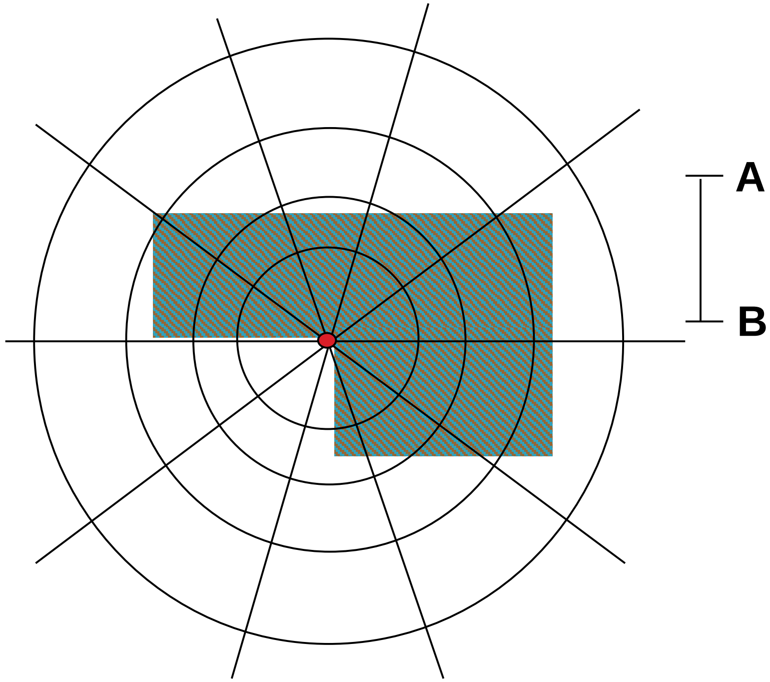
TENSIONES INDUCIDAS

ÁBACO DE NEWMARK O CARTA DE INFLUENCIA



Escala = AB = 3,0 cm = 10,0 m

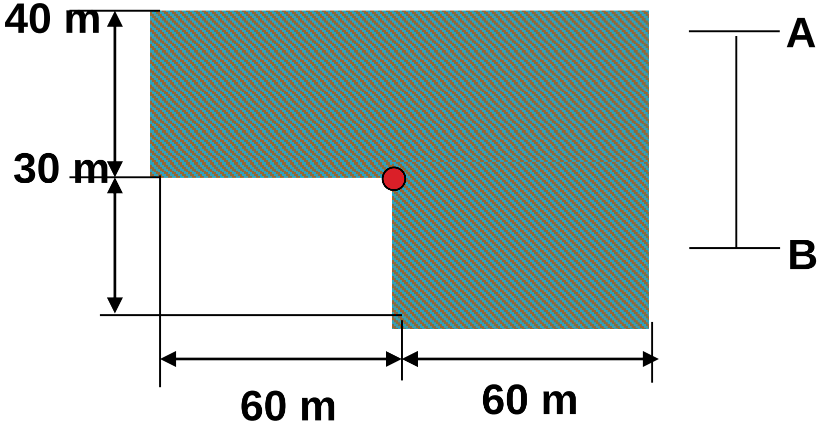
60 m = 18,0 cm



I = 0,020 q

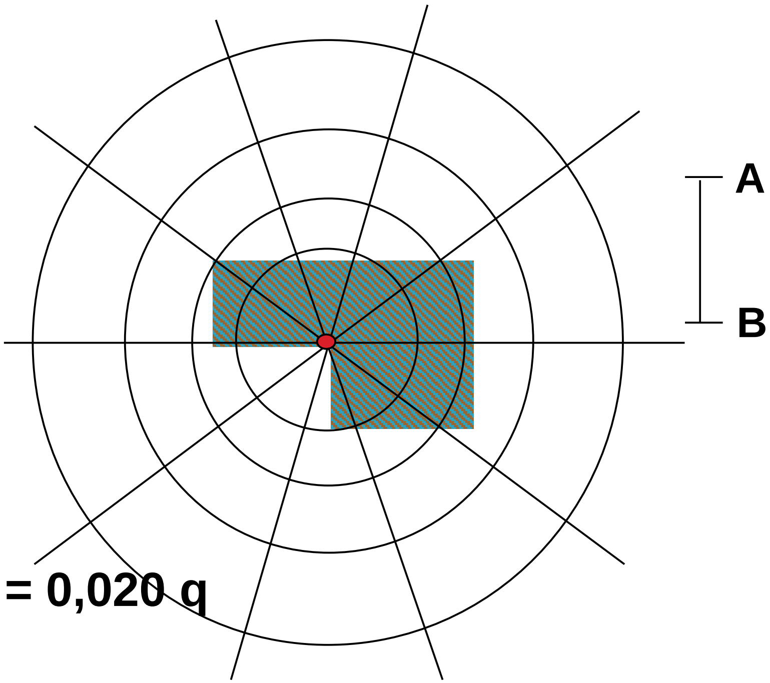
TENSIONES INDUCIDAS

ÁBACO DE NEWMARK O CARTA DE INFLUENCIA



