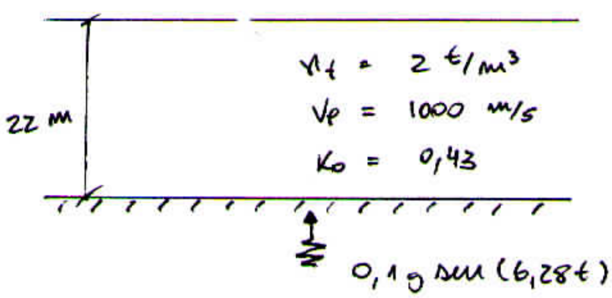
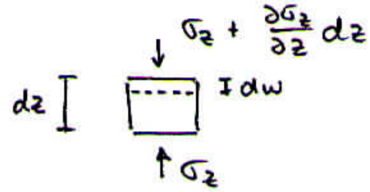
AUXILIAR N° 3

P1| EL ESTRATO DE SUELO QUE SE INDICA ES SOMETIDO A UNA ONDA DE COMPRESIÓN VERTICAL EN LA BASE, DADA POR UNA ACELERACIÓN SINUSOIDAL $\ddot{u}_g(t) = 0{,}1g \operatorname{sen}(6{,}28t)$. CONSIDERANDO UN MODELO TENSIÓN - DEFORMACIÓN ELÁSTICO 3D, DETERMINE LA DEFORMACIÓN UNITARIA MÁXIMA AL CENTRO DEL ESTRATO.



SOL:

REALIZANDO EL EQUILIBRIO DINÁMICO PARA UN ELEMENTO DE SUELO SE TIENE:



$$\frac{\partial \sigma_z}{\partial z} dz \cdot dA = \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} dz \cdot dA \quad / \quad dV = dz \cdot dA$$

$$\rightarrow \quad \rho \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \frac{\partial \sigma_z}{\partial z} \qquad (1)$$

CONSIDERANDO UNA RELACIÓN TENSIÓN — DEFORMACIÓN ELÁSTICA:

$$\varepsilon_{zz} = \frac{1}{E}\left(\sigma_{zz} - \nu(\sigma_{xx} + \sigma_{yy})\right) \qquad (2)$$

$$\varepsilon_{xx} = \frac{1}{E}\left(\sigma_{xx} - \nu(\sigma_{yy} + \sigma_{zz})\right) \qquad (3)$$

CASO GEOSTÁTICO $\Rightarrow \varepsilon_{xx} = \varepsilon_{yy} = 0$ Y $\sigma_{xx} = \sigma_{yy}$

REEMPLAZANDO EN (3)

$$\rightarrow \sigma_{xx} = \nu(\sigma_{xx} + \sigma_{zz})$$

$$\sigma_{xx} = \frac{\nu}{1-\nu}\sigma_{zz}$$

REEMPLAZANDO EN (2)

$$\varepsilon_{zz} = \frac{1}{E}\left(\sigma_{zz} - 2\frac{\nu^2}{1-\nu}\sigma_{zz}\right) = \frac{1}{E}\left(\frac{1-\nu-2\nu^2}{1-\nu}\right)\sigma_{zz}$$

$$\varepsilon_{zz} = \underbrace{\frac{1}{E}\left[\frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{(1-\nu)}\right]}_{CTE}\sigma_{zz}$$

$$\rightarrow \sigma_{zz} = \frac{1}{CTE}\varepsilon_{zz} \qquad \therefore \quad \varepsilon_{zz} = \frac{\partial w}{\partial z}$$

$$\sigma_{zz} = \frac{1}{CTE}\frac{\partial w}{\partial z}$$

REEMPLAZANDO EN (1)

$$\rho\frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \underbrace{E\left[\frac{(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)}\right]}_{V_p^{\,2}}\frac{\partial^2 w}{\partial z^2}$$

ECUACIÓN DE PROPAGACIÓN DE ONDA DE COMPRESIÓN

SOLUCIÓN : $w(z,t) = \frac{-W_b}{\Omega^2}\left[\cos(bz) + tg(bH)\,sen(bz)\right]e^{i\Omega t}$

CON $b = \frac{\Omega}{V_p}$

$$= -\frac{W_b}{\Omega^2}\left[\frac{\cos(bz)\cos(bH) + sen(bH)\,sen(bz)}{\cos(bH)}\right]e^{i\Omega t}$$

$$W(z,t) = -\frac{W_b}{\Omega^2}\left[\frac{\cos(b(H-z))}{\cos(bH)}\right]e^{i\Omega t}$$