Escala = AB = 3,0 cm = 20,0 m

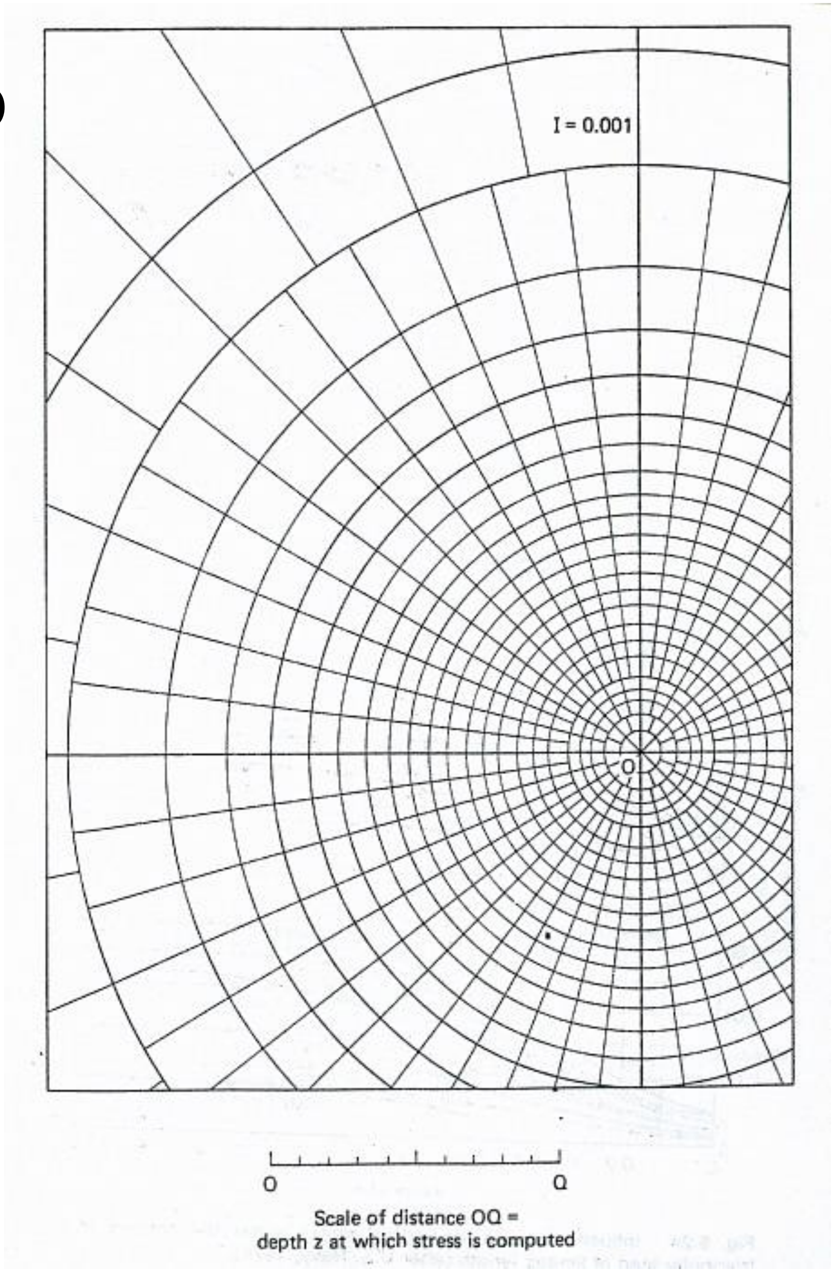
60 m = 9,0 cm



I = 0,020 q

TENSIONES INDUCIDAS

ÁBACO DE NEWMARK O CARTA DE INFLUENCIA



TENSIONES INDUCIDAS

1. Análisis en Medios Continuos

a. **Modelo de Boussinesq**
   a. Carga puntual
   b. Área circular cargada
   c. Otros sistemas de carga superficial.

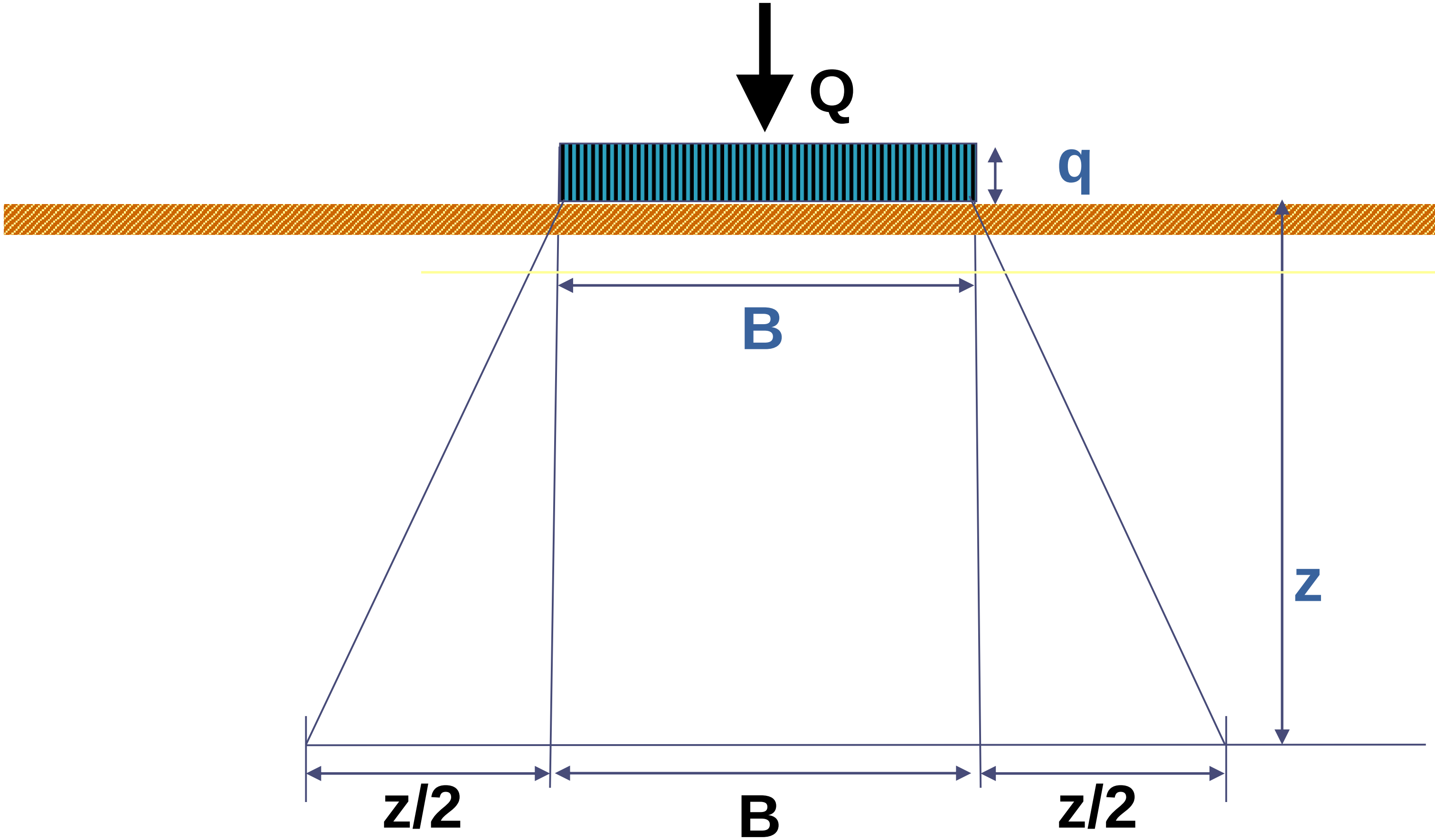
b. **Método de Newmark**

c. **Modelo Simplificado 2:1**

2. Sistema bicapa

TENSIONES INDUCIDAS

METODO 2 EN 1



$$q = \frac{Q}{B.1}$$

$$\Delta\sigma_v = \frac{Q}{\left(\frac{z}{2} + B + \frac{z}{2}\right).1} = \frac{q.B}{\left(\frac{z}{2} + B + \frac{z}{2}\right)}$$

TENSIONES INDUCIDAS

1. Análisis en Medios Continuos

a. **Modelo de Boussinesq**
   - a. Carga puntual
   - b. Área circular cargada
   - c. Otros sistemas de carga superficial.