PERO $\frac{\partial W}{\partial z} = \varepsilon_{zz}$

$$\Rightarrow \varepsilon_{zz}(z,t) = -\frac{W_b}{\Omega V_p}\left[\frac{sen(b(H-z))}{\cos(bH)}\right]e^{i\Omega t}$$

$$\Rightarrow \quad \| \varepsilon_{zz} (z = H/2) \| = \frac{W_b}{\Omega V_p} \frac{\sin\left(\frac{bH}{2}\right)}{\cos(bH)}$$

DEL PROBLEMA:

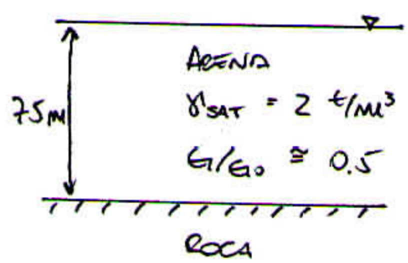
$$W_b = 0{,}1g = 0{,}98 \text{ m/s}^2$$

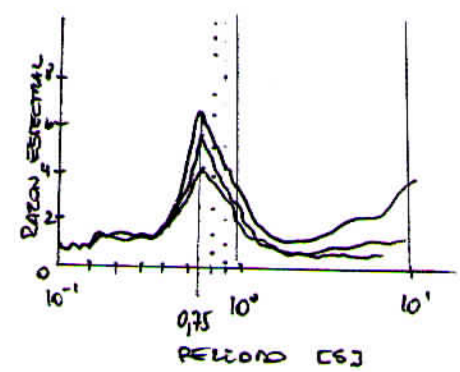
$$\Omega = 6{,}28 \text{ rad/seg}$$

$$V_p = 1000 \text{ m/s} \quad \rightarrow \quad b = 6{,}28 \times 10^{-3} \text{ rad/m}$$

$$\Rightarrow \| \varepsilon_{zz} (z = H/2) \| =$$

P2 EN EL ESTRATO DE SUELO ARENOSO SATURADO QUE SE INDICA, SE MIDIÓ LA RAZÓN ESPECTRAL H/V, RESULTADO QUE SE PRESENTA EN LA FIGURA DE LA DERECHA. DETERMINAR LA MAXIMA ACELERACIÓN HORIZONTAL QUE PERMITE ASEGURAR QUE NO EXISTE RIESGO DE LICUEFACCIÓN EN LOS 15 M SUPERIORES DE ESTE DEPOSITO.





SOL:

PARA QUE NO EXISTA LICUACIÓN, LA DEFORMACIÓN DEBE SER MENOR A LA DEFORMACIÓN UMBRAL (DOBRY

$$\gamma \leq \gamma_{umbral} = 1 \times 10^{-2} \%$$

UTILIZANDO EL METODO DE SEED:

$$\tau_{cyc_{\text{SOLICITANTE}}} = 0{,}65 \frac{a_{max}}{g} \sigma_{v_0} \cdot r_d \quad ; \quad r_d = 1 - 0{,}015 \cdot z$$

POR OTRA PARTE

$$\tau_{cyc_{\text{RESISTENTE}}} = G \cdot \gamma$$

IGUALANDO Y REEMPLAZANDO POR $\gamma = 1 \times 10^{-4}$ Y $G/G_0 \sim 0{,}5$

$$\rightarrow \quad 0{,}5 \cdot G_0 \cdot 1 \times 10^{-4} = 0{,}65 \frac{a_{max}}{g} \sigma_{v_0} \cdot r_d$$

DE ACUERDO A LA RAZON ESPECTRAL

$$T_f = 0{,}75 \ [s] = \frac{44}{V_s}$$

$$\Rightarrow \quad V_s = 400 \ m/s$$

SABIENDO QUE

$$G_0 = \rho V_s^2$$

$$= \frac{2{,}0}{9{,}8} \cdot 400^2$$

$$G_0 = 32653{,}06 \ ton/m^2$$

CONSIDERANDO 3 PTOS EN PROF PARA LOS 15 METROS

z [MTS]	σ_{v_0} [t/m^2]	r_d [-]	a_{max} [g]
5	10	0,925	0,27
10	20	0,850	0,147
15	30	0,775	0,108

$$\therefore \ \boxed{a_{max} = 0{,}11 \ g}$$

P3| UTILIZANDO LA TEORÍA UNIDIMENSIONAL DE PROPAGACIÓN DE ONDAS DE CORTE, GRAFICAR LA RELACIÓN ENTRE LA MÁXIMA AMPLIFICACIÓN EN SUPERFICIE Y EL NIVEL DE AMORTIGUAMIENTO, PARA UN DEPÓSITO DE SUELO HOMOGÉNEO, DE ESPESOR H, DENSIDAD ρ Y VELOCIDAD DE ONDA DE CORTE V_S.