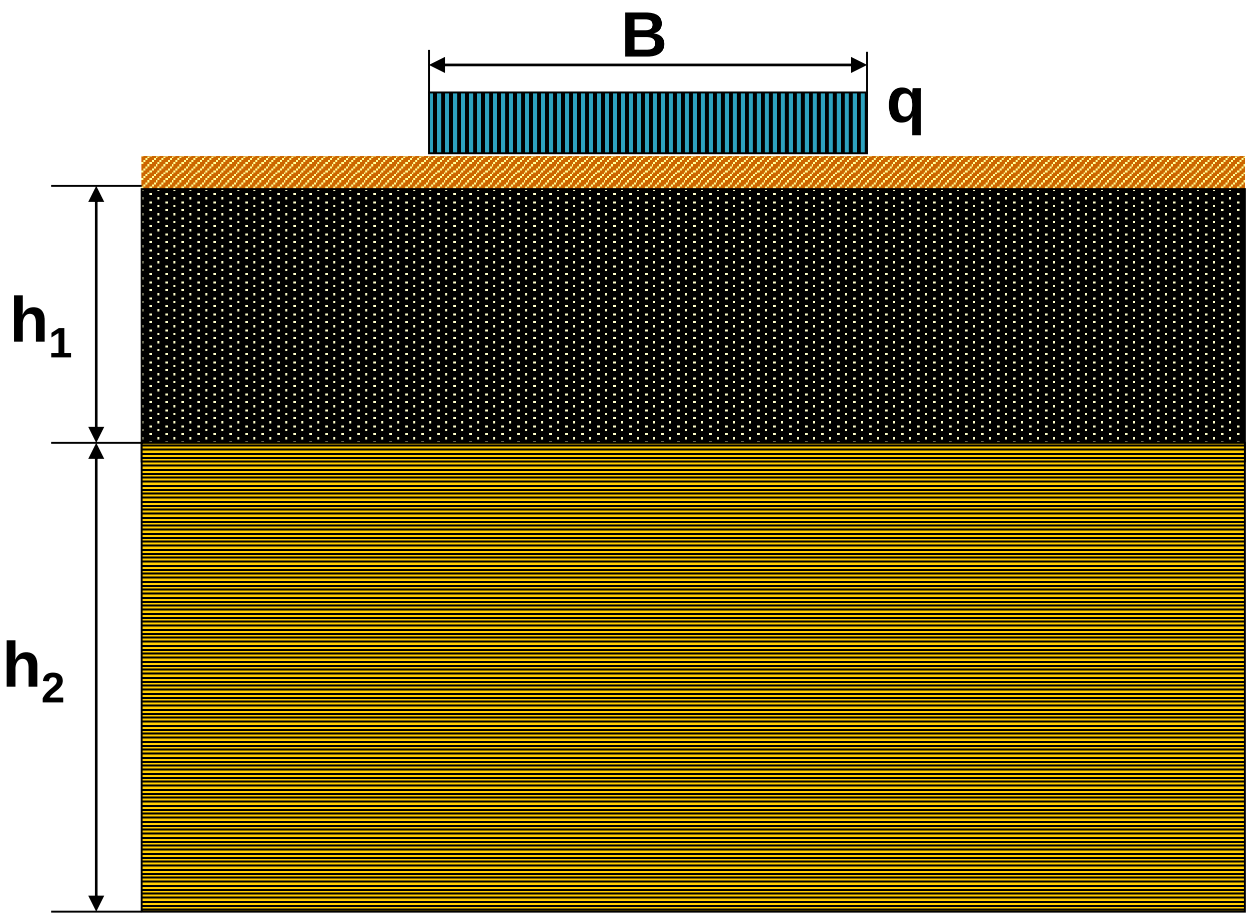
b. **Método de Newmark**

c. **Modelo Simplificado 2:1**

2. Sistema bicapa

TENSIONES INDUCIDAS

SISTEMA BI CAPA

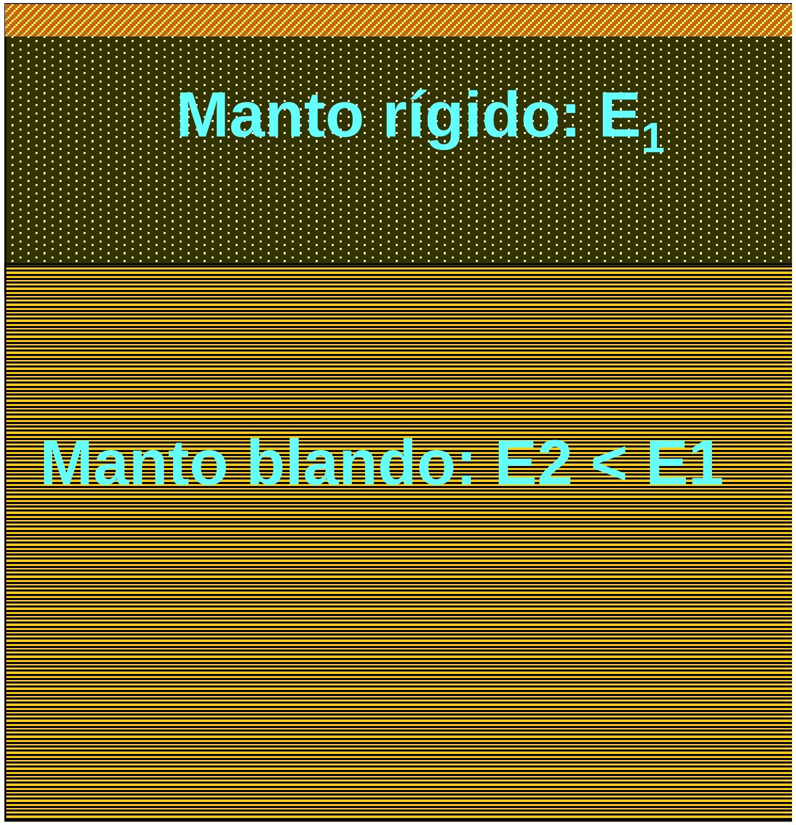


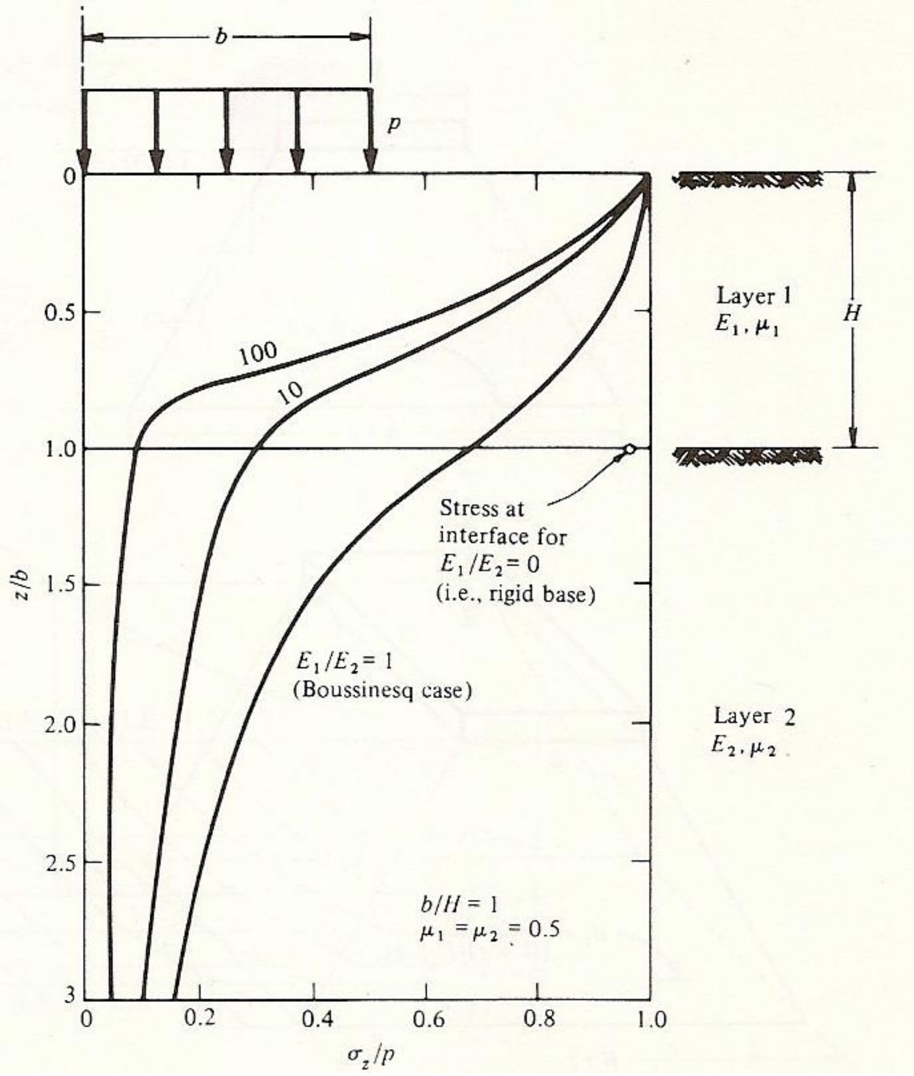