SOL:

SE TIENE EL FACTOR DE AMPLIFICACIÓN

$$\| A_1(\Omega) \| = \frac{1}{\sqrt{\cos^2(\alpha)\cosh^2(\beta) + \sin^2(\alpha)\sinh^2(\beta)}}$$

CON $\alpha = \dfrac{\Omega H}{\sqrt{2}} \sqrt{\dfrac{\rho}{G}} \dfrac{\sqrt{\sqrt{1+d^2}+1}}{\sqrt{1+d^2}}$; $\beta = \dfrac{\Omega H}{\sqrt{2}} \sqrt{\dfrac{\rho}{G}} \dfrac{\sqrt{\sqrt{1+d^2}-1}}{\sqrt{1+d^2}}$

LUEGO COMO $G = \rho V_S^2$

$$\rightarrow \quad \alpha = \frac{\Omega H}{\sqrt{2}\, V_S} \frac{\sqrt{\sqrt{1+d^2}+1}}{\sqrt{1+d^2}} \quad ; \quad \beta = \frac{\Omega H}{\sqrt{2}\, V_S} \frac{\sqrt{\sqrt{1+d^2}-1}}{\sqrt{1+d^2}}$$

POR OTRO LADO, LA AMPLIFICACIÓN MÁXIMA SE TIENE EN LA FRECUENCIA FUNDAMENTAL (INDEPENDIENTE DEL AMORTIGUAMIENTO)

$$\Omega_0 = \frac{\pi}{2} \frac{V_S}{H}$$

$$\rightarrow \quad \alpha_0 = \frac{\pi}{2} \frac{V_S}{H} \frac{H}{\sqrt{2}\, V_S} \frac{\sqrt{\sqrt{1+d^2}+1}}{\sqrt{1+d^2}} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \frac{\sqrt{\sqrt{1+d^2}+1}}{\sqrt{1+d^2}}$$

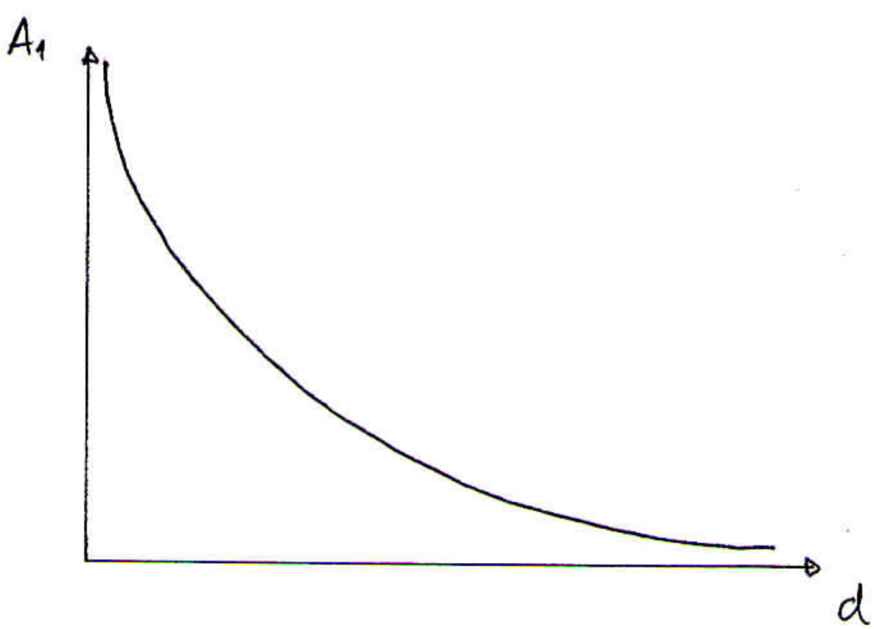
$$\beta_0 = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \frac{\sqrt{\sqrt{1+d^2}-1}}{\sqrt{1+d^2}}$$