Manto rígido: E_1

Manto blando: E2 < E1

TENSIONES INDUCIDAS

SISTEMA BI CAPA



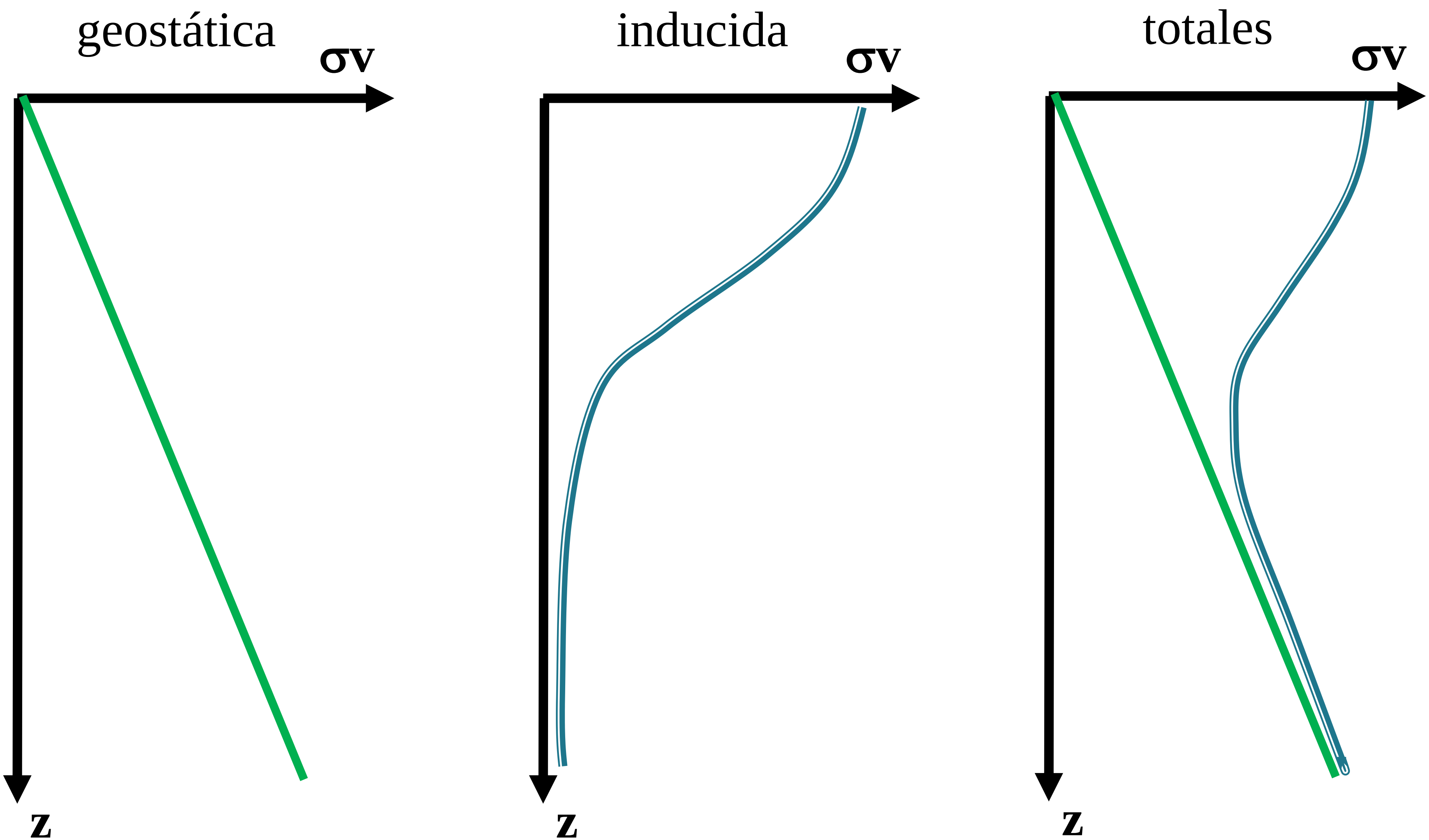


TENSIONES INDUCIDAS

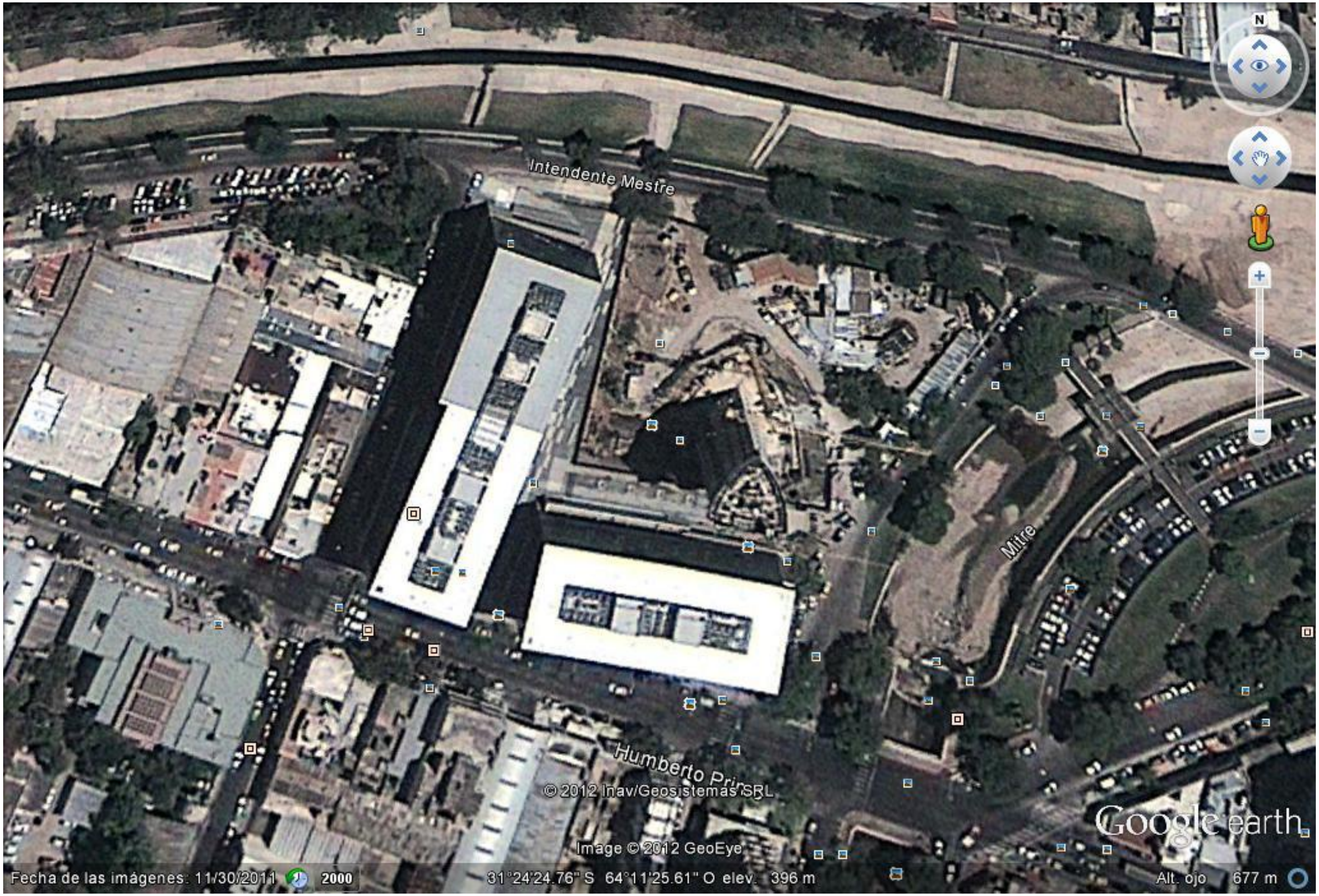
1. **Análisis en Medios Continuos**
   a. **Modelo de Boussinesq**
      a. Carga puntual
      b. Área circular cargada
      c. Otros sistemas de carga superficial.
   b. **Método de Newmark**
   c. **Modelo Simplificado 2:1**
2. **Sistema bicapa**