LUEGO LA AMPLIFICACIÓN MÁXIMA:

$$\| A_1(d) \| = \frac{1}{\sqrt{\cos^2(\alpha_0)\cosh^2(\beta_0) + \sin^2(\alpha_0)\sinh^2(\beta_0)}}$$

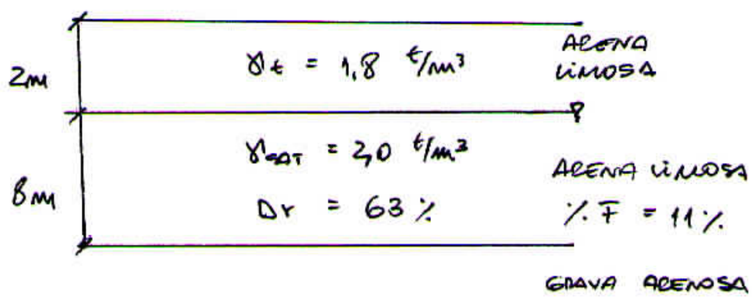
EVALUANDO :

d	α_0	β_0	$A_1(d)$
0	1,571	0	∞
0,02	1,571	0,016	64
0,04	1,570	0,031	32
0,06	1,569	0,047	21
0,08	1,567	0,063	16
0,10	1,565	0,078	13
0,12	1,562	0,093	11
0,14	1,559	0,109	9
0,16	1,556	0,124	8
0,18	1,552	0,139	7



P4 SE PROYECTA CONSTRUIR UNA PLANTA INDUSTRIAL EN EL TERRENO INDICADO EN LA FIGURA. DETERMINE SI ES POSIBLE LA OCURRENCIA DE LICUACIÓN O NO. EN LA ZONA SE ESPERA UN SISMO MAGNITUD 8.0 CON $a_{max} = 0{,}4g$

ENSAYOS	σ_c [kg/cm²]	$\pm \sigma_d$ [kg/cm²]	N_c	D_r [%]
1	1	0,360	3	50
2	1	0,234	11	50
3	1	0,176	32	50
4	1	0,146	120	50



SOL:

$$CSR = \frac{\tau_{cyc}}{\sigma_{vo}'} = 0{,}65 \left(\frac{a_{max}}{g}\right)\left(\frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo}'}\right) r_d \qquad r_d = 1 - 0{,}015 \cdot z$$

EN EL PROBLEMA SE TIENE

$$\sigma_{vo} = \gamma_t \cdot 2 + \gamma_{sat}(z-2) = 2z - 0{,}4$$

$$\sigma_{vo}' = \gamma_t \cdot 2 + \gamma_b'(z-2) = z + 1{,}6$$

$$\Rightarrow \quad CSR = 0{,}65 \cdot 0{,}4 \cdot \frac{2z - 0{,}4}{z + 1{,}6}(1 - 0{,}015 \cdot z) \quad ; \quad z \geq 2$$

POR OTRA PARTE

$$CRR = \left(\frac{\tau_{cyc}}{\sigma_o'}\right)_{TX} C_r \frac{D_{r\,TERRENO}}{D_{r\,TX}} K_\sigma K_\alpha$$

EN NUESTRO CASO

$C_r = 0{,}57$

$K_\alpha = 1{,}0$

$K_\sigma = 1{,}0$

DE ACUERDO A DATOS EXPERIMENTALES UN SISMO MAGNITUD 8,0 ES EXPRESADO POR 30 CICLOS COMO EQUIVALENTE

SABIENDO QUE $R = \dfrac{\sigma_d}{2\sigma_c'}$

ENSAYO	R	N_c
1	0,18	3
2	0,117	11
3	0,088	32
4	0,073	120

COMPORTAMIENTO LOGARITMICO $\longrightarrow$ $R = 0{,}199 - 0{,}066 \log(N_c)$

$\Rightarrow$ PARA $N_c = 30$ $\longrightarrow$ $R = 0{,}102$

LUEGO $CRR = 0{,}102 \cdot 0{,}57 \cdot \dfrac{63}{50} \cdot 1 \cdot 1$

$CRR = 0{,}073$

FINALMENTE

PROF [m]	CRR	CSR	PL
2	0,073	0,252	3,45
4	0,073	0,331	4,53
6	0,073	0,36	4,93
8	0,073	0,37	5,06

P.L > 1,0

$\Rightarrow$ EXISTE LICUACIÓN