INTEGRACION DE TENSIONES

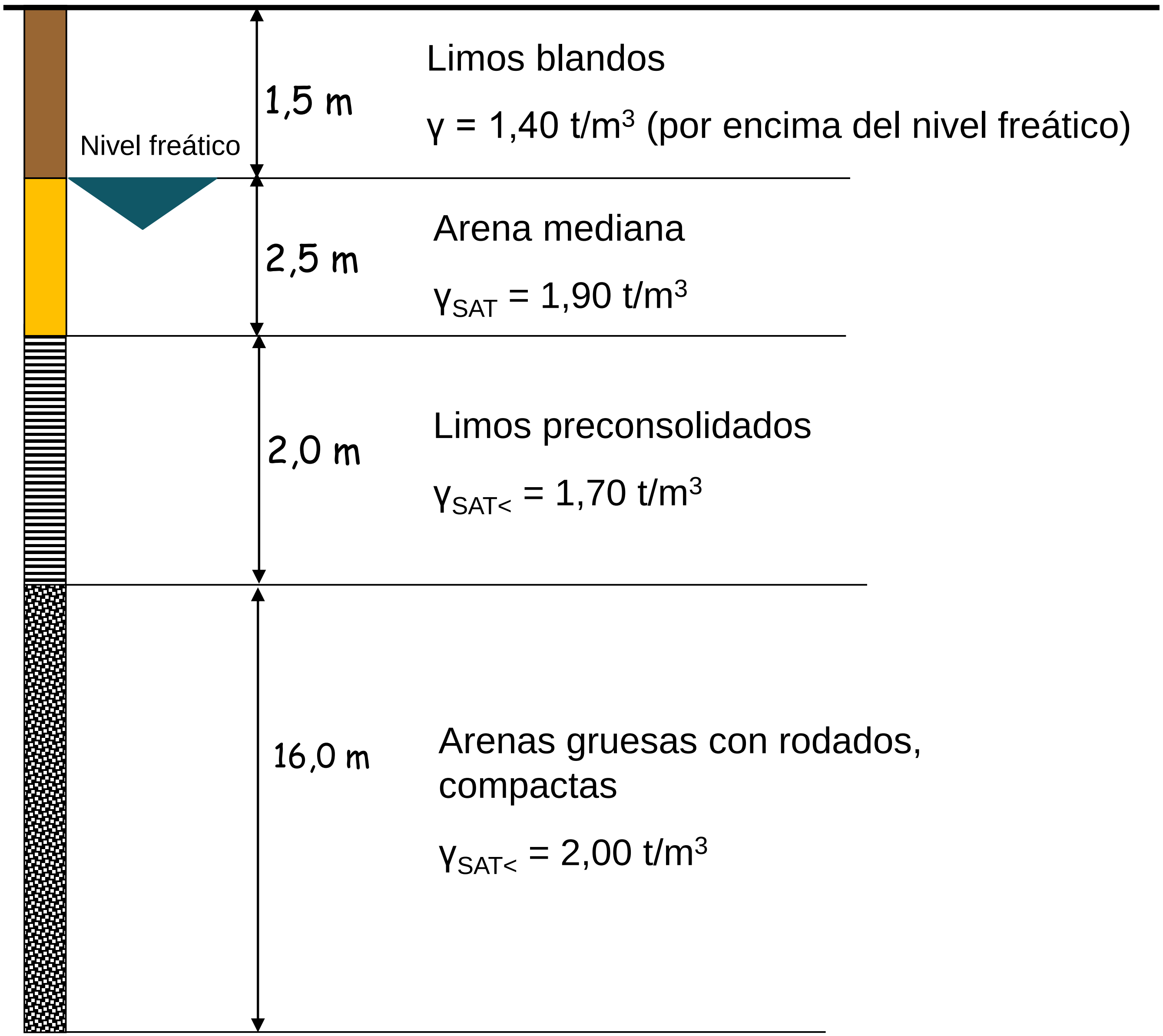
PRESIONES TOTALES
(Presión geostática + inducida)



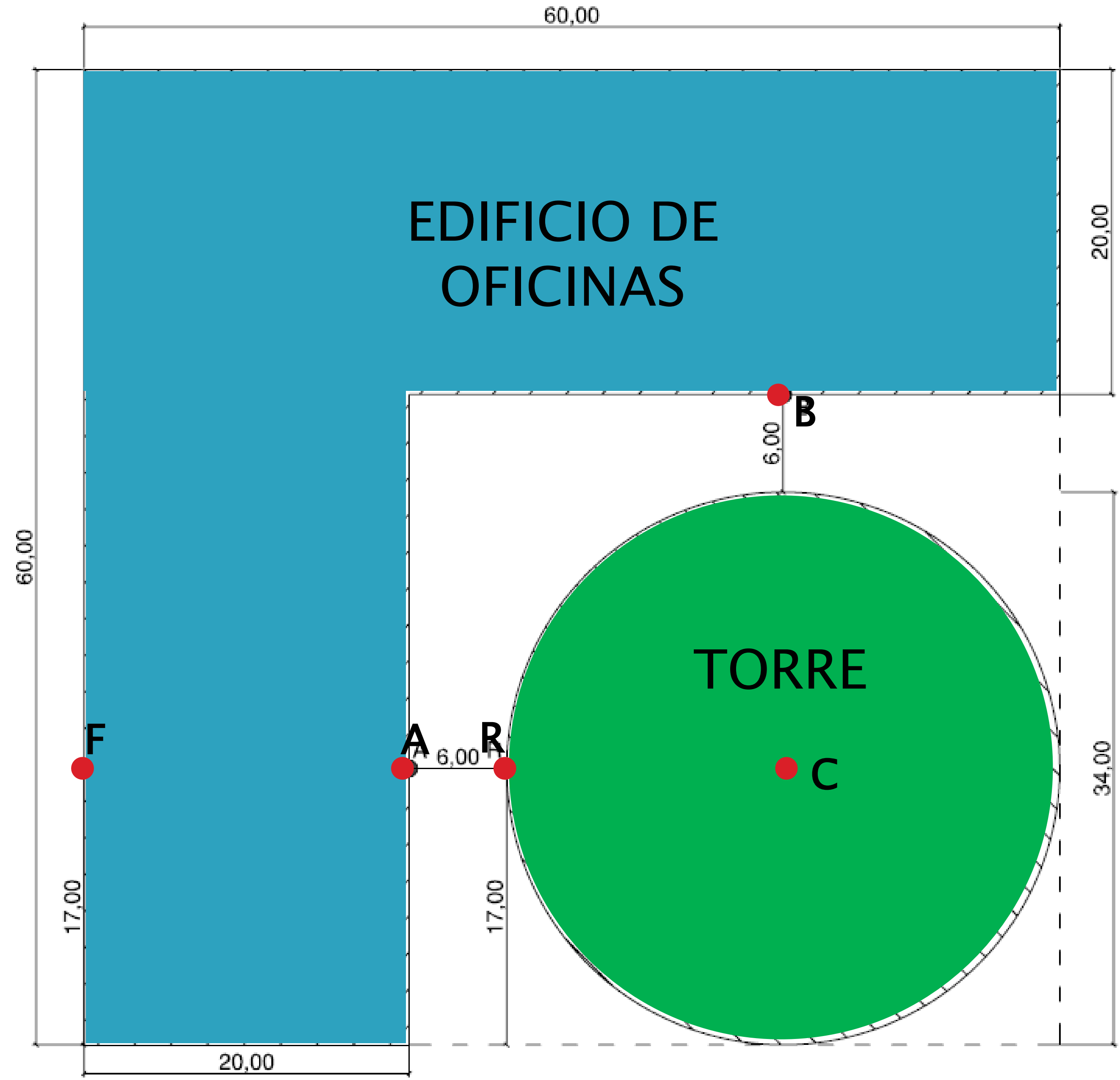
EJERCITACIÓN


Intendente Mestre
Mitre
Humberto Prim
© 2012 Inav/Geosistemas SRL
Image © 2012 GeoEye
Google earth
Fecha de las imágenes: 11/30/2011
2000
31°24'24.76" S 64°11'25.61" O elev. 396 m
Alt. ojo 677 m

PERFIL DE SUELO



Puntos de Interés



Enunciado

1. Calcular y dibujar el diagrama de presiones geostáticas (presiones totales y efectivas) a lo largo del perfil. Tomar los puntos de cambio de estrato. Graficar a una escala conveniente.

2. Calcular el incremento de tensión que se producirá por la construcción del edificio de oficinas, en el techo y el piso del estrato de limos preconsolidados, en los puntos A, B y C. El edificio está fundado a -1,50 metros de profundidad sobre el estrato de arenas medianas. La tensión de trabajo de la platea es igual a 75,0 t/m^2.

3. Graficar la variación de las presiones totales y efectivas a lo largo del estrato, en los tres puntos considerados (presiones totales igual a la presión geostática más los incrementos de presión).

4. Calcular el incremento de presión que se producirá por la construcción de la torre circular en el techo y el piso del estrato de limos preconsolidados en los puntos A, B, C, R y F. La torre está fundada a una profundidad de -6,00 metros sobre el manto de limos preconsolidados con una tensión de trabajo igual a 50,0 t/m^2.

5. Graficar la variación de las presiones totales y efectivas a lo largo del estrato, en los tres puntos considerados (presiones totales igual a la presión geostática más los incrementos de presión), para esta situación. Observar en qué puntos se aumenta el incremento de presión en forma más significativa, considerando edificio de oficinas y torre.

6º Dibujar los incrementos de presiones producidos por la construcción de la torre a lo largo de un corte F – A – R – C.